

หัวข้อวิทยานิพนธ์ การควบคุมโรคและแมลงในไร่ข้าวและมะม่วงโดยอาศัยวิธีการใช้ความร้อนจากคลื่นความถี่วิทยุ

ผู้เขียน นายณัฐศักดิ์ กฤติกาเมษ

ปริญญา วิทยาศาสตรดุษฎีบัณฑิต (พืชไร่)

คณะกรรมการที่ปรึกษา	ดร. แสงทิวา สุริยงค์	อาจารย์ที่ปรึกษาหลัก
	ดร. วิบูลย์ ช่างเรือ	อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม
	รศ. ดร. เทอดชัย เวียรศิลป์	อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม

บทคัดย่อ

คลื่นความถี่วิทยุเป็นคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าที่สามารถกระจายความร้อนผ่านวัตถุที่มีความหนาได้ดีจึงถูกนำมาประยุกต์ใช้ในกระบวนการให้ความร้อนกับวัตถุที่มีน้ำเป็นองค์ประกอบซึ่งอาศัยหลักการสร้างความร้อนโดยการใช้คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าในความถี่ระดับคลื่นวิทยุปล่อยผ่านไปยังวัตถุที่มีพันธะโมเลกุล 2 ขั้วทำให้ตัวของวัตถุเกิดความร้อนขึ้นภายในระยะเวลาอันสั้น ดังนั้นการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ได้ทำการพัฒนาเทคนิคคลื่นความถี่วิทยุเพื่อเพิ่มมูลค่าในตัวอย่างวัตถุดิบทางการเกษตรที่มีความชื้นต่ำและมีความชื้นสูงโดยตัวอย่างที่มีความชื้นต่ำได้แก่ข้าวซึ่งประกอบด้วยไขมันเป็นองค์ประกอบและเกิดความหืนในขณะเก็บรักษาได้ง่ายโดยเฉพาะข้าวเหนียวดำที่มีคุณค่าทางโภชนาการสูง ในการทดลองนี้จึงมีวัตถุประสงค์ เพื่อหาระดับคลื่นความถี่วิทยุที่เหมาะสมและมีประสิทธิภาพสำหรับใช้ยืดอายุการหืนของรำละเอียดของข้าวเหนียวดำหรือข้าวกล้องและทดสอบปฏิบัติการตอบสนองการหืนของรำข้าวกล้องต่อเทคนิคการใช้คลื่นวิทยุ ส่วนวัตถุดิบที่มีความชื้นสูง คือ ผลมะม่วง เนื่องจากเป็นสินค้าส่งออกที่มีมูลค่าการส่งออกที่สำคัญของไทย แต่มักประสบปัญหาการเข้าทำลายของแมลงวันผลไม้และจำเป็นต้องผ่านกระบวนการกำจัดโดยการแช่ในน้ำร้อนด้วยระยะเวลาประมาณ 90 นาที ดังนั้นจึงได้มีแนวทางลดระยะเวลาของกระบวนการให้สั้นลงโดยการนำเทคนิคคลื่นความถี่วิทยุมาพัฒนาปรับใช้นอกจากนี้การใช้ความร้อนจากคลื่นความถี่วิทยุกับผลไม้สดได้มีรายงานว่าเกิดความเสียหาย ณ จุดสัมผัสของผลไม้กับภาชนะบรรจุและบริเวณที่ผลไม้สัมผัสกันเองมากที่สุด ดังนั้นจึงได้ทำการวิจัยเพื่อสร้างเครื่องต้นแบบและพัฒนาประยุกต์ใช้งานร่วมกับภาชนะบรรจุน้ำเพื่อปรับปรุงความสม่ำเสมอในการให้ความร้อนจากคลื่นความถี่วิทยุและหารูปแบบของการให้ความร้อนด้วยคลื่นความถี่วิทยุผ่านวัสดุทดลองคือมะม่วงที่มีคุณสมบัติ ไดอิเล็กทริกต่างกัน และวัดประสิทธิภาพเทคนิคการกำจัดแมลงที่

ได้ทำการวิจัยมาแล้วเบื้องต้นมาประยุกต์ใช้ในการกำจัดโรคและแมลงวันผลไม้ (*Batrocera dorsalis* (Handel); Tephrididae: Diptera) ที่ปนเปื้อนมากับมะม่วง โดยมีเป้าหมายให้คุณภาพของวัตถุดิบเสียหายน้อยที่สุดและทดสอบคุณภาพของมะม่วงภายหลังการให้ความร้อนด้วยคลื่นความถี่วิทยุเพื่อควบคุมแมลงวันผลไม้

