

การใช้ความร้อนจากคลื่นความถี่วิทยุเพื่อควบคุมเชื้อราที่ปนเปื้อนในผงสมุนไพร

Applications of radio frequency heat treatments for controlling fungi contamination in herb powder

หยาดรุ้ง ปากองวัน^{1,2}, สรัญญา วลัยเสวี³, ดรุณี นาพรหม¹ และสุชาดา เวียรศิลป์^{1,2}
Yadrung Pakongwan^{1,2}, Sarunya Valyasevi³, Daruni Naphrom¹ and Suchada Vearasilp^{1,2}

Abstract

The experiment was aimed to investigate the effect of radio frequency heat treatments in controlling fungi in herb powder. Three herb powder including turmeric, chilli, and pepper with the initial moisture content of 9.66, 5.66, and 8.6%, respectively were used as dry samples. The fungi contamination were assayed by total plate count. It was found that the fungi contamination in turmeric, chilli, and pepper were 16.89, 2.73, and 39.64 CFU/ml($\times 10^5$), respectively. The samples were fumigated with water vapor from water bath treatment for 15 minutes in order to increase their moisture contents as wet samples. The moisture content were increased to 16.55, 11.45, and 12.57%, respectively. The moisted samples were assayed for the number of fungi contamination which were 22.3, 3.16, and 54.05 CFU/ml($\times 10^5$), respectively. All samples were then treated with radio frequency heat treatment at 27.12 MHz with 65, 75, and 85°C for 3 minutes. The treatments with the temperature incubation of 85 °C resulted best in decreasing fungi contamination. The fungi contamination in dry samples remained in turmeric, chilli, and pepper were 2.53, 2.06, and 4.05 CFU/ml($\times 10^5$), respectively. The results from the wet samples showed their remaining fungi contamination of 2.12, 1.21, and 1.43 CFU/ml($\times 10^5$), respectively. It was also observed that when the temperature of treatments increased, their moisture contents and water activities were decreased. However, radio frequency heat treatment has a very best potential for decreasing fungi contamination in herb powder, both in dry and wet samples.

Keywords: radio frequency, herb powders, fungi

บทคัดย่อ

การทดลองนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อหาผลการใช้ความร้อนจากคลื่นความถี่วิทยุเพื่อควบคุมเชื้อราที่ปนเปื้อนในผงสมุนไพร โดยนำผงสมุนไพร 3 ชนิด ได้แก่ ขมิ้น พริก และพริกไทย ความชื้นเริ่มต้น 9.66 5.66 และ 8.6% ตามลำดับ มาตรวจสอบการปนเปื้อนของเชื้อราโดยวิธี total plate count พบเชื้อราในขมิ้น พริก และพริกไทยเป็น 16.89 2.73 และ 39.64 CFU/ml($\times 10^5$) ตามลำดับ จากนั้นเพิ่มความชื้นผงสมุนไพรด้วยไอน้ำจาก water bath นาน 15 นาที ทำให้ความชื้นเพิ่มเป็น 16.55 11.45 และ 12.57% ตามลำดับ (ตัวอย่างชื้น) พบการปนเปื้อนเชื้อราในระดับความชื้นดังกล่าว 22.3 3.16 และ 54.05 CFU/ml($\times 10^5$) ตามลำดับ จากนั้นนำผงสมุนไพรทั้งตัวอย่างแห้งและตัวอย่างชื้นผ่านคลื่นความถี่วิทยุ 27.12 MHz ที่ระดับอุณหภูมิ 65 75 และ 85°C เป็นเวลา 3 นาที พบว่าที่ระดับอุณหภูมิ 85°C สามารถลดการปนเปื้อนเชื้อราในขมิ้น พริก และพริกไทยที่ความชื้นเริ่มต้นเหลือ 2.53 2.06 และ 4.05 CFU/ml($\times 10^5$), ตามลำดับ และสามารถลดการปนเปื้อนในผงสมุนไพร ขมิ้น พริก และพริกไทยที่ได้ทำการเพิ่มความชื้น ลดลงเหลือ 2.13 1.21 และ 1.43 CFU/ml($\times 10^5$) ตามลำดับ เมื่อใช้คลื่นความถี่วิทยุระดับอุณหภูมิสูงชันทำให้ความชื้นและปริมาณน้ำอิสระในผงสมุนไพรลดลง อย่างไรก็ตาม คลื่นความถี่วิทยุสามารถควบคุมเชื้อราที่ปนเปื้อนในผงสมุนไพรได้อย่างมีประสิทธิภาพทั้ง 2 ระดับความชื้น

