ระดับอุณหภูมิความร้อนในการควบคุมแมลงศัตรูสมุนไพรอบแห้ง

Controlling Stored Product Insect Pests on dry Herbs plants by High Temperature

ภาวินี หนูชนะภัย [1/] รังสิมา เก่งการพานิช [1/] จารุวรรณ์ รัตนสกุลธรรม [1/]

Pavinee Noochanapai [1/] Rungsima Kengkanpanich [1/] Charuwan Rattanasakultham [1/]

ABSTRACT

The study on the effective temperature to control *Lasioderma serricorne* (Fabricius) and *Stegobium paniceum* (Linnaeus) was performed at the entomology laboratory of Postharvest and Processing Research and Development Division, Department of Agriculture during 2011-2013. One hundred grams of dry safflower and 200 g. of coriander seed were filled in 900 ml bottle. After that eggs, larvae, pupae and adults of *Lasiodrma serricorne* (Fabricius) and *Stegobium paniceum* (Linnaeus) were added into the bottles and the bottlenoses were sealed by blotting paper. Then insects added bottles would be heated at 50, 60 and 70˚C for 1, 2 and 3 hours together with non-added insects as control. Total phenolic compounds by total phenol assay, anti-oxidation activity by DPPH method and insect surveillance were investigated. It was found that the appropriate conditions to control *Lasioderma serricorne* (Fabricius) and *Stegobium paniceum* (Linnaeus) 100% in safflower and coriander seed were heating at 60˚C for 2 hours and 3 hours, respectively which the quality of herbs would not be destroyed by the treatment.

Key words: Heat temperature control store insect, *Lasioderma serricorne*, *Stegobium Stegobium paniceum*, dry Herbs plants

[1/] กองวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยวและแปรรูปผลิตผลเกษตร กรมวิชาการเกษตร เขตจตุจักร กรุงเทพฯ 10900

[1/] Postharvest and Products Processing Research and Development Office, Department of Agriculture, Chatuchak Bangkok 10900

บทคัดย่อ

ศึกษาระดับอุณหภูมิความร้อนในการกำจัดมอดยาสูบ (*Lasioderma serricorne* Fabricius) และมอดสมุนไพร (*Stegobium paniceum* Linnaeus) ที่ห้องปฏิบัติการกีฏวิทยา กลุ่มวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยวพืชไร่ กองวิจัยและพัฒนาวิทยาการหลังการเก็บเกี่ยวและแปรรูปผลิตผลเกษตร ระหว่างเดือนตุลาคม ปี พ.ศ.2554 – กันยายน ปี พ.ศ.2556 สมุนไพรที่ใช้ในการทดลองคือ ดอกคำฝอย และเมล็ดผักชี โดยบรรจุดอกคำฝอย ปริมาณ 100 ก. และเมล็ดผักชีปริมาณ 200 ก. ลงในขวดแก้วขนาดบรรจุ 900 มก. จากนั้นใส่ไข่ หนอน ดักแด้ และระยะตัวเต็มวัยของมอดยาสูบ และมอดสมุนไพร ลงในขวดแก้วที่บรรจุสมุนไพรแต่ละชนิด ปิดฝาขวดด้วยกระดาษซับ นำขวดไปอบที่ระดับอุณหภูมิ 50 60 และ 70 °ซ ระยะเวลาในการอบ 1 2 และ 3 ชม. พร้อมกับทำการอบสมุนไพรทั้ง 2 ชนิด อีก 1 ชุด โดยไม่ใส่แมลง เพื่อตรวจวิเคราะห์ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมด ผลการทดลองพบว่า ระดับอุณหภูมิที่มีประสิทธิภาพสามารถควบคุมทุกระยะการเติบโตของมอดยาสูบ และมอดสมุนไพรได้ 100 % โดยไม่ทำให้ดอกคำฝอยสูญเสียคุณภาพ คือระดับอุณหภูมิ 60 °ซ ระยะเวลาการอบ 2 ชม. และในเมล็ดผักชี คือระดับอุณหภูมิ 60 °ซ ระยะเวลา 3 ชม.

คำหลัก: อุณหภูมิความร้อน ควบคุมแมลง มอดยาสูบ มอดสมุนไพร สมุนไพรอบแห้ง

คำนำ

ประเทศไทยเป็นประเทศที่อยู่ในเขตร้อน มีความหลากหลายของพืชสมุนไพรเป็นจำนวนมาก การเก็บสมุนไพรอบแห้ง หากเก็บรักษาไม่ดีจะเกิดการสูญเสียคุณภาพเนื่องจากการเข้าทำลายของจุลินทรีย์ และแมลงศัตรูหลังการเก็บเกี่ยวได้ แมลงศัตรูหลังการเก็บเกียว ที่เข้าทำลายสร้างความเสียหายกับสมุนไพร ได้แก่ มอด สมุนไพร (*Stegobium paniceum* Linnaeus) และมอดยาสูบ (*Lasioderma serricorne* Fabricius) (พรทิพย์ และคณะ, 2551) เนื่องจากสมุนไพรมีราคาแพง และคนนิยมบริโภคสมุนไพรกันมากขึ้น ดังนั้นการหาวิธีป้องกันกำจัดแมลงที่ทำลายสมุนไพร ควรหลีกเลี่ยงการใช้สารเคมี เพราะจะทำให้มีสารเคมีตกค้าง เป็นอันตรายกับผู้บริโภคได้ การใช้ความร้อน เป็นอีกวิธีการที่สามารถกำจัดแมลงได้รวดเร็ว ในระยะเวลาสั้น และปลอดภัยต่อผู้บริโภค