การพัฒนาเทคนิคคลื่นความถี่วิทยุเพื่อเพิ่มมูลค่าในตัวอย่างวัตถุดิบทางการเกษตรที่มีความชื้นต่ำ เช่น ลำข้าวจำนวน 4 พันธุ์ (พันธุ์ข้าวเหนียวสันป่าตอง 1 ข้าวเจ้าพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 ข้าวเหนียวดำพันธุ์ก่ำคอยสะเก็ด และก้านาน) ที่ผ่านคลื่นความถี่วิทยุ (27.12 MHz) ด้วยความร้อน 3 ระดับอุณหภูมิ คือ 70, 75 และ 80 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 3 นาที และบรรจุในสภาพปิดสนิทแบบสุญญากาศแล้วเก็บรักษานาน 6 เดือน ที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส ผลการทดลองพบว่า การให้ความร้อนด้วยเทคนิคคลื่นความถี่วิทยุส่งผลให้ความชื้นลดลง (มากกว่า 1 เปอร์เซ็นต์) และค่าความหืนซึ่งวัดโดยกรดไขมันอิสระ (TBA) ของลำข้าวลดลงอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) แต่ภายหลังการเก็บรักษา 2 เดือนพบว่าความชื้นกลับเพิ่มขึ้นเนื่องจากสมดุลความชื้นและระดับอุณหภูมิ 70 และ 75°C ทำให้การปนเปื้อนจุลินทรีย์ในลำข้าวลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และการเก็บรักษา 2-6 เดือน ทำให้ลำข้าวมีปริมาณไขมันเพิ่มขึ้นต่างจากรำข้าวก่อนเก็บรักษาอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และทำให้ลำข้าวมีปริมาณค่า TBA มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นในช่วง 4 เดือนแรกและลดลงในเดือนที่ 6 เมื่อพิจารณาถึงปฏิกริยาร่วมระหว่างอุณหภูมิและพันธุ์ข้าวพบว่า มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงค่า TBA อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยการให้ความร้อนด้วยเทคนิค RF ที่อุณหภูมิ 75 และ 80°C มีผลให้ไขมันในลำข้าวพันธุ์สันป่าตอง 1 มีค่า TBA เฉลี่ยต่ำที่สุด และเทคนิคดังกล่าวยังมีผลให้ลำข้าวก้านานมีปริมาณแอนโทไซยานินที่สกัดได้เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ นอกจากนี้ ยังได้ทำการทดลองต่อเนื่องโดยการให้ความร้อนจากเทคนิคคลื่นความถี่วิทยุด้วยอุณหภูมิที่สูงขึ้น 3 ระดับคือ 80, 100 และ 120°C นาน 5 นาที ในการคงสภาพ ลำข้าวเจ้า (พันธุ์ขาวดอกมะลิ 105) และข้าวเหนียว (พันธุ์สันป่าตอง 1) แล้วเก็บรักษาในบรรจุภัณฑ์ที่สภาพต่างกัน (ความดัน 70 และ 100 kPa) เป็นเวลานาน 3 เดือน และทดสอบการเปลี่ยนแปลงคุณภาพทางเคมีและการทำงานของเอนไซม์ไลเปส ผลการทดลองพบว่า ความร้อนจากเทคนิคคลื่นความถี่วิทยุส่งผลให้ความชื้นของลำข้าวลดลงอย่างมีนัยสำคัญ ส่วนปริมาณไขมันและโปรตีนมีค่าไม่เปลี่ยนแปลง และการทำงานของเอนไซม์และค่าความหืนของรำมีค่าลดลงตามอุณหภูมิที่เพิ่มสูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ ภายหลังการเก็บรักษานาน 3 เดือนความชื้นกลับเพิ่มขึ้นไปสู่สมดุลความชื้นและค่าความหืนของรำที่ผ่านการให้อุณหภูมิ 80 °C มีค่าความหืนเพิ่มขึ้นสูงกว่ากรรมวิธีอื่นๆ ภายหลังการเก็บรักษาในอุณหภูมิเนทความดัน 70 kPa นาน 1 เดือนในขณะที่การเก็บในอุณหภูมิเนทความดัน 100 kPa มีค่าความหืนไม่เปลี่ยนแปลง อย่างไรก็ตาม การคงสภาพรำด้วยการประยุกต์ใช้เทคนิคคลื่นความถี่วิทยุที่ 100 และ

