การควบคุมด้วงงวงมะขามด้วยความร้อนแบบลมร้อนอบแห้ง

Hot Air Drying Treatment for Controlling Tamarind Weevil (*Sitophilus linearis* (Herbst))

อนุสรา โสรส[1] วีรเทพ พงษ์ประเสริฐ[1*] ปภพ สินชยกุล[2] และปาณิสรา เทพกุศล[1]

Anusala Sorot[1], Weerathep Pongprasert[1*], Pabhop Sinchayakul[2] and Panisara Thepkusol[1]

ABSTRACT: The objective of this study was to determine the effect of temperature and heating period on the control of sweet tamarind weevil using hot dry air. The experiment was based on the 3x6 factorial in randomized completely block design with 3 replications. The sweet tamarind pods (450 grams) were packed in a box (12.5x20x15 cm.), treated at 3 levels of temperature (60, 70 and 80 °C) and 5 levels of heating period (30, 60, 120, 180 and 240 minutes). After treated, tamarind pods were placed in room temperature, 32 °C. The emerging adults were determined and recorded every two days up to 64 days. It was found that the temperature with the heating period at 60-70 °C in 240 minutes or 80 °C in 120 minutes had a high potential in controlling eggs and larva of tamarind weevil but were less efficiency to control the pupal and adult stage.

Keywords: Tamarind Weevil, *Sitophilus linearis* (Herbst), Heat treatment control, Hot dry air

บทคัดย่อ: วัตถุประสงค์ของการวิจัย เพื่อศึกษาผลของอุณหภูมิและเวลาที่ใช้ควบคุมด้วงงวงมะขามหวานด้วยความร้อนแบบลมร้อนอบแห้ง วางแผนการทดลองแบบสุ่มบล็อกสมบูรณ์บนแฟคโทเรียลแบบ 3×5 มี 3 ซ้ำ เป็นการทดลองที่มี 2 ปัจจัย คือ ที่อุณหภูมิ 3 ระดับ (60, 70 และ 80 °C) และ ที่เวลา 5 ระดับ (30, 60, 120, 180 และ 240 นาที) โดยนำมะขามบรรจุลงในกล่องขนาด 12.5x20x15 เซนติเมตร กล่องละ 450 กรัม อบที่อุณหภูมิ 60 °C และระยะเวลาการอบที่ 30 นาที เลี้ยงในสภาพอุณหภูมิห้อง 32 °C ทำการตรวจนับด้วงงวงที่ออกจากฝักมะขามทุกๆ 2 วัน เป็นระยะเวลารวม 64 วัน ดำเนินการในลักษณะเช่นเดียวกันในกรณีของอุณหภูมิอื่น ๆ ในระยะเวลาต่าง ๆ พบว่าการอบฝักมะขามที่อุณหภูมิลมร้อน 60-70 °C ในระยะเวลาการอบ 240 นาที หรือที่อุณหภูมิ 80 °C ระยะเวลาในการอบ 120 นาที มีแนวโน้มสามารถควบคุมด้วงงวงมะขามในระยะไข่และตัวอ่อน แต่ไม่สามารถควบคุมในระยะดักแด้และระยะตัวเต็มวัย

คำสำคัญ: ด้วงงวงมะขามหวาน การควบคุมด้วยความร้อน ลมร้อนอบแห้ง

---

[1]ภาควิชาวิทยาศาสตร์การเกษตร คณะเกษตรศาสตร์ ทรัพยากรธรรมชาติ และสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยนเรศวร อ. เมือง จ. พิษณุโลก 65000

[2]ภาควิชากีฏวิทยา คณะเกษตร กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน จ.นครปฐม 73140

[1]Department of Agricultural Science, Faculty of Agriculture, Natural Resources and Environment, Naresuan University, Phitsanulok 65000, Thailand

[2] Department of Entomology, Faculty of Agriculture at Kamphaeng Saen, Kasetsart University, Kamphaeng Saen Campus, Kamphaeng Saen, Nakhon Pathom 73140, Thailand

*Corresponding author: weerathepp@nu.ac.th

Agricultural Science and Management J.1 (2) : 108-115 (2018)