การใช้ความร้อนในการกำจัดแมลงศัตรูผลิตผลเกษตร มีการใช้ครั้งแรกในประเทศจีน เป็นเวลามากกว่า 1,500 ปี มาแล้ว (Liue *et al.*, 1983) และมีการศึกษาความต้านทานของแมลงศัตรูผลิตผลเกษตรที่สามารถทนต่อความร้อน โดยจัดกลุ่มแมลงดังนี้ แมลงกลุ่มที่ทนต่อความร้อนได้น้อยที่สุด ได้แก่ *Ephesita* spp., *Oryzaephilus* spp., *Plodia interpuntella*, *Sitophilus* spp. รองลงมาคือแมลงพวก *Tribolium* spp. และแมลงกลุ่มที่ทนต่อความร้อนได้มากที่สุด ได้แก่ *Lasioderma serricorne* (Fabricius), *Rhyzopertha dominica* (Fabricius) และ *Trogoderma* spp. (Fields, 1992; Dosland *et al.*, 2006; Beckett *et al.*, 2007) แมลงศัตรูผลิตผลเกษตรเมื่อได้รับความร้อนที่สูงกว่า 60 °ซ แมลงจะตายภายในเวลาเพียงไม่กี่นาที และที่อุณหภูมิ 45 - 50 °ซ ต้องใช้เวลาถึง 24 ชม. แมลงจึงตาย (Qaisrani and Banks, 2000 ; Banks and Fields, 1995 และ Fields and Muir, 1996) นอกจากนี้ระดับอุณหภูมิยังมีผลต่อระยะ

เวลาที่ทำให้แมลงตายลดลง (Mbata and Phillips, 2001; Beckett and Morton, 2003) จากการศึกษาของ ใจทิพย์และคณะ (2550) พบว่าที่ระดับอุณหภูมิ 60 70 และ 80°ซ ในระยะเวลา 70 40 และ 30 นาที สามารถควบคุมด้วงงวงข้าวโพดได้ 100 %

อย่างไรก็ตามการใช้ความร้อนในการกำจัดแมลงศัตรูสมุนไพร จะต้องคำนึงถึงปริมาณสารสำคัญที่เป็นองค์ประกอบอยู่ในสมุนไพรด้วย เช่น ในดอกคำฝอยมีสารสีแดง (Carthamin) สารสีเหลือง (Safflower yellow) กรดไลโนเลอิค แบต้าแคโรทีน วิตามินอี ในเมล็ดผักชีมีสารพวกน้ำมันหอมระเหย ไลนาโลออล (linalool) โคริแอนดรอล (coriandrol) แทนนิน แคลเซียมออกซาเลต ดังนั้นงานวิจัยจึงศึกษาหาระดับอุณหภูมิ และระยะเวลาที่สามารถกำจัดทุกระยะการเติบโตของมอดสมุนไพร และมอดยาสูบ ในดอกคำฝอย และเมล็ดผักชีได้ โดยไม่ทำให้ดอกคำฝอยและเมล็ดผักชีสูญเสียสารสำคัญ

อุปกรณ์และวิธีการ

1. การเตรียมสมุนไพรทดสอบ

นำดอกคำฝอย และเมล็ดผักชี ที่ใช้ทดลองมาใส่ในตู้แช่แข็งเป็นระยะเวลา 7 วัน เพื่อที่จะกำจัดแมลงที่อาจจะติดมากับสมุนไพร จากนั้นนำออกจากตู้วางไว้ในอุณหภูมิห้องเป็นระยะเวลา 1 วัน เพื่อลดความเย็นก่อนนำมาใช้ในการทดลอง

2. การเตรียมแมลงทดสอบระยะต่าง ๆ

เลี้ยงมอดยาสูบ *Lasioderma serricorne* (Fabricius) และมอดสมุนไพร *Stegobium paniceum* (Linnaeus) ในห้องปฏิบัติการ โดยเลี้ยงมอดยาสูบในแป้งสาลี และเลี้ยงมอดสมุนไพรในเมล็ดผักชี จนได้ปริมาณตัวเต็มวัยของแมลงทั้ง 2 ชนิด มากพอที่จะนำมาเตรียมแมลงในระยะการเติบโตต่าง ๆ ที่จะใช้ทำการทดลอง

2.1 ระยะไข่ : ปล่อยตัวเต็มวัยมอดยาสูบและมอดสมุนไพร ที่มีอายุ 7 วัน จำนวน 50 ตัว ลงในขวดที่บรรจุแป้งสาลี และเมล็ดผักชีน้ำหนัก 30 ก./ขวด จำนวน 144 ขวด/ชนิด ปิดฝาขวดด้วยกระดาษซับ นำขวดที่ได้เก็บไว้ในห้องเลี้ยงแมลงเป็นระยะเวลา 2 วัน จึงคัดตัวเต็มวัยของมอดยาสูบ และมอดสมุนไพรออกจากขวด ก็จะได้ไข่ของมอดยาสูบ และมอดสมุนไพรที่พร้อมทำการทดสอบ