คำสำคัญ: คลื่นความถี่วิทยุ, ผงสมุนไพร, เชื้อรา

¹ ภาควิชาพืชศาสตร์และทรัพยากรธรรมชาติ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่ 50200

¹ Department of Plant Science and Natural Resources, Faculty of Agriculture, Chiang Mai University

² สถาบันวิจัยเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว มหาวิทยาลัยเชียงใหม่/ ศูนย์นวัตกรรมเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว สำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษา

² Postharvest Technology Research Institute, Chiangmai University / Postharvest Technology Innovation Center, Commission on Higher Education

³ ภาควิชากีฏวิทยาและโรคพืช คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่ 50200

³ Department of Entomology and Plant Pathology, Faculty of Agriculture, Chiang Mai University

คำนำ

กระบวนการผลิตสมุนไพรนั้นสามารถเกิดการปนเปื้อนเชื้อราได้ง่ายในทุกขั้นตอน รวมถึงการเก็บรักษาเพื่อรอจำหน่าย ส่วนใหญ่เป็นเชื้อราในโรงเก็บ (storage fungi) ได้แก่ เชื้อรา *Aspergillus* spp. และ *Penicillium* spp. ทำให้คุณภาพสมุนไพรเสื่อมลง และมีการสร้างสารพิษจากเชื้อราซึ่งเป็นอันตรายต่อผู้บริโภค (อมรธา, 2544) ปัจจุบันมีการอบลมร้อนในสมุนไพรซึ่งช่วยลดการปนเปื้อนของเชื้อรา การอบลมร้อนจะมีการถ่ายเทของอากาศร้อนโดยอาศัยการพาไปที่ผิววัตถุแล้วเข้าสู่ภายในวัตถุ ทำให้ใช้เวลานาน (กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน, 2551) การใช้ความร้อนจากคลื่นความถี่วิทยุ (Radio Frequency; RF) ความร้อนเกิดขึ้นทุกอนุของวัตถุจากภายในออกสู่ภายนอกอย่างรวดเร็ว การกระจายอุณหภูมิดี ใช้เวลาและพลังงานน้อย (Piyasena *et al.*, 2003) ดังนั้นวิธีการแผ่ความร้อนดังกล่าวน่าจะสามารถกำจัดเชื้อราได้อย่างมีประสิทธิภาพ การใช้ความร้อนจากคลื่นความถี่วิทยุจึงเป็นอีกแนวทางหนึ่งในการกำจัดเชื้อราและการพัฒนากระบวนการอบแห้งสมุนไพรในอนาคตเพื่อสามารถยืดอายุการเก็บรักษา

อุปกรณ์และวิธีการ

ผงสมุนไพร ได้แก่ ขมิ้น พริก และพริกไทย 2 ระดับความชื้น ได้แก่ ความชื้นเริ่มต้น (ตัวอย่างแห้ง) และเพิ่มความชื้นด้วยไอน้ำจาก water bath นาน 15 นาที (ตัวอย่างชื้น) ให้ผงสมุนไพรที่มีความชื้นที่ต่างกันเพื่อวัดการทำลายเชื้อ จากนั้นบรรจุผงสมุนไพรแต่ละชนิดทั้งสองระดับความชื้น อย่างละ 200 g ในถุงผ้าดิบ ขนาด 12x12 cm. ใช้คลื่นความถี่วิทยุ 27.12 MHz ที่ 3 ระดับอุณหภูมิ คือ และ 65 75 และ 85 °C นาน 3 นาที ทำการตรวจสอบคุณภาพผงสมุนไพรทั้งสองระดับความชื้นก่อนและหลังการให้คลื่นความถี่วิทยุ ได้แก่ ความชื้น โดยวิธี hot air oven ค่าปริมาณน้ำอิสระ คุณภาพสี (Hunter Lab Colorimeter) L* (ความสว่าง) a* (สีแดง) และ b* (สีเหลือง) การปนเปื้อนเชื้อรา โดยวิธี total plate count ทำการ spread plate 0.1 ml. ที่ความเข้มข้น 10^{-4} - 10^{-6} ลงบนอาหารเลี้ยงเชื้อ PDA ความเข้มข้นละ 2 plate นับจำนวน colony ที่เกิดขึ้นทั้งหมด (colony forming unit, CFU/ml.) (AOAC, 2005)