120°C มีผลต่อการทำงานและการคงสภาพของเอนไซม์ไลเปสลดลงได้ถึง 17-26% ของค่าสูงสุดของการทำงานของเอนไซม์ในรำข้าวที่ไม่ผ่านคลิ่น

การพัฒนาเทคนิคคลิ่นความถี่วิทยุเพื่อเพิ่มมูลค่าในตัวอย่างวัตถุดิบทางการเกษตรที่มีความชื้นสูง เช่น การกำจัดด้วงงวงข้าวที่ปนเปื้อนมากับมะม่วงพบว่าค่าไดอิเล็กทริกของมะม่วง 3 พันธุ์ (น้ำดอกไม้ โชคอนันต์ และฟ้าลั่น) จุ่มในน้ำอุณหภูมิ 35, 40 และ 50°C นาน 30, 60 และ 90 นาที พบว่าค่าการสูญเสียและค่าคงที่ไดอิเล็กทริกของมะม่วงทุกพันธุ์มีค่าลดลงตามความถี่ที่เพิ่มขึ้น แต่มีค่าสูงขึ้นตามอุณหภูมิที่ให้เพิ่มขึ้นในเวลาที่นานมากขึ้น นอกจากนี้ผลการทดลองยังพบว่า การพัฒนาเครื่องดันแบบ ภาชนะจานหมุนผลไม้เพื่อประยุกต์ใช้กับเครื่องให้ความร้อนด้วยเทคนิคคลื่นวิทยุขนาด 1,000 วัตต์ นาน 3-5 นาที มีความเป็นไปได้ในการกระจายความร้อนภายในผลมะม่วงโดยมีน้ำเป็นตัวกลางซึ่งมีการกระจายความร้อนภายในผลดีกว่าการใช้วิธีการใช้ความร้อนและความสม่ำเสมอใกล้เคียงกับการจุ่มมะม่วงในน้ำร้อน 46°C นาน 40 นาที และผลมะม่วงไม่มีรอยชำหรือไหม้ที่เกิดจากความร้อน หลังจากนั้นจึงได้ทำการทดลองเปรียบเทียบการลดการปนเปื้อนของไข่และหนอนแมลงวันผลไม้ในมะม่วง โดยการให้ความร้อนจากเทคนิคคลิ่นความถี่วิทยุ 48°C นาน 4, 6 และ 8 นาที เทียบกับวิธีมาตรฐาน (46°C นาน 90 นาที) แล้วทดสอบคุณภาพผลมะม่วง ผลการทดลองพบว่า ความร้อนจากเทคนิคคลิ่นความถี่วิทยุสามารถลดการปนเปื้อนของไข่และหนอนแมลงวันผลไม้ในมะม่วงได้อย่างสมบูรณ์ เทียบเท่ากับวิธีมาตรฐานและยังคงสภาพทางกายภาพของมะม่วงไว้ได้ไม่เปลี่ยนแปลง และไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงความหวานของผลมะม่วง ทั้งนี้การใช้ความร้อนที่อุณหภูมิ 48°C นาน 8 นาที ไม่มีผลต่อค่าความเป็นกรดของมะม่วงเช่นเดียวกับวิธีมาตรฐาน

Thesis Title	Disease and Insect Pest Controls in Rice Bran and Mango by Radio Frequency Heat Treatment	
Author	Mr. Nattasak Krittigams	
Degree	Doctor of Philosophy (Agronomy)	
Advisory Committee	Dr. Sangtiwa Suriyong	Advisor
	Dr. Viboon Changrue	Co-advisor
	Assoc. Prof. Dr. Therdchai Vearasilp	Co-advisor

ABSTRACT

Radio frequency (RF) is an electromagnetic radiation that greatly dissipates heat through the thick material, then it has been applied in the heating process with materials containing water element. The principle uses is based on heat generated by using electromagnetic field in performance of radio frequency emissions through a dipole molecular of the object of which causes the heat generated within a short time. Therefore, this study has developed RF techniques to increase the value of agricultural raw materials in different type of orthodox and recalcitrant material. Low moisture containing as orthodox material was represented as rice bran sample which contain high fatty acid and always caused rancidity during storage especially purple rice bran comprising with nutraceutical composition. The objective was to find out appropriate and effective RF technique for extending the rancidity of the purple rice bran and determined the responsibility of the bran to the RF technique. The recalcitrant material or high humidity is used mango fruit as a representative because of their high value of export fruit of Thailand. However, the mango faced with fruit fly infestation and needed to eradicate by soaking in hot water for approximately 90°C. RF technique is an alternative use to eliminate the fly, but the heat treatment with fresh fruit has been reported that the damage has been observed at the point of contact with container and fruit at each touch point, the research was to develop and create a prototype application of the turntable with a container of water to improve

