การพัฒนาเครื่องกำจัดด้วงงวงข้าวโดยใช้ความร้อนจากรังสีอินฟราเรด

Development of Rice Weevils Elimination Machine in Rice by using Infrared heater

ปิยะพงษ์ วงค์ขันแก้ว* วรกฤช ดอนคำเพ็ง วิทยา พรหมพฤกษ์

บุญญฤทธิ์ วังงอน วีรยุทธ หล้าอมรชัยกุล และสมชาติ หาญวงษา

สาขาวิชาเครื่องจักรกลเกษตร คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา พิษณุโลก

บทคัดย่อ

ในขณะการเก็บรักษาข้าวสารนั้นจะมีการสูญเสียเนื่องจากด้วงงวงข้าวส่งผลให้คุณภาพข้าวลดน้อยลง วิธีการกำจัดส่วนใหญ่จะใช้สารเคมีซึ่งส่งผลกระทบต่อทั้งสิ่งแวดล้อมและสุขภาพของผู้บริโภค จึงมีการพัฒนาเครื่องกำจัดด้วงงวงข้าวนี้มาเพื่อทดแทนการใช้สารเคมี ซึ่งช่วยแก้ปัญหาด้วงงวงข้าวทำลายข้าวสารและลดปัญหาการตกค้างของสารเคมีทำให้มีความปลอดภัยต่อผู้บริโภคมากขึ้น งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาเครื่องกำจัดแมลงในข้าวสารโดยใช้ความร้อนจากรังสีอินฟราเรด ประกอบด้วย ถังบรรจุข้าว, ตู้ควบคุม, ชุดลำเลียง, และหลอดอินฟราเรด ใช้ข้าวสารพันธุ์ดอกมะลิ 105 ในการทดลอง โดยศึกษา 3 ปัจจัย ได้แก่ อุณหภูมิ ความหนาของชั้นข้าว และระยะเวลาในการให้ความร้อนด้วยการออกแบบการทดลองแบบ Box behnken Design จำนวนการทดลอง 15 ครั้ง และทดลองซ้ำ 3 ครั้ง จากการทดลองพบว่าการให้อุณหภูมิความร้อนและเวลาที่เพิ่มขึ้นส่งผลต่ออัตราการตายของด้วงงวงข้าวเพิ่มขึ้นด้วย ในทางตรงกันข้ามกันเมื่อความหนาของข้าวเพิ่มขึ้นส่งผลทำให้อัตราการตายของด้วงงวงข้าวลดลง ความเหมาะสมสำหรับการกำจัดด้วงงวงข้าวในข้าวสารอยู่ที่อุณภูมิ 55 องศาเซลเซียส ความหนาของชั้นข้าว ที่ 1.5 เซนติเมตร ระยะเวลาการให้ความร้อนที่ 30 วินาที ความสามารถในการกำจัดด้วงงวงข้าวเท่ากับ 100% คุณภาพทางกายภาพพบว่าไม่มีการแตกหักหลังจากการผ่านความร้อนและความชื้นลดลงน้อยมาก อัตราการทำงานของเครื่องเฉลี่ย 58.08 กก./ชั่วโมง

คำสำคัญ : การเก็บรักษาข้าวสาร, รังสีอินฟราเรด, ด้วงงวงข้าว (*Sitophilus oryzae* (Linnaeus))