2.2 ระยะหนอน : เตรียมเช่นเดียวกับระยะไข่ จากนั้นเก็บไข่ไว้ในห้องเลี้ยงแมลงเป็นเวลา 15 วัน จะได้หนอนของมอดยาสูบ สำหรับมอดสมุนไพรทิ้งไว้ระยะเวลา 18 วัน จะได้ระยะหนอนที่พร้อมทำการทดสอบ

2.3 ระยะดักแด้ : เตรียมเช่นเดียวกับระยะไข่ จากนั้น 25 วัน จะได้ดักแด้มอดยาสูบ และ ระยะเวลา 35 วัน สำหรับมอดสมุนไพรก็จะได้ดักแด้ ที่พร้อมนำมาทดสอบ

2.4 ระยะตัวเต็มวัย : ปล่อยตัวเต็มวัยของมอดยาสูบ และมอดสมุนไพร ที่มีอายุ 7 วัน จำนวน 300 ตัว ลงในขวดที่บรรจุแป้งสาลี 100 ก./ขวด และเมล็ดผักชี 200 ก./ขวด จำนวน 30 ขวด/ชนิดแมลง ปิดฝาขวดด้วยกระดาษซับ นำขวดที่ได้เก็บไว้ในห้องเลี้ยงแมลงเป็นระยะเวลา 3 วัน จากนั้นนำขวดออกมาคัดตัวเต็มวัยของแมลงออกจนหมด ปิดฝาขวดด้วยกระดาษซับอีกครั้ง นำขวดทั้งหมดไปไว้ห้องเลี้ยงแมลงเป็นระยะเวลา 35 วัน สำหรับมอดยาสูบ และ 45 วัน สำหรับมอดสมุนไพร ก็จะได้ตัวเต็มวัยของแมลงสำหรับทดสอบ

3. การทดสอบอุณหภูมิความร้อนในการกำจัดแมลง

วางแผนการทดลองแบบ RCB มี 4 กรรมวิธี จำนวน 6 ซ้ำ ทุกการทดลอง ทำการทดลองในเดือนตุลาคม ปี พ.ศ. 2554–กันยายน ปี พ.ศ. 2556 ที่กลุ่มวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยวพืชไร่ กองวิจัยและพัฒนาวิทยาการหลังการเก็บเกี่ยวและแปรรูปผลิตผลเกษตร

3.1 การควบคุมมอดยาสูบและมอดสมุนไพรในดอกคำฝอย

นำดอกคำฝอยที่เตรียมไว้ในข้อ 1. มาชั่งน้ำหนักปริมาณ 100 ก. บรรจุในขวดแก้วขนาดบรรจุ 900 มล. จำนวน 288 ขวด จากนั้นนำมอดยาสูบ และมอดสมุนไพรที่เตรียมไว้ในข้อ 2.1 แต่ละระยะการเติบโตใส่ในขวดแก้วจำนวน 72 ขวด ต่อระยะการเติบโตของแมลง โดยระยะตัวเต็มวัยใส่แมลงจำนวน 100 ตัว/ขวด พร้อมกับปิดฝาขวดด้วยกระดาษซับ นำขวดที่ใส่แมลงแล้วไปใส่ในตู้อบที่ระดับอุณหภูมิ 50 60 และ 70 °ซ อบเป็นระยะเวลา 1 2 และ 3 ชม. จากนั้นนำขวดแก้วทั้งหมดที่อบแล้วไปเก็บไว้ในห้องเลี้ยงแมลงเพื่อตรวจนับแมลงที่มีชีวิต โดยที่ระยะไข่ หนอน และดักแด้ ทำการตรวจนับในระยะที่เป็นตัวเต็มวัย เปรียบเทียบกับการเป็นตัวเต็มวัยในกรรมวิธีควบคุม ส่วนระยะตัวเต็มวัย ตรวจนับแมลงที่มีชีวิตรอด ที่ระยะเวลา 24 ชม. หลังทำการอบที่อุณหภูมิต่าง ๆ

3.2 การควบคุมมอดยาสูบและมอดสมุนไพรในเมล็ดผักชี

นำเมล็ดผักชีที่เตรียมไว้ในข้อ 1. มาชั่งน้ำหนักปริมาณ 200 ก. บรรจุในขวดแก้วขนาดบรรจุ 900 มล. จำนวน 288 ขวด และทำการทดลองเช่นเดียวกันกับกรรมวิธีในดอกคำฝอยข้อ 3.1

4. การตรวจวิเคราะห์ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดและความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระของดอกคำฝอย และเมล็ดผักชี

4.1 การวิเคราะห์ปริมาณความชื้น

ชั่งดอกคำฝอย และเมล็ดผักชี ปริมาณ 40 ก. / ขวด อย่างละ 72 ขวด นำขวดไปอบในตู้อบ ระดับอุณหภูมิ 50 60 และ 70 °ซ ระยะเวลา 1 2 และ 3 ชม. นำตัวอย่างสมุนไพรที่อบมาปั่นด้วยโถปั่นจนละเอียด ชั่งตัวอย่างที่ปั่นละเอียดปริมาณ 5 ก. ใส่ในถ้วยอะลูมิเนียมที่ทราบน้ำหนักแน่นอน นำถ้วยอะลูมิเนียมเข้าอบที่ระดับอุณหภูมิ 105 °ซ ระยะเวลา 2 ชม. ทิ้งไว้ให้เย็นในโหลดูดความชื้นประมาณ 30 นาที ชั่งน้ำหนัก นำไปอบและชั่งน้ำหนักทุกๆ 1 ชม. จนได้น้ำหนักคงที่ นำน้ำหนักที่ได้ไปคำนวณหาปริมาณความชื้นตามสูตร

$$\text{ปริมาณความชื้น (\%)} = \frac{(\text{น้ำหนักเริ่มต้น} - \text{น้ำหนักสุดท้าย})}{\text{น้ำหนักเริ่มต้น}} \times 100$$