คำนำ

มะขามหวานจัดเป็นไม้ผลที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจชนิดหนึ่งของประเทศไทย สามารถจำหน่ายได้ทั้งในและต่างประเทศ การส่งออกมะขามไปต่างประเทศจากสถิติที่ผ่านมาในปี 2559 ส่งออกมะขาม 28,290 ตัน มีมูลค่าส่งออก 1,171.39 ล้านบาท (สำนักงานเศรษฐกิจเกษตร, 2560) มะขามหวานแก่และเก็บเกี่ยวได้ระหว่างเดือนธันวาคมถึงมีนาคมของปีถัดไป ในช่วงดังกล่าวจึงมีผลผลิตมะขามจำนวนมากทำให้ราคาผลผลิตไม่สูงนัก เกษตรกรจึงนิยมเก็บรักษามะขามไว้ก่อนเพื่อนำมาจำหน่ายในช่วงเวลาที่มีราคาสูง (ชูศักดิ์, 2554; บรรจง, 2528; ประเสริฐ, 2522; เพ็ญจันทร์ และคณะ, 2555) อย่างไรก็ตาม เกษตรกรมักประสบปัญหา การเก็บรักษา คุณภาพมะขามหลังการเก็บเกี่ยว โดยปัญหาที่พบคือ การเข้าทำลายของแมลง ที่สำคัญคือ ด้วงงวงมะขาม (*Sitophilus linearis* (Herbst))

ด้วงงวงมะขามเป็นแมลงศัตรูของผลิตผลมะขามที่สำคัญของเอเชีย (พรทิพย์ และคณะ, 2548) โดยแมลงสามารถลงทำลายเมล็ดมะขามตั้งแต่บนต้นจากในแปลงก่อนเก็บเกี่ยวเข้าไปอาศัยอยู่ภายในเมล็ดมะขามที่เก็บรักษาเพื่อรอการจำหน่าย มีผลทำให้เนื้อมะขามหวานเสียหาย (กรรณิการ์ และคณะ, 2554; Ojo and Omoloye, 2015) วงจรชีวิตของด้วงงวงมะขามประกอบด้วยระยะไข่ ระยะหนอน 4 วัย ดักแด้ ซึ่งทั้ง 3 ระยะนี้แมลงเจริญเติบโตในโพรงที่อยู่ในเมล็ดของมะขาม จากนั้นจึงออกเป็นตัวเต็มวัย ผสมพันธุ์เจาะเมล็ดและวางไข่ต่อไป โดยที่ตัวเต็มวัยเพศเมียเจาะเปลือกมะขามให้เป็นโพรงและวางไข่ลงไป จำนวนไข่ต่อหนึ่งโพรงอยู่ที่ 12-15 ฟอง จากนั้นอุดโพรงด้วยการบดเคี้ยวเนื้อของเมล็ดและเปลือกของมะขามให้ละเอียดผสมกับน้ำลาย ซึ่งเมื่อเวลาผ่านไปสีของสิ่งอุดโพรงจะเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาลเข้มเหมือนสีของเนื้อมะขามทำให้ยากต่อการตรวจสอบด้วยตาเปล่า และเป็นเรื่องยากที่จะทราบว่าวางไข่ไว้ตรงส่วนใดของฝัก และหลังจากที่ตัวเต็มวัยเพศเมียวางไข่เสร็จเรียบร้อยแล้ว จะออกจากโพรงและหาสถานที่สำหรับการวางไข่ชุดต่อไปอย่างรวดเร็ว (Cotton, 1920)

เกษตรกรมักนิยมใช้วิธีการควบคุมโดยการอบมะขามด้วยลมร้อน ไอร้อน และการอบด้วยตู้พลังงานแสงอาทิตย์ แต่วิธีการดังกล่าวสามารถยับยั้งหรือควบคุมการเข้าทำลายของแมลงบางชนิดได้ (เทพ, 2552) โดยหลักการทั่วไป การใช้ความร้อนที่ระดับอุณหภูมิ 42 °C ติดต่อกันจะทำให้แมลงบางชนิดหยุดการเจริญเติบโตและตายได้ และหากใช้อุณหภูมิระหว่าง 55-60 °C เป็นเวลา 12 ชั่วโมง หรือ อุณหภูมิระหว่าง 65 °C เป็นเวลา 15 นาที จะทำให้แมลงทุกชนิดตายหมด อย่างไรก็ตาม การอบด้วยลมร้อนนั้น แมลงหลายชนิด ทนทานต่อความร้อนดังกล่าวได้ (Beckett et al., 1998) การใช้ความร้อนควบคุมแมลงนั้นจึงจำเป็นต้องคำนึงถึงชนิดของแมลง ระดับอุณหภูมิและและระยะเวลาที่ใช้ในการให้ความร้อนเพื่อให้สามารถควบคุมแมลงได้อย่างมีประสิทธิภาพ (Beckett and Morton, 2003) อย่างไรก็ตามพบว่ามีรายงานการศึกษาถึงการใช้ความร้อนในกรณีการควบคุมด้วงงวงมะขามหวานน้อยมาก ดังนั้นจึงได้ทำการศึกษาการใช้ความร้อนจากเครื่องอบลมร้อนแบบแห้งในการควบคุมด้วงงวงมะขามหวานหลังการเก็บเกี่ยวขึ้น เพื่อให้ทราบถึงระดับอุณหภูมิและระยะเวลาที่ใช้ในการอบที่เหมาะสมในการใช้ควบคุมด้วงงวงมะขามหวาน ซึ่งผลการศึกษาสามารถใช้เป็นทางเลือกทดแทนการใช้สารเคมีรมควบคุมด้วงงวงมะขามหวาน และเป็นข้อมูลพื้นฐานในการจัดการแมลงศัตรูมะขามหวานหลังการเก็บเกี่ยวต่อไปในอนาคต