Abstract

During storage, the losses of rice were caused by *Sitophilus oryzae* (Linnaeus), the affected rice's quality was reduced. Usage of chemical in controlling of Rice Weevils in storage may affect the environment and harm consumer health. This research aimed to develop Rice Weevil elimination machine in rice by using heat from Infrared instead of the conventional approach, insecticides and chemicals. This alternative may not only reduce the rice losses during storage but provide environmental friendly solution for pest control and safer rice for consumers. The prototype’s components were storage bin, controller box, chain conveyer and infrared lamp. Khao Dawk Mali 105 rice (KDML 105) and *Sitophilus oryzae* (Linnaeus) varieties were used in this case. There were 3 factors including air temperature, rice thickness and exposure time (s). The experiment was designed using the Box Behnken Design with 15 experiments and 3 repeats. It was found that mortality of Rice Weevil increased with increasing temperature and exposure time. On the contrary, mortality of Rice Weevil decreased with increasing rice thickness. The optimal condition for mortality of Rice Weevil within air temperature of 55°C, rice thickness of 1.5 cm. and exposure time of 30 s., the efficiency of disinfestations of Rice Weevil was 100%. After, heating in Rice Weevil disinfestation had no significant effect on rice physical qualities and moisture. The performance of prototype was 58.09 kg./hr.

Keywords: Rice Storage, Infrared Radian and Rice Weevil (*Sitophilus oryzae* (Linnaeus))

*ผู้นิพนธ์ประสานงาน piyaw_rmutl@hotmail.com

1. บทนำ

ข้าวเป็นพืชอาหารหลักที่มีความสำคัญต่อชีวิตคนไทย เศรษฐกิจของประเทศ และยังเป็นเป็นผู้ส่งออกข้าวรายใหญ่ของโลก แต่ในการส่งออกข้าวได้ประสบกับปัญหาในการส่งออกเนื่องจากแมลงที่ติดปะปนไปกับข้าวเข้าไปทำลายเมล็ดทำให้คุณภาพผลิตผลลดลง ไม่ได้มาตรฐานตามท้องตลาดทั้งในและต่างประเทศ เป็นการทำลายชื่อเสียง ส่งผลให้มีการส่งกลับคืนเป็นสาเหตุที่ทำให้ข้าวจำหน่ายไม่ได้ หรือจำหน่ายได้ในราคาไม่ดีเท่าที่ควร [2], [4]

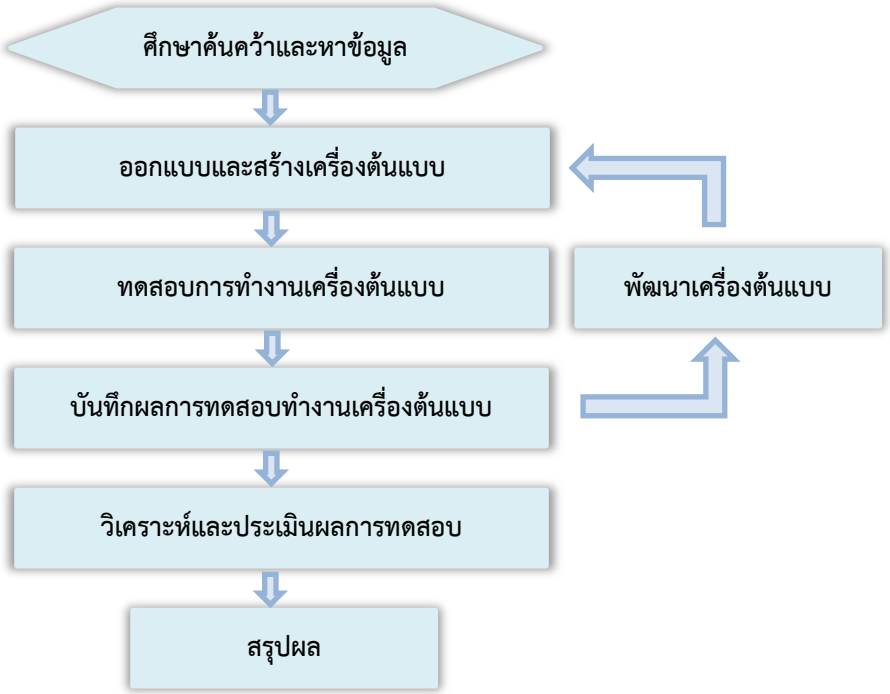
ปัจจุบันยังไม่มีวิธีการกำจัดแมลงที่เหมาะสม ส่วนใหญ่ในโรงสีหรือภาคอุตสาหกรรมใช้สารเคมีกำจัดแมลงซึ่งต้องระมัดระวังถึงอันตรายของสารพิษที่ตกค้าง การใช้ความร้อนในการกำจัดแมลงจึงเป็นกระบวนการหนึ่งที่ช่วยแก้ปัญญาหาแมลงทำลายข้าว ตลอดจนการใช้ความร้อนจากรังสีอินฟราเรดจะลดการตกค้างของสารเคมีเนื่องจากการทำลายด้วงงวงข้าวด้วยสารเคมีนั้นไม่ปลอดภัยต่อผู้บริโภค [6] การเก็บรักษาและการส่งออกจะมีแมลง และศัตรูข้าวมากัดกินข้าวสารได้แก่ มอดหัวป้อม ผีเสื้อข้าวเปลือก ด้วงงวงข้าว เป็นต้น ในการกำจัดแมลงของโรงสีข้าว นิยมใช้สารเคมี เนื่องจากการใช้ค่อนข้างง่าย มีอุปกรณ์ไม่ค่อยยุ่งยากและมีความ สะดวกในการใช้ แต่ปัญหาที่พบตามมา เช่น สารพิษตกค้างในร่างกาย ก่อให้เกิดโรคแก่ผู้ใช้และผู้บริโภค ผลผลิตไม่ปลอดภัย ขาดความเชื่อถือจากผู้บริโภค ไม่ช่วยรักษาสิ่งแวดล้อมและการส่งออกไม่ได้มาตรฐานเกษตรอินทรีย์ [3]