4.2 การวิเคราะห์ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมด

ชั่งตัวอย่างดอกคำฝอย และเมล็ดผักชี ที่บดละเอียดแล้วปริมาณ 2 ก. ใส่ในขวดแก้วขนาดบรรจุ 60 มล. เติมเมทธิลแอลกอฮอล์ 80 % ปริมาตร 50 มล. ปิดฝาขวด ทิ้งไว้ 24 ชม. จากนั้นนำตัวอย่างในขวดมากรองด้วยกระดาษกรอง นำน้ำที่กรองได้ไปวิเคราะห์สารประกอบฟีนอลิกด้วยวิธี total phenol assay ดัดแปลงจากวิธีของ Kim *et al.* (2003b) โดยดูดสารสกัดจำนวน 0.2 มล. ลงในหลอดทดลองที่มีน้ำกลั่น 1.8 มล. จากนั้นเติมโฟลิน-ซีโอเคาทู 0.2 มล. ผสมให้เข้ากันทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 5 นาที เติม 7 % โซเดียมคาร์บอเนต 2 มล. และน้ำกลั่น

0.8 มล. ผสมให้เข้ากัน ตั้งไว้ที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 90 นาที นำสารที่ได้ไปวัดค่าดูดกลืนแสงที่ความยาว คลื่น 750 นาโนเมตร ด้วยเครื่องสเปกโตโฟโตมิเตอร์ นำค่าที่ได้มาเปรียบเทียบกับกราฟมาตรฐานของกรดแกลลิกเข้มข้น 0 - 100 มล./กก. รายงานผลเป็นปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมด (มิลลิกรัมสมมูลของกรดแกลลิก /100 กรัมน้ำหนักแห้ง)

4.3 การวิเคราะห์ความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระ

วิเคราะห์ความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธี DPPH Assay (2, 2-Diphenyl-1-picrylhydrazil radical scavenging capacity assay) ดัดแปลงจาก Kim *et al.* (2002) นำส่วนที่กรองได้ของดอกคำฝอย และเมล็ดผักชี จำนวน 0.1 มล. เติมสารละลาย DPPH 0.1 มิลลิโมลาร์ (ละลายใน 80% เมทานอล) ปริมาตร 2.9 มล. ผสมให้เข้ากันตั้งทิ้งไว้ในที่มืด 30 นาที วัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 517 นาโนเมตร ด้วยเครื่องสเปกโตรโฟโตมิเตอร์ นำค่าที่ได้มาเปรียบเทียบกับกราฟมาตรฐานของกรดแอสคอร์บิก เข้มข้น 0-100 มล./กก. รายงานผลเป็นสมบัติการต้านออกซิเดชัน DPPH (มิลลิกรัมสมมูลของกรดแอสคอร์บิก/100 กรัมน้ำหนักแห้ง)

ผลการทดลองและวิจารณ์

1. ระดับของอุณหภูมิในการควบคุมแมลง

1.1 การควบคุมมอดยาสูบในดอกคำฝอย

ผลการทดลอง พบว่า ที่ระดับอุณหภูมิ 50 °ซ ระยะเวลาในการอบ 1 2 และ 3 ชม. ไม่สามารถควบคุมไข่ของมอดยาสูบได้ทั้งหมด จำนวนตัวเต็มที่มีชีวิตรอดไม่มีความแตกต่างจากไข่ที่ไม่มีการอบความร้อน แต่มอดยาสูบในระยะหนอนเมื่อได้รับความร้อนนาน 3 ชม. ทำให้แมลงมีชีวิตอยู่รอดน้อยที่สุด 76.50 ตัว มีความแตกต่างทางสถิติจากหนอนที่ได้รับความร้อนนาน 1 และ 2 ชม. และชุดควบคุมที่มีจำนวนตัวเต็มวัยที่มีชีวิต 96.83, 88.33 และ 98.50 ตามลำดับ (Table 1) เช่นเดียวกับระยะดักแด้ ที่อุณหภูมิ 50 °ซ ต้องใช้เวลาในการอบนาน 3 ชม. จึงสามารถควบคุมแมลงได้บ้าง โดยพบแมลงตัวเต็มวัยรอดชีวิตจำนวน 88.83 ตัว และมีความแตกต่างจากชุดควบคุม และการอบที่ระยะเวลา 1 และ 2 ชม.ที่พบแมลงมีชีวิต 99.00, 96.17 และ 94.67 ตัว ตามลำดับ ขณะที่มอดยาสูบตัวเต็มวัยเมื่อได้รับความร้อนเป็นระยะเวลา 1 2 และ 3 ชม. พบแมลงที่มีชีวิตรอด 46.83, 38.50 และ 5.33 ตัว ตามลำดับ มีความแตกต่างทางสถิติจากชุดควบคุมที่พบตัวเต็มวัย 99.83 ตัว จะเห็นได้ว่าการใช้ความร้อนที่ระดับอุณหภูมิ 50 °ซ เป็นเวลา 3 ชม. มีประสิทธิภาพในการควบคุมมอดยาสูบตัวเต็มวัยได้ดีที่สุด