ผลการทดลองและวิจารณ์

ผงสมุนไพรขมิ้น พริก และพริกไทยมีความชื้นเริ่มต้น 9.66 5.66 และ 8.6% ตามลำดับ พบเชื้อราในขมิ้น พริก และพริกไทย 16.89 2.73 และ 39.64 CFU/ml($\times 10^5$) ตามลำดับ หลังการเพิ่มความชื้นผงสมุนไพรขมิ้น พริก และพริกไทยมีความชื้นเป็น 16.55 11.45 และ 12.57% ตามลำดับ การปนเปื้อนเชื้อราเพิ่มขึ้นเป็น 22.3 3.16 และ 54.05 CFU/ml($\times 10^5$) ตามลำดับ เมื่อเพิ่มความชื้นในผงสมุนไพรการปนเปื้อนเชื้อราเพิ่มขึ้น เนื่องจากสภาพพื้นเหมาะกับการเจริญเติบโตของเชื้อรา (อมรธา, 2544) หลังการให้ความร้อนจากคลื่นความถี่วิทยุพบว่าในทุกระดับอุณหภูมิสามารถลดการปนเปื้อนของเชื้อราในผงสมุนไพรทั้งสามชนิด (Figure 1)

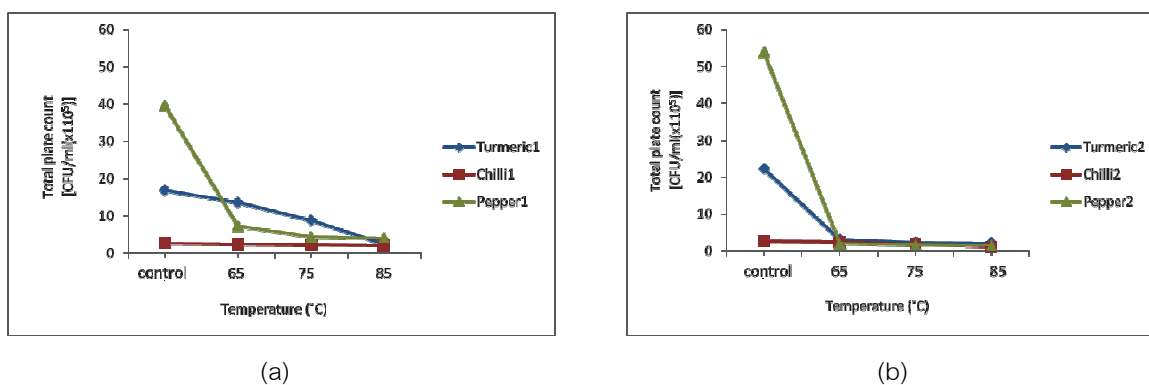


Figure 1 The effects of temperature on control fungi in herb powder at initial moisture content (a) and increasing moisture content (b).

สอดคล้องกับแนวคิดของ Ikediala *et al.*(2000) การใช้ความร้อนจากคลื่นความถี่วิทยุเป็นการใช้อุณหภูมิสูง และเวลาสั้นเพื่อกำจัดเชื้อจุลินทรีย์ และการทำปอดเชื้ออาหารในทางการค้าเพื่อรักษาคุณภาพอาหาร และความร้อนจากคลื่นความถี่วิทยุที่ระดับอุณหภูมิ 85°C สามารถลดการปนเปื้อนเชื้อราได้ดีที่สุดในขมิ้น พริก และพริกไทยที่ความชื้นเริ่มต้นเหลือ 2.53 2.06 และ 4.05 CFU/ml($\times 10^5$) ตามลำดับ สามารถลดปริมาณเชื้อราได้ถึง 85.02 24.5 และ 89.78% ตามลำดับ และในผงสมุนไพรขมิ้น พริก และพริกไทย ที่ทำการเพิ่มความชื้น การปนเปื้อนเชื้อราลดลงเหลือ 2.13 1.21 และ 1.43 CFU/ml($\times 10^5$)