the uniformity of the RF heat and determined appropriate method through trial with different dielectric property of mango. The experiment was also measured the performance of the techniques on controlling insects pest contaminated in mango fruit which have approved through preliminary research of elimination of fruitfly (*Batrocera dorsalis* (Handel); Tephrididae: Diptera) contaminated with raw mangoes without adverse effect on the fruit. The qualities of mangoes after RF heating to control fruit flies were also tested.

The development of RF to add value in agricultural raw materials with low moisture such as rice bran 4 cultivars (glutinous rice cv. Sanpatawng1, non-glutinous rice Kaw Dok Mali 105, purple rice cv. Kam Doi Saket and Kam Nan) treated with RF (27.12 MHz) with temperature of 70, 75 and 80°C for 3 minutes and packed under vacuum seal, then stored for 6 months at 25°C showed that the RF heat decreased rice bran moisture content (about 1 percent) and the rancidity of rice decreased significantly ($p \leq 0.05$). However, after two months storage, the water retention increased moisture content to the equilibrium. The temperature of 70 and 75°C significantly decreased the microbial contamination in rice bran samples. After storage for 2-6 months, the oil content significantly increased from the previous storage. The rancidity measured by TBA value increased with the storage time through 4 months after that it decreased until 6 months. The interaction between temperature and rice cultivars significantly affected on change of TBA value by RF heating at 75 and 80°C rice bran showed the lowest TBA value. As well as the techniques resulted in a large amount of anthocyanin extraction of rice bran cv. Kam Nan which was significant increased. Consequently, the further study was to investigate higher temperature 80, 100 and 120°C for 5 minutes) of RF heat treatments for alternative stabilization technique in rice bran 2 cultivars (non-glutinous rice cv. Khaw Dawk Mali 105; KDML 105 and glutinous rice cv. San Pa Twang 1; SPT1) and stored in two different packaging conditions (pressure 70 and 100 kPa) for 3 months. Before and after storage for each 1 month, the chemical compositions and enzyme lipase activity were determined. The result found that after treating, the moisture of both cultivars significantly decreased while the oil and protein content was unchanged. The lipase enzyme and rancidity significantly decreased with increasing of treated temperatures.

After storage for 3 months, the moisture of all bran in both packing increased due to equilibrium moisture activity. Storage of 1 month also resulted in TBA value of bran packed in 70 kPa sealer especially the sample treated at 80°C showed the highest value (18mg MDA/kg rice bran) whereas the value of bran closed in -100 kPa was unchanged. Moreover, the stabilized rice bran using RF application was influenced the activity and stability of lipase by using temperature of 100 and 120°C could also retain 17-26% of the maximal activity of lipase enzyme in untreated rice bran.

Development of RF techniques to increase the value of agricultural raw materials with high humidity such as the removal of fruit fly contaminated in mango found that dielectric property (dielectric constant and loss factor) of mango 3 cultivars (Nam Dok Mai, Chok Anan and Fa Lun) dipped in water at temperature of 35, 40 and 50°C for 30, 60 and 90 minutes decreased with increasing of frequency but increased with increasing temperature and time. Moreover, development of the prototype turntable disc with a container of water combined with RF power of 1,000 watt for 3-5 minutes possibility improved heat uniformity inside the mango fruit by using water as conductor. The heat distribution showed higher performance than mango treated with hot air method and the uniformity of heat was similarly to mango dipped in water at temperature of 46°C for 90 minutes of which the mango showed no bruises or burn caused by heat. The next experiment was further carried out to control fruit fly contaminated in mango fruit by using RF heat treatment at temperature of 48°C for 4, 6 and 8 minutes compared with standard method (dipping in hot water temperature of 46°C for 90 minutes). After exposure to RF application, the mango samples were tested for qualities. The results showed that RF heating technique completely reduced the contamination of eggs and larvae in mango fruit fly which equivalent to the standard method and the physical condition of mangos remain unchanged as well as both methods showed no effect on sweetness of the fruit. The use of heat at 48°C for 8 minutes did not affect on the pH of mango which the result similarly to the standard method.