ระดับอุณหภูมิ 60 °ซ พบว่า ระยะเวลาในการให้ความร้อน 2 ชม. ขึ้นไป ไม่พบตัวเต็มวัยมอดยาสูบที่มีชีวิตรอดในระยะไข่ ดักแด้ และตัวเต็มวัยที่ทดสอบ ยกเว้นมอดยาสูบระยะหนอน ที่ใช้เวลาในการอบเพียง 1 ชม. สามารถควบคุมได้ 100 % ขณะที่ ระยะไข่ และระยะดักแด้ จะทนความร้อนได้ดีกว่า เพราะพบจำนวนตัวเต็มวัยที่มีชีวิตรอดไม่แตกต่างจากชุดควบคุม (Table 1)

ระดับอุณหภูมิ 70 °ซ พบว่า ระยะเวลาในการให้ความร้อน 1 ชม. สามารถควบคุมระยะหนอน และตัวเต็มวัยของมอดยาสูบได้ทั้งหมด ขณะที่ระยะไข่ และระยะดักแด้ ระยะเวลาที่ให้ความร้อน 2 ชม. ขึ้นไป จึงสามารถควบคุมได้ 100% (Table 1)

1.2 การควบคุมมอดสมุนไพรในดอกคำฝอย

ระดับอุณหภูมิ 50 °ซ พบว่า ที่ระยะเวลาในการอบ 2 และ 3 ชม. สามารถควบคุมระยะไข่ หนอน ดักแด้ และตัวเต็มวัยของมอดสมุนไพร ได้อย่างมีประสิทธิภาพ จำนวนตัวเต็มวัยที่มีชีวิตลดลง และมีความแตกต่างกับระยะเวลาการอบ 1 ชม. และชุดควบคุม (Table 2) ที่ระยะเวลา 3 ชม. จำนวนมอดสมุนไพรระยะไข่ หนอน ดักแด้ และตัวเต็มวัย มีชีวิตรอดเพียง 1.50 0.00 3.50 และ 0.00 ตัว ที่ระดับอุณหภูมิ 60 °ซ ระยะเวลา 1 2 และ 3 ชม. สามารถควบคุมทุกระยะของมอดสมุนไพรได้เกือบทั้งหมด ยกเว้นมอดสมุนไพรระยะไข่และดักแด้ ที่ยังพบตัวเต็มวัยมีชีวิตรอดจำนวน 0.33 และ 11.33 ตัว เท่านั้น ขณะที่ระดับอุณหภูมิ 70 °ซ ระยะเวลาในการอบตั้งแต่ 1 ชม. ขึ้นไป สามารถควบคุม ระยะไข่ หนอน และตัวเต็มวัยได้ทั้งหมด ยกเว้นระยะดักแด้ที่พบว่ามีตัวเต็มวัยรอดชีวิตอยู่เพียง 1.17 ตัว จะเห็นได้ว่ามอดสมุนไพรทุกระยะการเจริญเติบโตทนความร้อนได้น้อยกว่ามอดยาสูบในดอกคำฝอย ซึ่งสอดคล้องการการทดลองของ ใจทิพย์และคณะ (2550) รายงานว่าที่ระดับอุณหภูมิ 60 70 และ 80 °ซ ในระยะเวลา 70 40 และ 30 นาที สามารถควบคุมด้วงงวงข้าวโพด ได้ 100 %

1.3 การควบคุมมอดยาสูบในเมล็ดผักชี

ระดับอุณหภูมิ 50 °ซ พบว่า ที่ระยะเวลา 1-3 ชม. ไม่สามารถควบคุมมอดยาสูบในเมล็ด

Table 1 Number of survival eggs, larvae, pupae and adults of *Lasioderma serricorne* (Fabricius) in dried safflower roasted at different temperature

Temp. (°C)	Time (hr)	No. Survival of *Lasioderma serricorne*			
		eggs	larvae	pupae	adults
50	0	309.67 a	98.50 b	99.00 b	99.83 c
	1	290.50 a	96.83 b	96.17 b	46.83 b
	2	264.83 a	88.33 b	94.67 b	38.50 b
	3	249.00 a	76.50 a	88.83 a	5.33 a
C.V.		**21.2**	**7.6**	**4.3**	**10.8**
F-test		**ns**	**	**	**
60	0	299.00 b	99.00 b	99.33 b	99.50 b
	1	286.50 b	0.00 a	95.17 b	1.17 a
	2	0.00 a	0.00 a	0.00 a	0.00 a
	3	0.00 a	0.00 a	0.00 a	0.00 a
C.V.		**23.2**	**2.3**	**5.3**	**3.1**
F-test		**	**	**	**
70	0	316.67 c	99.17 b	99.17 c	99.83 b
	1	222.50 b	0.00 a	37.50 b	0.00 a
	2	0.00 a	0.00 a	0.00 a	0.00 a
	3	0.00 a	0.00 a	0.00 a	0.00 a
C.V.		**31.8**	**2.5**	**9.1**	**1.6**
F-test		**	**	**	**

Average of 6 replications

Means in the same column followed by a common letters are not significantly different at 1% level by LSD

** = significant at 1% level , ns = not significant

Table 2 Number of survival eggs, larvae, pupae and adults of *Stegobium paniceum* (Linnaeus) in dried safflower roasted at different temperature