ตามลำดับ สามารถลดปริมาณเชื้อราได้ถึง 90.49 61.71 และ 97.35% ตามลำดับ (Table 1) ผงสมุนไพรที่ทำการเพิ่มความชื้น มีเปอร์เซ็นต์การลดลงของเชื้อรามากกว่าผงสมุนไพรที่ความชื้นเริ่มต้น เนื่องจากในวัตถุดิบที่มีน้ำซึ่งเป็นโมเลกุลที่มีขั้วจะมีสนามแม่เหล็กไฟฟ้าในตัววัตถุดิบมาก ดังนั้นจึงมีการตอบสนองต่อคลื่นความถี่วิทยุได้มากกว่า วัตถุจึงเกิดการสั่นสะเทือนและเกิดเป็นความร้อนได้มากกว่าวัตถุที่มีน้ำอยู่น้อย (กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน, 2551) เชื้อราที่ปนเปื้อนจึงถูกทำลายจากความร้อนอย่างสมบูรณ์

Table 1 The effects of temperature on control fungi in herb powder at initial moisture content and increasing moisture content

Moisture Content	Turmeric					Chilli					Pepper				
	control	65 °C	75 °C	85 °C	Mean	control	65 °C	75 °C	85 °C	Mean	control	65 °C	75 °C	85 °C	Mean
initial	16.89	13.58	8.78	2.53	10.45	2.73	1.45	1.41	2.06	1.91	39.64	7.21	4.28	4.05	13.80
increasing	22.30	3.11	2.31	2.13	7.46	3.16	2.06	1.92	1.21	2.09	54.05	1.66	1.43	1.43	14.64
Mean	19.60	8.35	5.55	2.33		2.95	1.76	1.67	1.64		46.85	4.44	2.86	2.74	
F-test	MC** T** MC x T**					MC ^{ns} T ^{ns} MC x T ^{ns}					MC ^{ns} T** MC x T**				

** = significant (p<0.01), ns = not significant

ผลการทดลองที่ได้สอดคล้องกับงานวิจัยของ Janhang *et al.* (2005) ได้ใช้ความร้อนจากคลื่นความถี่วิทยุเพื่อควบคุมเชื้อราในเมล็ดพันธุ์ข้าวพบว่าที่ระดับอุณหภูมิ 75°C นาน 3 นาที สามารถลดการปนเปื้อนของเชื้อรา *Trichoconis padwickii* เหลือ 18 % และเมล็ดพันธุ์ข้าวยังคงมีความแข็งแรงอยู่ และสอดคล้องกับงานวิจัยของ พัทยาและสุชาติ (2549) ได้ใช้ความร้อนจากคลื่นความถี่วิทยุ ในเมล็ดพันธุ์ข้าวขาวดอกมะลิ 105 ความชื้น 10.4 % พบว่าที่ระดับอุณหภูมิ 75 °C นาน 3 นาที การปนเปื้อนของเชื้อรา *Trichoconis padwickii*, *Fusarium sp.*, *Bipolaris oryzae* และ *Curvularia lunata* ลดลงเหลือ 41 % เมล็ดพันธุ์ยังคงความมีชีวิตที่ 61 % จาก 80 %

ในผงสมุนไพรขมิ้นและพริกไทยพบว่ามีมากขึ้นและการปนเปื้อนเชื้อราสูง ดังนั้นจึงตอบสนองต่อคลื่นความถี่วิทยุได้มาก ทำให้เปอร์เซ็นต์การลดลงของเชื้อราสูง ส่วนพริกมีความชื้นและมีการปนเปื้อนเชื้อราต่ำ จึงตอบสนองต่อคลื่นความถี่วิทยุได้น้อย ทำให้เปอร์เซ็นต์การลดลงของเชื้อราน้อยกว่าขมิ้นและพริกไทย (Table 1 and Figure 1) สอดคล้องกับงานวิจัยของปรัชญาและคณะ (2549) พบว่าการลดลงของเชื้อรา *Fusarium semitectum* ในเมล็ดพันธุ์ข้าวโพด โดยการให้ความร้อนจากคลื่นความถี่วิทยุนั้นมีความสัมพันธ์กันระหว่างระดับของอุณหภูมิที่ให้แก่เมล็ดและค่าความชื้นเริ่มต้นในเมล็ด ที่ระดับความชื้นสูงจะตอบสนองต่อคลื่นความถี่วิทยุได้ดี และที่ระดับอุณหภูมิสูงมีผลทำให้การติดเชื้อลดลง