อุปกรณ์และวิธีการ

การศึกษาใช้แผนการทดลองแบบสุ่มบล็อกสมบูรณ์บนแฟคโทเรียลแบบ 3x5 มี 3 ซ้ำ มี 2 ปัจจัย คือ ปัจจัยอุณหภูมิ มี 3 ระดับ คือ 60, 70 และ 80 °C และปัจจัยเวลาในการอบลมร้อนมี 5 ระดับ คือ 30, 60, 120, 180, 240 นาที

เตรียมฝักมะขามหวานที่เก็บจากสวนมะขามหวานในจังหวัดเพชรบูรณ์ ไม่ผ่านกระบวนการเก็บรักษา ชั่งมะขามหวานบรรจุใส่กล่องพลาสติกทนความร้อนขนาด 12.5x20x15 เซนติเมตร กล่องละ 450 กรัม จำนวน 45 กล่อง นำเข้าตู้อบลมร้อนที่อุณหภูมิ 3 ระดับ คือ 60, 70 และ 80 °C ตู้ละ 15 กล่อง เมื่อครบกำหนดเวลา 30 นาที

นำกล่องบรรจุมะขามออกจากตู้อบลมร้อนตู้ละ 3 กล่อง พักให้มะขามเย็นตัวลง เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง ทำการปิดบริเวณขอบฝากล่องด้วยเทปใสเพื่อป้องกันตัวเต็มวัยด้วงงวงมะขามหลุดออกจากกล่อง จัดวางเรียงบนชั้น ทำการตรวจฝักมะขามทุกๆ 2 วัน เมื่อพบตัวเต็มวัยของด้วงงวงมะขามหวานที่ออกจากฝักมะขามทำการนับจำนวนและบันทึกผล และนำตัวเต็มวัยที่พบออกจากกล่องมะขามทุกครั้งที่พบ ดำเนินการเช่นเดียวกัน ที่ระยะเวลาการอบผ่านไป 60, 120, 180, 240 นาที โดยมีสิ่งควบคุมคือฝักมะขามในกล่องที่ไม่ผ่านการอบเป็นสิ่งเปรียบเทียบ

การวิเคราะห์ข้อมูลโดยการวิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of Variance, ANOVA) และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดย Duncan's Multiple Range Test (DMRT)

ผลและวิจารณ์

ผลการอบฝักมะขามหวานด้วยลมร้อนที่อุณหภูมิ 3 ระดับ คือ 60, 70 และ 80 °C และที่ระยะเวลาในการอบ 5 ระดับ คือ 30, 60, 120, 180 และ 240 นาที จากการตรวจนับตัวเต็มวัยด้วงงวงมะขามที่รอดชีวิตออกจากฝักมะขามทุกๆ 2 วันเป็นระยะเวลา 64 วัน พบว่าสามารถลดจำนวนของด้วงงวงมะขามได้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบกับฝักมะขามที่ไม่ได้ผ่านการอบ (figure 1)