การวิจัยนี้มีจุดมุ่งหมายเพื่อพัฒนาเครื่องกำจัดแมลงในข้าวสารโดยใช้ความร้อนจากรังสีอินฟราเรด ทั้งนี้เพื่อสนองต่อนโยบายเกษตรและผลิตภัณฑ์อาหารที่สะอาดโดยไม่ใช้สารเคมี โดยทำการศึกษาการเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติทางกายภาพของผลผลิตที่ ผ่านกระบวนการให้คลื่นอินฟราเรดเพื่อให้ได้ทางเลือกในการจัดการหลังการเก็บเกี่ยวและกำจัดแมลงเพื่อคุณภาพผลิตภัณฑ์ทางการเกษตรที่จะส่งผลไปถึงความปลอดภัยกับสุขภาพ

2. วิธีดำเนินการวิจัย

2.1 การศึกษาและพัฒนาเครื่องกำจัดแมลงในข้าวสารโดยใช้ความร้อนจากรังสีอินฟราเรด

ขั้นตอนการพัฒนาเครื่องกำจัดแมลงในข้าวสารโดยใช้ความร้อนจากรังสีอินฟราเรด ได้นำข้อมูลจากการศึกษาและค้นคว้าข้อมูลเบื้องต้นเกี่ยวกับลักษณะทางกายภาพของพันธุ์ข้าวต่าง ๆ รวมถึงการผลิตข้าว, สรีระวิทยา, วงจรชีวิต, พฤติกรรมของด้วงงวงข้าว, ศึกษารังสีอินฟราเรด, ความร้อนสำหรับการกำจัดแมลง และผลของความร้อนที่มีผลต่อข้าว เพื่อใช้ประกอบในขั้นตอนการดำเนินงานตลอดจนถึงวิธีการทำงานของเครื่องและอุปกรณ์ต่างๆ เพื่อใช้ในการพัฒนาเครื่องกำจัดแมลงในข้าวสารโดยใช้ความร้อนจากรังสีอินฟราเรด ให้ออกมามีประสิทธิภาพในการกำจัดแมลงได้ดีและใช้งานได้ ซึ่งขั้นตอนการทำงานดังต่อไปนี้



รูปที่ 1 ขั้นตอนการดำเนินงานวิจัย

2.2 การออกแบบทดสอบประสิทธิภาพเครื่องกำจัดแมลงในข้าวสารโดยใช้ความร้อนจากรังสีอินฟราเรด