เมื่อเพิ่มความชื้นในผงสมุนไพรมีผลทำให้ปริมาณน้ำอิสระเพิ่มขึ้น (p<0.01) หลังการให้ความร้อนจากคลื่นความถี่วิทยุพบว่าสามารถทำให้ความชื้นและปริมาณน้ำอิสระในผงสมุนไพรลดลง (p<0.01) และที่ระดับอุณหภูมิ 85°C ทำให้ความชื้นและปริมาณน้ำอิสระลดลงได้มากที่สุด (Figure 2 and 3) สอดคล้องกับงานวิจัยของพัทยาและสุชาติ (2549) ได้ใช้ความร้อนจากคลื่นความถี่วิทยุที่ระดับอุณหภูมิ 75°C เป็นเวลา 3 นาที ในเมล็ดพันธุ์ข้าวขาวดอกมะลิ 105 ที่ความชื้นเมล็ดพันธุ์เริ่มต้น 10.4% พบว่าความชื้นเมล็ดพันธุ์ลดลงเหลือ 9.5 % ซึ่งความร้อนที่เกิดขึ้นนี้จะมีการกระจายอย่างสม่ำเสมอ ความชื้นภายในวัตถุดิบจะเหือดได้อย่างรวดเร็วในเวลาสั้น

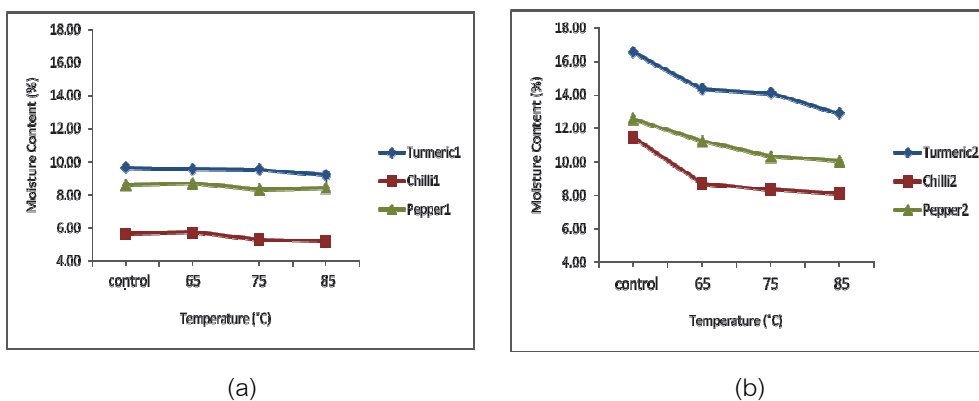


Figure 2 The effects of temperature on moisture content in herb powder at initial moisture content (a) and increasing moisture content (b).

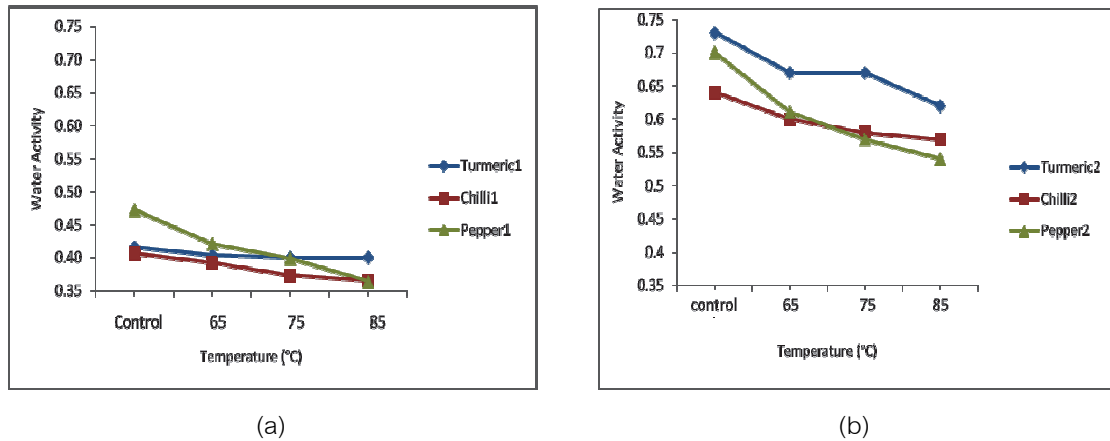


Figure 3 The effects of temperature on water activity in herb powder at initial moisture content (a) and increasing moisture content (b).