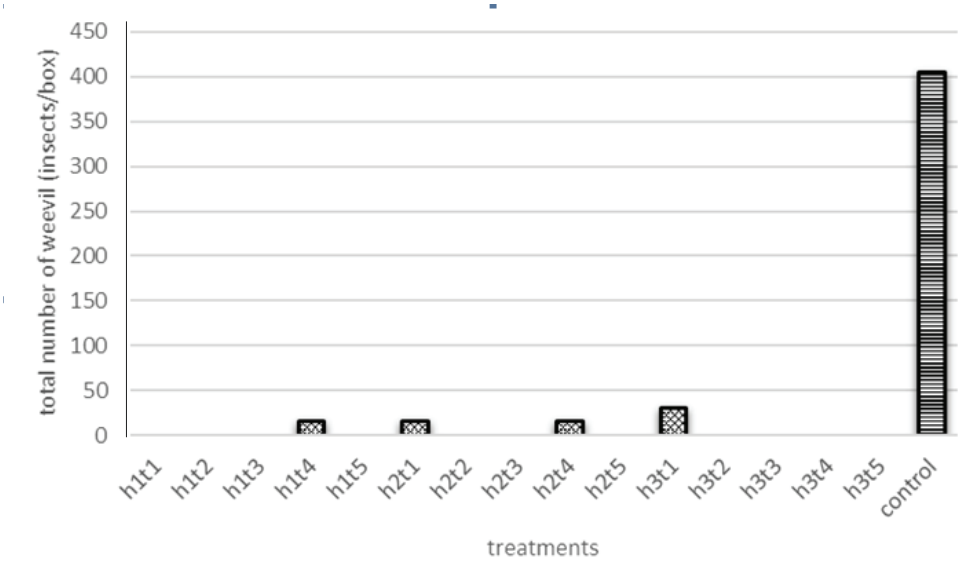

Figure 1 A total number of weevils/box found on tamarind pods treated with hot dry air at temperature (h) of 60, 70 and 80 °C and treated periods (t) at 30, 60, 120, 180 and 240 minutes (h1t1-h3t5) compared to untreated pods (control) at 2-64 days after treated

การอบด้วยลมร้อนพบตัวเต็มวัยด้วงงวงมะขามที่ออกจากฝักมะขามที่ผ่านการอบได้จนถึงวันที่ 6 หลังจากการอบด้วยความร้อน โดยพบด้วงตัวเต็มวัยในวันที่ 2, 4 และ 6 จำนวนเฉลี่ย 0.66, 0.36 และ 0.66 ตัวต่อกล่อง ตามลำดับ ในขณะที่มะขามที่ไม่ได้ทำการอบด้วยความร้อนพบตัวเต็มวัยออกจากฝักมะขามอย่างต่อเนื่องจนถึงวันที่ 58 หลังจากการอบด้วยความร้อน โดยพบจำนวนด้วงตัวเต็มวัยออกจากฝักมะขามสูงเป็นช่วง ๆ จากการตรวจนับในวันที่ 16, 28, 36, 44 และ 58 วัน หลังจากการอบด้วยลมร้อน พบด้วงงวงมะขามเฉลี่ย 2, 1.56, 0.56, 0.22, และ 0.44 ตัวต่อกล่อง ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบกับวงจรชีวิตของด้วงงวงมะขาม ซึ่งใช้ระยะเวลาในการเจริญเติบโตจากไข่เป็นตัวเต็มวัย 33 วัน ประกอบด้วยระยะไข่ ตัวอ่อน 4 วัย และดักแด้ ใช้เวลาในการพัฒนา 3-4, 14-16 และ 6-7 วันตามลำดับ จึงออกเป็นตัวเต็มวัย พบว่าในกรณีฝักมะขามที่ผ่านการอบด้วยลมร้อน ด้วงตัวเต็มวัยที่พบออกมาจากฝักมะขามในระยะ 2-6 วันแรก จึงมีแนวโน้มเป็นด้วงตัวเต็มวัยที่อาศัยอยู่ในฝักมะขามเดิม และดักแด้ของด้วงที่พัฒนาออกมาเป็นตัวเต็มวัย ส่วนในกรณีฝักมะขามที่ไม่ผ่านการอบนั้น ในช่วง 2-14 วันแรกมีแนวโน้มเป็นด้วงตัวเต็มวัยที่อาศัยอยู่ในฝักมะขามเดิม และดักแด้ของด้วงที่พัฒนาออกมาเป็นตัวเต็มวัย ส่วนจำนวนด้วงตัวเต็มวัยที่เพิ่มขึ้นเป็นช่วง ๆ นั้น มีแนวโน้มเป็นด้วงตัวเต็มวัยที่อาศัยอยู่ในฝักมะขามเดิม และด้วงตัวเต็มวัยที่พัฒนาออกมาจากระยะดักแด้ ตัวอ่อน และไข่ ในช่วงต่าง ๆ อย่างต่อเนื่อง ทั้งนี้เนื่องจากด้วงตัวเต็มวันสามารถมีอายุได้ยาวนานถึง 132-189 วัน แต่ด้วยมีการเก็บตัวเต็มวัยที่พบออกจากฝักมะขามในทุกครั้งที่มีการตรวจนับทำให้จำนวนที่พบมีน้อยลงอย่างต่อเนื่องตามลำดับ

การศึกษาครั้งนี้สามารถอ้างอิงได้ว่า การอบมะขามด้วยลมร้อนที่อุณหภูมิและเวลาการอบต่างๆ มีแนวโน้มในการควบคุมด้วงงวงมะขามตั้งแต่ระยะไข่จนถึงระยะหนอนวัยต่างๆได้ แต่ไม่สามารถควบคุมด้วงงวงมะขามในระยะดักแด้และตัวเต็มวัยได้ (figure 2)