เตรียมตัวอย่างสำหรับการทดสอบโดยนำข้าวเปลือกจำนวน 1,000 กรัม ต่อด้วงงวงข้าวข้าวเปลือก 60 ตัว กำหนดสัดส่วนข้าวเปลือก 300 กรัม ต่อด้วงงวงข้าว 20 ตัว ซึ่งเป็นสัดส่วนที่อยู่ในระดับปานกลางและพบโดยทั่วไป [5] จากนั้นนำมาผสมและคลุกเคล้าเพื่อให้ได้ตัวอย่างสำหรับการทดสอบ นำตัวอย่างที่ได้มาทำใส่ลงในถังบรรจุข้าวเพื่อทดสอบ ทำการทดสอบและบันทึกผลการทดลอง การออกแบบการทดลองกำจัดด้วงงวงข้าวในข้าวสารด้วยการออกแบบการทดลองแบบ Box Benhken Design จำนวนการทดลอง 15 ครั้ง ทดลองซ้ำ 3 ครั้ง รวมการทดลอง 45 การทดลอง โดยตัวแปรที่ใช้ในการทดสอบ ได้แก่ อุณหภูมิ (50, 55, 60 และ 65 องศาเซลเซียส), ความหนาของชั้นข้าว (1, 1.5 , 2 และ 2.5 เซนติเมตร) และระยะเวลาการให้ความร้อน (30, 60, 90 และ 120 วินาที) เพื่อศึกษาประสิทธิภาพการกำจัดด้วงงวงข้าว โดยคิดเป็นร้อยละ ดังตารางที่ 1

2.3 การศึกษาคุณภาพข้าวก่อนและหลังให้ความร้อน

เป็นการศึกษาคุณภาพทางกายภาพ (Physical Quality) ของข้าวสาร เช่น การแตกหักและความชื้นในเมล็ด เป็นต้น

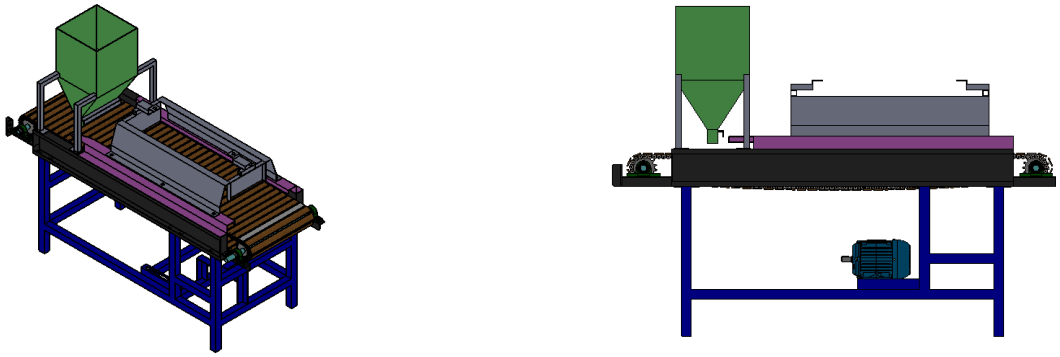
ตารางที่ 1 ลำดับการทดลองที่ได้จากโปรแกรม Minitab Release 15

ลำดับการทดลอง	ลำดับการสุ่ม	ปัจจัย			อัตราการตายของมอด (ร้อยละ)
		อุณหภูมิ (C°)	ความหนาของชั้นข้าว (cm)	ระยะเวลา (sec)	
1	29	50	2.5	60	71
2	14	55	2.5	30	68
3	32	60	2.5	30	73
...					
43	8	55	1.5	30	100
44	17	50	2	30	74
45	24	65	2.5	60	87