หลังการให้ความร้อนจากคลื่นความถี่วิทยุพบว่าค่าความสว่างของไขมันและพริกเพิ่มขึ้น และในพริกไทยมีค่าความสว่างลดลง ($p < 0.01$) ในพริกไทยพบว่าค่าความสว่างทุกระดับอุณหภูมิไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p > 0.05$) ค่าสีแดงของไขมันและพริกลดลง และในพริกไทยมีค่าสีแดงเพิ่มขึ้น ($p < 0.01$) ส่วนค่าสีเหลืองของไขมันและพริกพบว่าไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p > 0.05$) ในทุกระดับอุณหภูมิ และในพริกไทยพบว่าค่าสีเหลืองเพิ่มขึ้น ($p < 0.01$)

สรุปผลการทดลอง

เมื่อเพิ่มความชื้นในผงสมุนไพรทำให้การปนเปื้อนเชื้อราเพิ่มขึ้น การใช้คลื่นความถี่วิทยุที่ระดับอุณหภูมิ 85°C สามารถลดการปนเปื้อนเชื้อราในผงสมุนไพร ไขมัน พริก และพริกไทยได้ดีที่สุด ความชื้นและค่าปริมาณน้ำอิสระลดลง ค่าสีของผงสมุนไพรเปลี่ยนแปลง ในผงสมุนไพรที่มีการเพิ่มความชื้นจะตอบสนองต่อคลื่นความถี่วิทยุได้ดีกว่าทำให้ความชื้นและการปนเปื้อนลดลงได้มากกว่าผงสมุนไพรที่ความชื้นเริ่มต้น อย่างไรก็ตาม คลื่นความถี่วิทยุสามารถควบคุมเชื้อราที่ปนเปื้อนในผงสมุนไพรได้อย่างมีประสิทธิภาพในความชื้นทั้ง 2 ระดับ

คำขอบคุณ

ขอขอบคุณภาคควิชาพืชศาสตร์และทรัพยากรธรรมชาติ คณะเกษตรศาสตร์, สถาบันวิจัยเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, ศูนย์นวัตกรรมเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว สำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษา, และ Department of Crop Sciences, Faculty of Agricultural Sciences, George – August University Goettingen, Germany ที่สนับสนุนงานวิจัย

เอกสารอ้างอิง

- กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน. 2551. ข้อมูลเทคโนโลยีเชิงลึก การให้ความร้อนแบบไดอิเล็กทริก (Dielectric Heating). โครงการพัฒนาประสิทธิภาพการใช้พลังงานในภาคอุตสาหกรรมและธุรกิจ. 1-10.
- ปรัชญา วาสนาเจริญ, พัทยา จันทรแห่ง, ณัฐศักดิ์ ฤกษ์ดีกาเมษ Dieter Von Hörsten และ Wolfgang Lücke. 2549. การใช้คลื่นความถี่วิทยุในการกำจัดเชื้อรา *Fusarium semitectum* ในเมล็ดข้าวโพด (*Zea mays*). ว.วิทย์. 37(5): 180-182.
- พัทยา จันทรแห่ง และสุชาดา เวียรศิลป์. 2549. การใช้คลื่นความถี่วิทยุในการควบคุมเชื้อราและแมลงในเมล็ดพันธุ์ข้าวขาวดอกมะลิ 105. ว.วิทย์. 37(2): 77-80.
- อมรา ชินภูมิ. 2544. จุลินทรีย์ในผลิตภัณฑ์จากพืชสมุนไพร. ข่าวสารโรคพืชและจุลชีววิทยา. 11(3): 27-38.
- AOAC. 2005. Official Methods of Analysis, 18th ed. Association of Official Chemists, Washington, DC.
- Ikediala, J.N., J. Tang and T. Wig. 2000. A heating block system for studding thermal death kinetics of insect pests. Trans. ASAE. 43: 351-358.
- Janhang, P., N. Krittigamas, L. Wolfgang and S. Vearasilp. 2005. Using radio frequency heat treatment to control seed-borne *Trichoconis padwickii* in rice seed (*Oryza sativa* L.). Deutcher Tropentag. 2005. Stuttgart-Hohenheim, Germany.
- Piyasena, P., C. Dussault, T. Koutchma, H. S. Ramaswamy and G. B. Awuah. 2003. Radio Frequency Heating of Foods: Principles, Applications and Related Properties-A review. Food Science and Nutrition 43(6): 587-606.