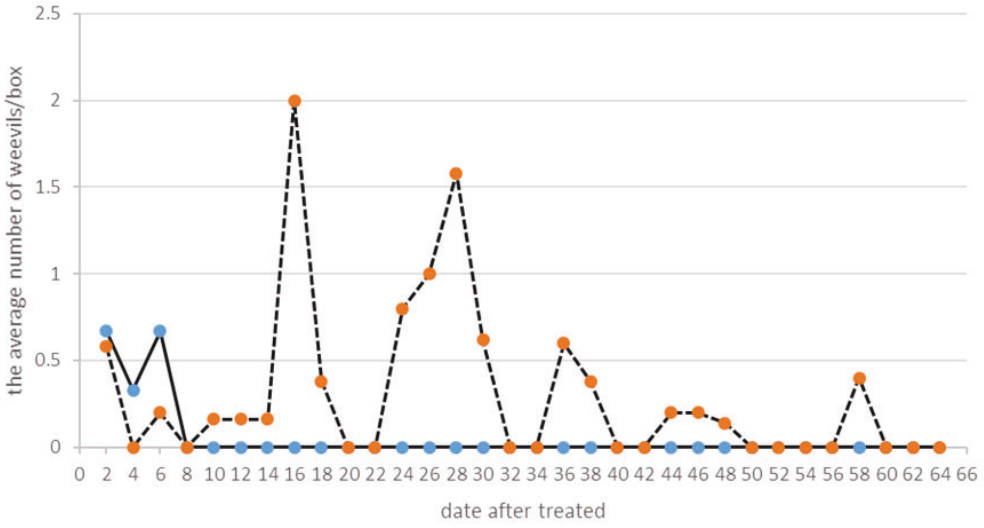

Figure 2 The average number of tamarind weevils/box found on tamarind pods treated with hot dry air (bold line) compared to untreated pods (dot line) at 2-64 days after treated.

วิทยาศาสตร์และการจัดการ 1 (2) : 108-115 (2561)

ในช่วงระยะเวลา 6 วัน ที่พบด้วงงวงมะขามออกจากฝักมะขามที่ผ่านการอบด้วยอุณหภูมิ 3 ระดับในช่วงเวลาการอบ 5 ระดับ พบว่าที่อุณหภูมิ 60 °C ระยะเวลาการอบที่ 60 และ180 นาที และที่อุณหภูมิ 70 °C ระยะเวลาการอบที่ 180 นาที พบด้วงงวงที่ออกจากฝักมะขามเท่ากัน คือจำนวนเฉลี่ย 0.33 ตัวต่อกล่อง โดยทั้งสองระดับอุณหภูมิ ที่ระยะเวลาการอบที่ 240 นาที ไม่พบด้วงงวงมะขามออกจากฝักมะขามเลย ดังนั้นที่อุณหภูมิ 60 และ 70 °C เวลาที่ใช้ในการอบที่ 240 นาที มีแนวโน้มที่สามารถใช้ควบคุมด้วงงวงมะขามหวานได้ ในขณะที่อุณหภูมิ 80 °C พบด้วงงวงออกจากฝักมะขามในระยะเวลาการอบที่ 30 นาที และไม่พบด้วงงวงมะขามที่ระยะเวลาการอบตั้งแต่ 60, 120, 180, และ 240 นาที ดังนั้นที่อุณหภูมิ 80 °C เวลาที่ใช้ในการอบตั้งแต่ 60, 120, 180, และ 240 นาที มีแนวโน้มสามารถควบคุมด้วงงวงมะขามได้ (table 1)

Table 1 The average number of tamarind weevils found from tamarind pods treated with hot dry air at temperature of 60, 70 and 80 °C and treated periods at 30, 60, 120, 180 and 240 minutes

	Treated periods (minutes)				
temperature	30	60	120	180	240
60 °C	0	0.33	0	0.33	0
70 °C	0	0	0	0.33	0
80 °C	0.67	0	0	0	0