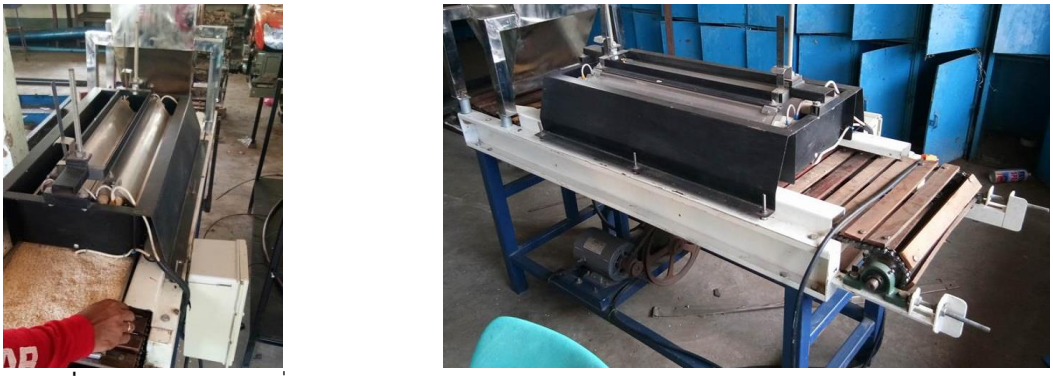
3. ผลการวิจัย

3.1 ผลการศึกษาและพัฒนาเครื่องกำจัดแมลงในข้าวสารโดยใช้ความร้อนจากรังสีอินฟราเรด

เครื่องมีขนาด 0.65x1.80x0.90 เมตร ประกอบด้วย ถังบรรจุข้าว, ตู้ควบคุม, ชุดลำเลียง, และหลอดอินฟราเรด 1000 วัตต์ จำนวน 2 หลอด เครื่องมีกระบวนการทำงานคือนำข้าวใส่ลงในถังบรรจุ เปิดเครื่องควบคุมอุณหภูมิเมื่อเครื่องทำงานถึงอุณหภูมิที่กำหนด ให้เปิดเครื่องชุดลำเลียง จากนั้นเปิดข้าวในถังบรรจุลงถาดอลูมิเนียม ข้าวจะถูกลำเลียงไปตามชุดลำเลียง ผ่านช่วงหลอดรังสีอินฟราเรด ลงสู่กระสอบหรือถังบรรจุผ่านทางออกข้าว



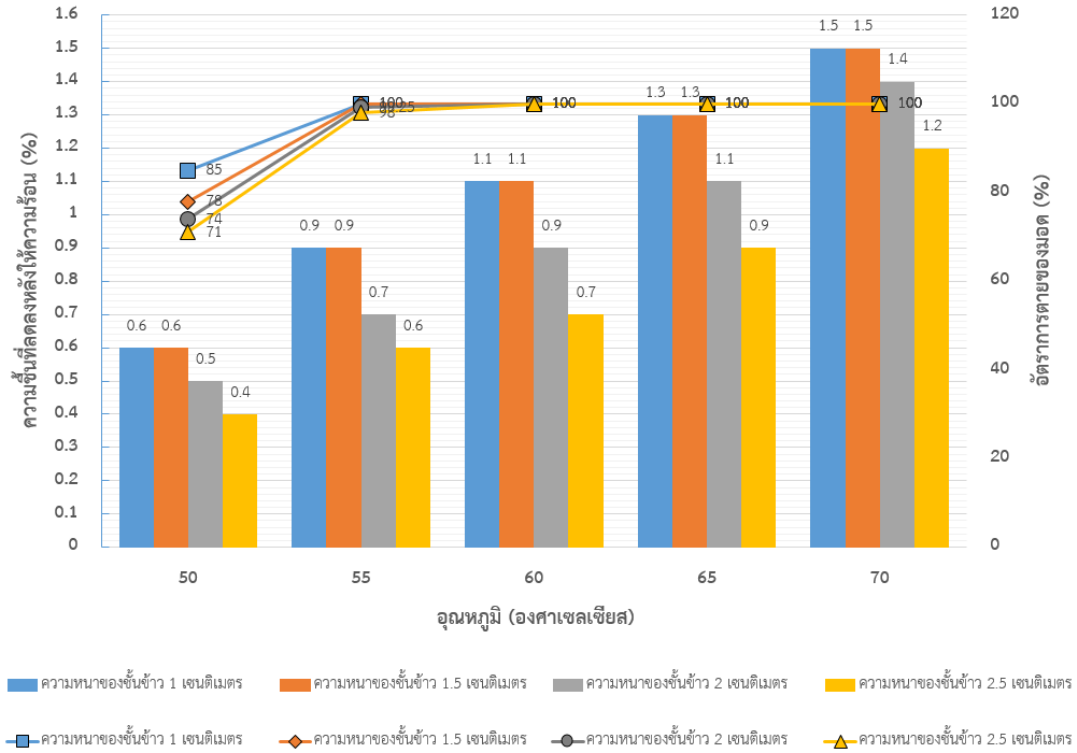
รูปที่ 2 เครื่องกำจัดแมลงในข้าวสารโดยใช้ความร้อนจากรังสีอินฟราเรดต้นแบบ