Temp. (°C)	Time (hr)	Average of surviving *Stegobium paniceum*			
		eggs	larvae	pupae	adults
50	0	240.33 c	213.83 b	213.33 c	99.83 c
	1	183.83 b	211.00 b	132.33 b	60.67 b
	2	2.17 a	27.50 a	5.17 a	1.17 a
	3	1.50 a	0.00 a	3.50 a	0.00 a
C.V.		**28.8**	**19.6**	**24.7**	**21.4**
F-test		**	**	**	**
60	0	211.50 b	204.00 a	197.67 b	99.83 b
	1	0.33 a	0.00 a	11.33 a	0.00 a
	2	0.00 a	0.00 a	0.00 a	0.00 a
	3	0.00 a	0.00 a	0.00 a	0.00 a
C.V.		**57.4**	**29.9**	**30.2**	**1.0**
F-test		**	**	**	**
70	0	219.50 b	218.83 b	180.17 b	99.67 b
	1	0.00 a	0.00 a	1.17 a	0.00 a
	2	0.00 a	0.00 a	0.00 a	0.00 a
	3	0.00 a	0.00 a	0.00 a	0.00 a
C.V.		**12.7**	**18.8**	**44.6**	**1.7**
F-test		**	**	**	**

Average of 6 replications

Means in the same column followed by a common letters are not significantly different at 1% level by LSD

** = significant at 1% level , ns = not significan

ผักชีทุกระยะการเจริญเติบโตได้ เนื่องจากตัวเต็มวัยมอดยาสูบ ที่เจริญมาจากไข่ หนอน ดักแด้ และตัวต็มวัย เมื่อได้รับความร้อน 50 °ซ ยังมีชีวิตรอดอยู่มากกว่า 50% (Table 3) ระดับอุณหภูมิ 60 °ซ พบว่าระยะเวลา 3 ชม. สามารถควบคุมไข่ หนอน ดักแด้ และตัวเต็มวัยของมอดยาสูบได้ทั้งหมด เช่นเดียวกับผลการทดลองที่ระดับอุณหภูมิ 70 °ซ ที่ระยะเวลาการให้ความร้อน 2 และ 3 ชม. สามารถควบคุมทุกระยะการเจริญเติบโตของมอดยาสูบได้ทั้งหมด

1.4 การควบคุมมอดสมุนไพรในเมล็ดผักชี

ที่ระดับอุณหภูมิ 50 °ซ ที่ระยะเวลา 3 ชม. พบว่า สามารถควบคุมไข่ หนอน ของมอดสมุนไพรได้ทั้งหมด และระดับอุณหภูมิ 60 °ซ ระยะเวลา 2 ชม. สามารถควบคุมมอดสมุนไพรในระยะไข่ หนอน ดักแด้ และตัวเต็มวัยได้ทั้งหมด เพราะไม่พบแมลงตัวเต็มวัยที่มีชีวิตรอดเลย เมื่ออุณหภูมิเพิ่มสูงขึ้นป็น 70 °ซ ระยะเวลาที่ให้ความร้อน ในการควบคุมแมลงได้ทั้งหมดก็จะลดลง โดยที่อุณหภูมิ 70 °ซ ใช้เวลาเพียง 1 ชม. สามารถทำให้มอดสมุนไพรทุกระยะไม่สามารถมีชีวิตรอดอยู่ได้ (Table 4)

Table 3 Number of surviving eggs, larvae, pupae and adults of *Lasioderma serricorne* (Fabricius) in coriander seed, roasted at different temperatur

Temp. (°C)	Time (hr)	Average of surviving *Lasioderma serricorne*			
		eggs	larvae	pupae	adults
50	0	562.83 b	99.83 b	99.5 b	100.0 ab
	1	525.83 b	84.17 a	93.5 b	95.17 ab
	2	276.17 b	82.20 a	87.17 a	90.67 ab
	3	62.17 a	80.16 a	78.83 a	89.19 a
C.V.		**78.6**	**7.4**	**7.8**	**8.4**
F-test		**	**	**	ns
60	0	589.67 b	99.50 c	99.83 c	99.83 c
	1	426.67 b	82.50 b	92.50 b	88.17 b
	2	76.83 a	0.0 a	0.0 a	0.0 a
	3	0.0 a	0.0 a	0.0 a	0.0 a
C.V.		**60.8**	**8.5**	**6.2**	**6.7**
F-test		**	**	**	**
70	0	573.0 b	99.67 c	99.17 c	99.83 c
	1	320.17 b	57.15 b	86.14 b	85.67 b
	2	0.0 a	0.0 a	0.0 a	0.0 a
	3	0.0 a	0.0 a	0.0 a	0.0 a
C.V.		**70.3**	**12.1**	**8.6**	**7.9**
F-test		**	**	**	**

Average of 6 replications

Means in the same column followed by a common letters are not significantly different at 1% level by LSD

** = significant at 1% level , ns = not significant

2. ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดและความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระในดอกคำฝอย

ที่ระดับอุณหภูมิ 50 °ซ ที่ใช้ในการอบดอกคำฝอย เป็นระยะเวลา 2 และ 3 ชม. ทำให้ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดลดลงแตกต่างกันทางสถิติ กับชุดควบคุม (1,582.83 มก.) ส่วนความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระ ที่ ระยะเวลา 3 ชม. มีค่าน้อยที่สุดเท่ากับ 518.33 มก. รองลงมา คือที่ระยะเวลา 2 ชม. มีปริมาณสาร 555.67 มก.และปริมาณสารต้านอนุมูลอิสระที่ชุดควบคุมมีค่า 596.50 มก (Table 5)