วิจารณ์ผลการวิจัย

การใช้ความร้อนในการควบคุมหรือฆ่าแมลงในผลิตผลทางการเกษตร โดยเฉพาะอย่างยิ่งการใช้ความร้อนจากแสงแดด หรือไอน้ำร้อนเกิดขึ้นมายาวนานมากก่อนยุคของการใช้สารเคมีฆ่าแมลง (Winterbottom, 1922) แหล่งความร้อนที่ใช้ได้รับการพัฒนาขึ้นอย่างต่อเนื่อง ให้เหมาะสมกับสภาพแวดล้อมและผลผลิตมากขึ้น เช่น การใช้ลมร้อน (Sutherland, et al., 1986) การใช้คลื่นไมโครเวฟ (FleuratLessard, 1985) หรือการใช้คลื่นวิทยุ (Kirkpatrick and Cagle, 1978; Nelson and Stetson, 1974) จากการศึกษานี้พบว่าการใช้ลมร้อนที่อุณหภูมิที่ 60, 70 และ 80 °C มีแนวโน้มสามารถควบคุมด้วงงวงมะขามหวานได้ อุณหภูมิในการอบมีผลทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยาของแมลงและทำให้แมลงตาย (Beckett and Morton, 2003) ทั้งนี้ระดับความร้อนที่ใช้ในการฆ่าแมลงในโรงเก็บนั้นแปรเปลี่ยนไปตามชนิดของแมลง ระยะวัยของแมลง ความชื้นในผลผลิต ระยะเวลาในการอบรวมทั้งจุดที่อยู่อาศัยของแมลงนั้น ๆ ด้วย (Qaisrani and Banks, 2000) โดยแมลงศัตรูในโรงเก็บหลายชนิด ในระยะไข่ หนอน และดักแด้ ดำรงชีพอาศัยกัดกินอยู่ภายในเมล็ด ความร้อนจากการอบที่แผ่เข้าไปภายในเมล็ดจนถึงระดับที่สามารถฆ่าแมลงได้นั้น กระทำได้ยาก และการปรับเพิ่มระดับความร้อนให้สูงขึ้นจนสามารถฆ่าแมลงในผลผลิตได้ดีขึ้นสูงขึ้นนั้น อาจมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยาและชีวเคมีของผลผลิตที่อบได้ ทำให้คุณภาพของผลผลิต เช่น สี เนื้อสัมผัส กลิ่น เสียหายและไม่เป็นที่ต้องการของตลาดหรือผู้บริโภคได้ (Bakker-Arkema, et al., 1977) แมลงเหล่านั้นจึงกลายเป็นปัญหาสำคัญในการกำจัดได้ (Ghaly, 1981; Mbata and Phillips, 2001) การปรับระดับอุณหภูมิร่วมกับระยะเวลาในการอบเป็นแนวทางที่ใช้ฆ่าแมลงในผลผลิตและสามารถ

รักษาคุณภาพของผลผลิตได้ในเวลาเดียวกัน โดยระยะเวลาในการอบเป็นปฏิภาคผกผันกับระดับอุณหภูมิที่ใช้ในการอบกล่าวคือการใช้ความร้อนที่สูงขึ้นสามารถย่นระยะเวลาในการอบได้ แต่หากความร้อนในระดับดังกล่าวมีผลต่อผลผลิต สามารถปรับลดระดับความร้อนลงแต่เพิ่มระยะเวลาในการอบให้ยาวนานขึ้น ในผลผลิตทางการเกษตรทั่วไปการอบผลผลิตในโรงเก็บด้วยอุณหภูมิที่สูงกว่า 65 °C สามารถฆ่าแมลงในโรงเก็บได้อย่างรวดเร็ว ใน 2-3 ชั่วโมงแต่หากลดระดับอุณหภูมิลงมาที่ 50 °C อาจต้องใช้ระยะเวลา 2-3 วันในการอบเพื่อฆ่าแมลงให้ได้ (Qaisrani and Banks, 2000) เช่นเดียวกับกรณีแมลงศัตรูโรงเก็บ ด้วงงวงข้าวโพด ซึ่งเป็นแมลงที่มีความใกล้ชิดกับด้วงงวงมะขามมากที่สุดพบว่า ในการอบผลผลิตข้าวโพดในโรงเก็บด้วยความร้อน ที่อุณหภูมิ 60 °C ใช้ระยะเวลา 3 ชั่วโมงหรือมากกว่าในการฆ่าด้วงงวงข้าวโพดในผลผลิต เมื่อเพิ่มอุณหภูมิเป็น 70 °C ระยะเวลาในการอบลดลงเป็น 2 ชั่วโมงหรือมากกว่า และเมื่อใช้อุณหภูมิสูงถึง 80 °C ระยะเวลาในการอบลดลงเหลือเพียง 1 ชั่วโมงเท่านั้น (ใจทิพย์ และคณะ, 2554) แต่โดยทั่วไป ในการอบผลผลิตทางการเกษตร และสมุนไพรต่างๆ ที่มีความเสี่ยงต่อการสูญเสียคุณภาพเมื่อได้รับความร้อน ส่วนใหญ่ใช้ความร้อนที่อุณหภูมิ 60 °C เพื่อรักษาคุณภาพของผลผลิต และใช้ระยะเวลาในการอบนาน 2-3 ชั่วโมงหรือมากกว่า ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับชนิดของแมลง และพืช (ภาวินี และคณะ, 2017) ซึ่งในการศึกษาครั้งนี้พบว่าให้ผลในการควบคุมด้วงงวงมะขามเช่นเดียวกันกล่าวคือ ความร้อนในทุกระดับอุณหภูมิและระยะเวลาของการใช้มีผลต่อด้วงงวงมะขาม โดยเมื่อใช้ระดับอุณหภูมิที่สูงขึ้นจาก 60, 70 และ 80 °C ระยะเวลาของการอบสามารถลดลงได้จาก 240, 180, 120, 60 และ 30 นาที มีแนวโน้มสามารถควบคุมด้วงงวงมะขามหวานได้ การใช้อุณหภูมิที่สูงที่ 80 °C ควบคุมด้วงงวงมะขามที่ให้ผลการตายร้อยละ 100 ภายใน 60 นาที และสามารถปรับลดอุณหภูมิลงได้สูงถึง 60 และ 70 °C แต่ต้องใช้ระยะเวลานานขึ้นเป็น 240 นาที โดยอุณหภูมิและระยะเวลาในการอบมีแนวโน้มส่งผลต่อด้วงงวงในระยะไข่และตัวอ่อนมากที่สุด แต่ไม่มีผลต่อด้วงงวงในระยะดักแด้และตัวเต็มวัย อย่างไรก็ตาม ในการศึกษานี้ฝักมะขามที่ผ่านการอบมีการเปลี่ยนแปลงคุณภาพในส่วนของสี กลิ่น รสชาติ และเนื้อสัมผัสน้อยมาก ผลการศึกษาสามารถพัฒนาต่อยอดเพื่อปรับใช้ในการควบคุมด้วงงวงมะขามในเชิงการค้าได้ในอนาคต