รูปที่ 3 การทำงานของเครื่องกำจัดแมลงในข้าวสารโดยใช้ความร้อนจากรังสีอินฟราเรดต้นแบบ

3.2 ผลการศึกษาผลของความร้อนจากเครื่องกำจัดแมลงโดยใช้รังสีอินฟราเรดต่อเมล็ดพันธุ์ข้าว

หลังผ่านกระบวนการให้ความร้อนโดยใช้รังสีอินฟราเรด อัตราการตายของด้วงงวงข้าวเพิ่มขึ้นเมื่ออุณหภูมิและระยะเวลาการให้ความร้อนเพิ่มสูงขึ้น และเมื่อชั้นความหนาของข้าวเพิ่มขึ้นอัตราการตายของด้วงงวงข้าวจะลดลง ผลการออกแบบการทดลอง พบว่าระดับค่าปัจจัยในการกำจัดด้วงงวงข้าวในข้าวสารที่เหมาะสม คือ อุณหภูมิ 55 องศา เซลเซียส ความหนาของข้าวสาร 1.5 เซนติเมตร ระยะเวลาในการให้ความร้อน 30 วินาที กำหนดความสูงของหลอดห่างกับข้าวสาร 10 เซนติเมตร



รูปที่ 4 การเปรียบเทียบผลของอุณหภูมิและความหนาของชั้นข้าวที่มีผลต่อเปลี่ยนแปลงของเปอร์เซ็นต์ความชื้นและการตายของด้วงงวงข้าวข้าวเปลือก ที่ระยะเวลาการให้ความร้อน 30 วินาที

3.3 ผลการศึกษาคุณภาพข้าวก่อนและหลังให้ความร้อน

ผลการศึกษาขนาดรูปร่างเมล็ด (Grain Dimension) ใช้การสุ่มเมล็ดข้าวสาร จำนวน 100 เมล็ด โดยใช้เวอร์เนียร์ระบบดิจิตอล สำหรับวัดขนาดเพื่อเปรียบเทียบกับมาตรฐานความยาวเมล็ดข้าว แบ่งได้ 4 ขนาด ดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ขนาดรูปร่างเมล็ดข้าวสารก่อนและหลังให้ความร้อน

มาตรฐานเมล็ดข้าว (มม.)	ก่อนให้ความร้อน	ร้อยละ	หลังให้ความร้อน	ร้อยละ
ข้าวเมล็ดยาวชั้น 1 (>7.50 มม.)	22	22	21	21
ข้าวเมล็ดยาวชั้น 2 (6.61 - 7.49 มม.)	68	68	68	68
ข้าวเมล็ดยาวชั้น 3 (6.20 - 6.60 มม.)	8	8	9	9
ข้าวเมล็ดสั้น (< 6.20 มม.)	2	2	2	2