ระดับอุณหภูมิ 60 °ซ ที่ระยะเวลา 3 ชม. พบว่า ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดมีปริมาณต่ำสุด 1282.50 มก รองลงมาคือ ที่ระยะเวลา 2 ชม. โดยมีปริมาณสารเท่ากับ 1388.50 มก.แต่ที่ระยะเวลา 1 และ 2 ชม. ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกไม่มีความแตกต่างกัน ขณะที่ความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระ ที่ระยะเวลา 3 ชม.มีปริมาณสารลดลงมากที่สุดโดยมีปริมาณสารเท่ากับ 521.04 มก. และที่ระยะเวลา 0 1 และ 2 ชม.ความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระที่พบไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (Table 5)

Table 4 number of surviving eggs, larvae, pupae and adults of *Stegobium paniceum* (Linnaeus) in coriander seed, roasted at different temperature

Temp. (°C)	Time (hr)	Average of surviving *Stegobium paniceum*			
		eggs	larvae	pupae	adults
50	0	207.83 b	259.50 b	240.17 c	100.0 b
	1	187.33 b	233.67 b	224.83 c	95.17 ab
	2	15.0 a	47.17 a	122.83 b	90.67 ab
	3	0.0 a	0.0 a	51.17 a	89.19 a
C.V.		**43.0**	**25.5**	**23.5**	**8.4**
F-test		**	**	**	ns
60	0	202.67 b	253.50 c	243.50 c	100.0 c
	1	30.0 a	144.67 b	47.67 b	55.67 b
	2	0.0 a	0.0 a	0.0 a	0.0 a
	3	0.0 a	0.0 a	0.0 a	0.0 a
C.V.		**46.6**	**29.8**	**33.8**	**10.4**
F-test		**	**	**	**
70	0	216.50 b	255.83 b	246.67 b	100.0 b
	1	0.0 a	0.0 a	0.0 a	0.0 a
	2	0.0 a	0.0 a	0.0 a	0.0 a
	3	0.0 a	0.0 a	0.0 a	0.0 a
C.V.		**33.2**	**29.8**	**36.4**	**2.1**
F-test		**	**	**	**

Average of 6 replications

Means in the same column followed by a common letters are not significantly different at 1% level by LSD

** = significant at 1% level , ns = not significant

ระดับอุณหภูมิ 70 °ซ ที่ระยะเวลา 1 2 และ 3 ชม. พบว่ามีปริมาณสารประกอบฟีนอลิกไม่ความแตกต่างกันทางสถิติ โดยมีปริมาณสารเท่ากับ 1,425.00 1,334.00 และ 1,185.67 มก. ตามลำดับ ส่วนความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระ ที่ระยะเวลา 3 ชม.มีปริมาณสารลดลงมากที่สุด โดยมีปริมาณสารเท่ากับ 497.00 มก. และปริมาณสารต้านอนุมูลอิสระที่ระยะเวลา 1 และ 2 ชม. ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยมีปริมาณ 549.83 และ 534.17 มก. ขณะที่ชุดควบคุม มีปริมาณสารต้านอนุมูลอิสระมากที่สุด 604.50 มก. (Table 5)

3. สารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดและความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระในเมล็ดผักชี

ในเมล็ดผักชี เมื่อให้ความร้อนระดับอุณหภูมิ 50 °ซ เป็นระยะเวลา 3 ชม. ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกลดลงมากที่สุด โดยมีปริมาณสาร 182.67 มก.แตกต่างทางสถิติจากการอบที่ระยะเวลา 1 และ 2 ชม. และชุดควบคุม (Table 5) เช่นเดียวกับความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระที่ระยะเวลา 3 ชม.ก็มีปริมาณสารน้อยที่สุดเท่ากับ 158.33 มก. ขณะที่ระดับอุณหภูมิ 60 °ซ อบเป็นระยะเวลา 3 ชม. ทำให้ปริมาณสาร ประกอบฟีนอลิกทั้งหมดลดลงมากที่สุด เหลือเพียง 171.67 มก.

Table 5 Total phenolic content and anti-oxidation activity of safflower roasted and coriander seed after roasting at different temperatures and times of exposure

Temp. (°C)	Time (hr)	safflower roasted		coriander seed	
		Total phenolic	Anti-oxidation	Total phenolic	Anti-oxidation
50	0	1,582.83 a	596.50 a	216.17 a	208.17 a
	1	1,433.50 b	567.83 a	192.67 b	190.00 b
	2	1,394.00 c	555.67 b	191.83 b	181.17 b
	3	1,395.00 c	518.33 c	182.67 c	158.33 c
C.V.		**3.2**	**3.4**	**2.3**	**3.5**
F-test		**	**	**	**
60	0	1,596.33 a	599.67 a	222.83 a	207.50 b
	1	1,402.00 b	553.50 a	183.50 b	169.50 b
	2	1,388.50 b	547.33 a	183.67 b	164.17 b
	3	1,282.50 c	599.67 b	171.67 c	156.33 c
C.V.		**2.1**	**5.7**	**2.6**	**3.1**
F-test		**	**	**	**
70	0	1,768.00 a	604.50 a	223.17 a	212.17 a
	1	1,425.00 b	549.83 b	173.33 b	173.33 b
	2	1,334.00 b	534.17 b	169.50 b	158.17 c
	3	1,185.67 b	497.00 c	161.33 c	154.67 c
C.V.		**13.2**	**3.9**	**2.3**	**2.8**
F-test		**	**	**	**