สรุป

การอบฝักมะขามหวานด้วยความร้อนจากลมร้อนที่ระดับอุณหภูมิ 60, 70 และ 80 °C ที่ระยะเวลาการอบตั้งแต่ 30, 60, 120, 180, และ 240 นาที มีแนวโน้มสามารถควบคุมด้วงงวงมะขามในระยะไข่และตัวอ่อนได้ แต่ไม่สามารถควบคุมด้วงมะขามในระยะดักแด้และตัวเต็มวัยได้ โดยอุณหภูมิในการอบที่เหมาะสม คือ ที่ 60-70 °C ใช้ระยะเวลาในการอบ 240 นาที หรือที่อุณหภูมิ 80 °C และใช้ระยะเวลาในการอบ 60 นาที แต่ไม่สามารถควบคุมในระยะดักแด้และระยะตัวเต็มวัยได้

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณคณะเกษตรศาสตร์ ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยนเรศวร และศูนย์วิจัยควบคุมศัตรูพืชโดยชีวินทรีย์แห่งชาติ ภาคเหนือตอนล่าง สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ ที่ให้ความอนุเคราะห์เครื่องมือ และอุปกรณ์ต่าง ๆ สำหรับใช้ในการดำเนินงานวิจัยในครั้งนี้

.

เอกสารอ้างอิง

กรรณิการ์ เพ็งคุ้ม และดวงสมร สุทธิสุทธิ์. 2554. การใช้สารรมฟอสฟีนในการป้องกันแมลงศัตรูมะขามหวานหลังการเก็บเกี่ยว. กลุ่มวิจัยพัฒนาเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว สำนักวิจัยและพัฒนาวิทยาการหลังเก็บเกี่ยวและแปรรูปผลิตผลเกษตร กรมวิชาการเกษตร. กรุงเทพฯ.

ใจทิพย์ อุไรชื่น อัจฉรา เพชรโชติ และพรทิพย์ วิสารทานนท์. 2553. การควบคุมด้วงงวงข้าวโพด Sitophilus zeamais Motschulsky (Coleoptera: Curculionidae) ศัตรูข้าวหลังเก็บเกี่ยวด้วยการใช้ความร้อน. หน้า 54-64. ใน: เรื่องเต็มการประชุมวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 48. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ.

ชูศักดิ์ สัจจพงษ์. 2554. การปลูกมะขาม. พิมพ์ครั้งที่ 3. กองเกษตรสัมพันธ์ กรมส่งเสริมการเกษตร กรุงเทพฯ. 15 น.

เทพ เพียมะลัง. 2552. รายงานการวิจัยเรื่องการบริหารแมลงศัตรูมะขามหวานตามแนวเศรษฐกิจพอเพียงของกลุ่มวิสาหกิจชุมชนบ้านพลำ อำเภอเมือง จังหวัดเพชรบูรณ์. มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ จังหวัดเพชรบูรณ์. 65 น.

บรรจง นวลพลับ. 2528. มะขามหวาน. สำนักพิมพ์ฐานเกษตรกรรม. กรุงเทพฯ. 78 น.

ประเสริฐ อนุพันธ์. 2522. มะขามหวาน. วิทยาสารกองพืชสวน 3(3): 87-90.