จากตารางที่ 2 ขนาดรูปร่างเมล็ดข้าวสาร พบว่าขนาดเมล็ดข้าวสารก่อนให้ความร้อนข้าวเมล็ดยาวชั้น 1 (>7.50 มิลลิเมตร) และข้าวเมล็ดยาวชั้น 2 (6.61-7.00 มิลลิเมตร) คิดเป็นร้อยละ 22 และ 68 ตามลำดับ และขนาดเมล็ดข้าวสารหลังให้ความร้อน ข้าวเมล็ดยาวชั้น 1 (>7.50 มิลลิเมตร) และข้าวเมล็ดยาวชั้น 2 (6.61-7.00 มิลลิเมตร) คิดเป็นร้อยละ 21 และ 68 ตามลำดับ ซึ่งเมล็ดข้าวที่ได้ไม่ได้เปลี่ยนแปลงมากนัก

ผลการศึกษาความชื้นเมล็ด (Moisure) ใช้การสุ่มเมล็ดข้าวสารก่อนและหลังให้ความร้อนโดยใช้เครื่องวัดความชื้นแบบเกลียวบิดและเครื่องวัดความชื้น รุ่น PM-650 KETT (Moisture meter) ดังรูปที่ 4 พบว่าการเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิส่งผลให้ความชื้นมีการเปลี่ยนแปลงมากขึ้น ซึ่งตรงกันข้ามกับความหนาของชั้นข้าวหากชั้นข้าวมีความหนาเพิ่มขึ้นการเปลี่ยนแปลงความชื้นจะลดลงดังรูปที่ 4

4. สรุปผลและอภิปรายผล

จากการศึกษาช่วงอุณหภูมิที่เหมาะสม ความหนาของชั้นข้าวที่เหมาะสมและระยะเวลาการให้ความร้อนที่เหมาะสม โดยมีค่าชี้ผลของการศึกษา คือ เปอร์เซ็นต์การตายของด้วงงวงข้าว และการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพของข้าว การให้ความร้อนข้าวสารด้วยหลอดรังสีอินฟราเรดพบว่า อุณหภูมิ ชั้นความหนาและเวลา การให้อุณหภูมิความร้อนและเวลาที่เพิ่มขึ้นส่งผลต่ออัตราการตายของด้วงงวงข้าวเพิ่มขึ้นด้วย ในทางตรงกันข้ามกันเมื่อความหนาของข้าวเพิ่มมากขึ้นส่งผลทำให้อัตราการตายของด้วงงวงข้าวกลับลดลง ผลของความร้อนต่อความชื้นของข้าวนั้นพบว่าช่วงอุณหภูมิตั้งแต่ 50–70 $^{\circ}$C นั้นความชื้นมีการเปลี่ยนแปลงอยู่ที่ระดับ 0.4-1.5% เท่านั้นและไม่มีการแตกหักของข้าวเพิ่มขึ้น ดังนั้นความเหมาะสมสำหรับการกำจัดด้วงงวงข้าวข้าวสารในข้าวพันธุ์ดอกมะลิ 105 ของเครื่องกำจัดแมลงโดยใช้รังสีอินฟราเรดต่อเมล็ดพันธุ์ข้าวอยู่ที่อุณหูมิ 55 องศาเซลเซียส ชั้นความหนาของข้าว ที่ 1.5 เซนติเมตร ระยะเวลาการให้ความร้อนที่ 30 วินาที ความสามารถในการกำจัดด้วงงวงข้าวเท่ากับ 100% ประสิทธิภาพของเครื่องพบว่าเครื่องสามารถทำงานได้ 58.08 กิโลกรัมต่อชั่วโมง