พรทิพย์ วิสารทานนท์ กุสุมา นวลวัฒน์ บุษรา จันทร์แก้วมณี ใจทิพย์ อุไรชื่น รังสิมา เก่งการพานิช กรรณิการ์ เพ็งคุ้ม และจิราภรณ์ ทองพันธ์ ดวงสมร สุทธิสุทธิ์ ลักขณา ร่มเย็น และภาวินี หนูชนะภัย. 2548. แมลงที่พบในผลิตผลเกษตรและการป้องกันกำจัด. โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย จำกัด, กรุงเทพฯ. 150 น.

เพ็ญจันทร์ สังข์แก้ว จินตนา สนามชัยสกุล และชาญชัย สุขสกุล. 2555.การพัฒนารูปแบบการจัดการองค์กรธุรกิจชุมชนเพื่อการพึ่งตนเองตามแนวเศรษฐกิจพอเพียงประเภทธุรกิจ เกษตรของเกษตรกรปลูกมะขามหวานเพื่อการค้า จังหวัดเพชรบูรณ์. ราชภัฏเพชรบูรณ์สาร 12(1): 142-149.

ภาวินี หนูชนะภัย รังสิมาเก่งการพานิช จารุวรรณ์ รัตนสกุลธรรม. 2017. ระดับอุณหภูมิความร้อนในการควบคุมแมลงศัตรูสมุนไพรอบแห้ง. Thai Agricultural Research Journal 35(2): 197-209.

สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 2560. ระบบแสดงข้อมูลด้านสถิติ [ออนไลน์]. แหล่งที่มา:http://www.oae.go.th/oae_report/export_import/main.php, 28 มิถุนายน 2560.

Bakker-Arkema, F.W., R.C. Brooker and L.E. Lerew. 1977. Cereal grain drying. Advances in Cereal Science and Technology 2: 1–90.

Beckett, S.J. and R. Morton. 2003. Mortality of Rhyzopertha dominica (F.) (Coleoptera: Bostrychidae) at grain temperatures ranging from 50˚C and 60˚C obtained at different rates of heating in a spouted bed. Journal of Stored Products Research 39(3): 313-332.

Beckett, S.J., R. Morton and J.A. Darby. 1998. The mortality of *Rhyzopertha dominica* (F.) (Coleoptera: Bostrychidae) and Sitophilus oryzae (L.) (Coleoptera: Curculionidae) at moderate temperatures. Journal of Stored Product Research 34: 363–376.

Cotton, R.T. 1920. Tamarind Pod Borer, *Sitophilus linearis* (Herbst) Stored-Product Insect Investigations, United States Department of Agriculture, Bureau of Entomology.

Fleurat-Lessard, F. 1985. Les traitements thermiques de désinfestation des céréales et des produits céréaliers: possibilité d'utilisation pratique et domain d'application. Bulletin OEPP 15: 109–118.

Ghaly, T.F. 1981. Heat-damage studies in relation to high temperature disinfestation of wheat. In: Proceedings of the Australian Stored Grain Pest Control Conference, Melbourne, Section 4: 9–12.

Kirkpatrick, R.L. and A. Cagle. 1978. Controlling insects in bulk wheat with infrared radiation. Journal of the Kansas Entomological Society 51: 386–393.

Mbata, G.N. and T.W. Phillips. 2001. Effects of temperature and exposure time on mortality of stored product insects exposed to low pressure. Journal of Economic Entomology 94: 1302-7.

Nelson, S.O. and L.E. Stetson. 1974. Comparative effectiveness of 39 and 2450-MHz electric fields for control of rice weevils in wheat. Journal of Economic Entomology 67: 592– 595.

Ojo, J.A. and A.A. Omoloye. 2015. Life History of the Tamarind Weevil, *Sitophilus linearis* (Herbst) (Coleoptera: Curculionidae), on Tamarind Seed. Department of Crop Production, Kwara State University, Malete 23431, Kwara State, Nigeria.

Qaisrani, R. and H.J. Banks. 2000. The prospects for heat disinfestation of grain. In Stored Grain in Australia: 2nd Proceedings of the Australian Postharvest Technical Conference, Adelaide, Australia, Canberra, Stored Grain Research Laboratory, CSIRO Entomology: 61-65.

Sutherland, J.W., D.E. Evans, A.G. Fane, and G.R. Thorpe. 1986. Disinfestation of grain with hot air. 261–274. In: Proceedings of the 4th International Working Conference on Stored-product protection. Tel Aviv, Israel.

Winterbottom, D.C. 1922. Weevil in wheat and storage of grain in bags: a record of Australian experience during the war period (1915–1919). Adelaide, Government Printer, 122p.