งานวิจัยนี้เป็นการลดปัญหาทางด้านการใช้สารเคมีในการกำจัดแมลงในระหว่างการเก็บรักษาผลผลิตทางการเกษตร สามารถนำเอาความรู้ที่ได้จากงานวิจัยมาประยุกต์ใช้ในกลุ่มเกษตรกร, ภาคอุตสาหกรรมโรงสีและถ่ายทอดเทคโนโลยีสู่กลุ่มเกษตรกรและภาคอุตสาหกรรมข้าวโดยมุ่งเน้นลงในโรงสีต่างๆ

5. กิตติกรรมประกาศ

บทความวิจัยเรื่องนี้สำเร็จลุล่วงได้ ด้วยความอนุเคราะห์จากทุกฝ่ายที่เกี่ยวข้อง ผู้วิจัยขอขอบพระคุณมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา ที่ได้อนุมัติทุนอุดหนุนการวิจัยจาก “โครงการจัดตั้งและพัฒนากลุ่มวิจัยฯ RG” ผู้วิจัยหวังเป็นอย่างยิ่งว่าผลการวิจัยนี้จะเป็นประโยชน์แก่บุคลากรทางการศึกษาและผู้สนใจทั่วไป ตลอดจนจะเป็นประโยชน์ในการสร้างองค์ความรู้ต่อไป

6. บรรณานุกรม

[1] กระทรวงพาณิชย์, 2556. “ประกาศกระทรวงพาณิชย์เรื่องกำหนดให้ข้าวขาวเป็นสินค้ามาตรฐานและมาตรฐานสินค้าข้าวขาว พ.ศ. 2555” http://www.ratchakitcha.soc.go.th/DATA/PDF/2556/E/014/10.PDF [30 มีนาคม 2560]

[2] กุสุมา นวลวัฒน์, พรทิพย์ วิสารทานนท์, บุษรา จันทร์แก้วมณี, ใจทิพย์ อุไรชื่น, รังสิมา เก่งการพานิช, และกรรณิการ์ เพ็งคุ้ม, 2548. แมลงศัตรูข้าวเปลือกและการป้องกันกำจัด. กรุงเทพ : โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย.

[3] ชูวิทย์ ศุขปราการ และคณะ, 2543. แมลงศัตรูผลผลิตและการป้องกันกำจัด. กรุงเทพฯ : กลุ่มงานวิจัยแมลงศัตรูผลผลิต เกษตรกรมวิชาการเกษตร.

[4] ประสูติ สิทธิสรวง และคณะ, 2528. การศึกษาแมลงในระหว่างการเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์. สถาบันวิจัยข้าว. กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

[5] ประดิษฐ์ รามัชฌิมา, 2547. การศึกษาวิธีกำจัดแมลงศัตรูของข้าวเปลือกโดยใช้รังสีอินฟราเรด. วิทยานิพนธ์วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเครื่องจักรกลเกษตร คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

[6] ภัคคนันท์ รัตนขจรจิตต์, ศักย์ศรณ์ รัตอาภา และธวัชชัย ทิวาวรรณวงศ์, 2549. การศึกษาและออกแบบเครื่องคัดแยกด้วงงวงข้าวในข้าวสาร. ปริญญานิพนธ์วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรมเกษตร คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

[7] สุขอังคณา ลี, วิทยา อินทร์สอน, ปริวรรต นาสวาสดิ และ อดุลย์ จรรยาเลิศอดุลย์, 2555. เครื่องฉายรังสีอินฟราเรดเพื่อกำจัดด้วงงวงข้าวในข้าวสาร. วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร. ปีที่ 43. ฉบับที่ 3 (พิเศษ). หน้า 199-203.

[8] Zhongli Pana Ragab Khir and Larry Db, 2007. Feasibility of Simultaneous Rough Rice Drying and Disinfestations by Infrared Radiation Heating and Rice Milling Quality. a Processed Foods Research Unit. USDA-ARS-

WRRC. 800 Buchanan St., Albany C.A 94710, USA. b Biological and Agricultural Engineering Department, University of California. Davis. One Shields Avenue. Davis. CA 95616. USA.