Means in the column followed by a common letters in column are not significantly different at 1 % level by LSD ** = significant at 1% level

ส่วนความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระ ที่ระยะเวลา 3 ชม. มีปริมาณสารน้อยที่สุด ปริมาณสารต้านอนุมูลอิสระที่ระยะเวลา 0 1 และ 2 ชม. ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

และที่ระดับอุณหภูมิ 70 °ซ ที่ระยะเวลา 3 ชม. พบว่า ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกลดลงมากที่สุดเช่นเดียวกับที่ระดับอุณหภูมิอื่น ๆ ขณะที่ระยะเวลา 1 และ 2 ชม. ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกไม่มีความแตกต่างกัน ความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระที่ระยะเวลา 2 และ 3 ชม. ลดลงแตกต่างจากชุดควบคุม

การทดลองการใช้ความร้อนในการกำจัดมอดยาสูบ และมอดสมุนไพร ในดอกคำฝอย และเมล็ดผักชี พบว่า การใช้ความร้อนกำจัดมอดยาสูบจะต้องใช้ระดับอุณหภูมิ และระยะเวลาที่สูงกว่าในมอดสมุนไพร แสดงให้เห็นว่า มอดยาสูบทนทานต่อความร้อนได้มากกว่ามอดสมุนไพร สอดคล้องกับ Dosland *et al.* (2006) รายงานว่าแมลงศัตรูผลิตผลเกษตรที่ทนต่อความร้อนได้มากที่สุดคือ มอดยาสูบ และมอดหัวป้อม และจากการทดลองในครั้งนี้ พบว่า ระยะการเจริญเติบโตที่ทนต่อความร้อนได้มากที่สุด คือ ระยะไข่ และ ระยะหนอน จากผลการตรวจสอบปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมด และความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระ พบว่า ในเมล็ดผักชีมีปริมาณสารทั้ง 2 ชนิดใกล้เคียงกัน แต่ในดอกคำฝอย พบว่า

ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดสูงกว่าสารต้านอนุมูลอิสระ และการอบสมุนไพรทั้ง 2 ชนิด ทุก ๆ อุณหภูมิ มีปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมด และความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระลดลงต่ำกว่ากรรมวิธีไม่ผ่านการอบ แสดงให้เห็นว่าความร้อนมีผลต่อปริมาณสารสำคัญของพืช นอกจากนี้ยังพบว่าการใช้ระเวลาอบนานจะทำให้ปริมาณสารสำคัญในสมุนไพรลดลงในทุกอุณหภูมิ

การใช้ความร้อนในพืชส่วนใหญ่โดยทั่ว ๆ ไปจะมีผลทำให้สารประกอบฟีนอลิกทั้งหมด และความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระลดลง แต่อาจจะมีพืชบางชนิดที่การให้ความร้อนทำให้สารต้านอนุมูลอิสระเพิ่มขึ้น และจากการรายงานของ Kim *et al.* (2006) พบว่า ความร้อนระดับอุณหภูมิ 200 °ซ ทำให้ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดในเมล็ดองุ่นลดลง อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ นอกจากนี้ Settharaksa *et al.* (2012) รายงานสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดในพืชสมุนไพรที่เป็นส่วนผสมของเครื่องแกงสำหรับทำคั่วกลิ้งที่ให้ความร้อนที่ระดับอุณหภูมิ 100 °ซ มีปริมาณสารฟีนอลิกมากกว่าที่อุณหภูมิ 121 °ซ ในทุกระยะเวลา แต่ในส่วนของปริมาณสารต้านอนุมูลอิสระ พบว่าที่อุณหภูมิ 121 °ซ มีปริมาณสารต้านอนุมูลอิสระมากกว่าที่อุณหภูมิ 100 °ซ

สรุปผลการทดลอง

การใช้อุณหภูมิความร้อนในการกำจัดมอดยาสูบในดอกคำฝอย และเมล็ดผักชี โดยไม่ทำให้สูญเสียคุณภาพ (สารต้านอนุมูลอิสระ และสารประกอบฟีนอลิก) จะต้องอบที่ระดับอุณหภูมิ 60 °ซ ระยะเวลา 2 ชม. และในเมล็ดผักชี จะต้องอบที่ระดับอุณหภูมิ 70 °ซ ระยะเวลา 2 ชม. ควบคุมมอดยาสูบได้ทุกระยะการเจริญเติบโต ในการกำจัดมอดสมุนไพรในดอกคำฝอย และในเมล็ดผักชี ต้องอบระดับอุณหภูมิ 60 °ซ ระยะเวลา 2 ชม. จึงสามารถควบคุมมอดสมุนไพรได้ 100 % ทุกระยะการเจริญเติบโต

คำขอบคุณ

กลุ่มวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยวพืชไร่ กองวิจัยและพัฒนาวิทยาการหลังการเก็บเกี่ยวและแปรรูปผลิตผลเกษตร กรมวิชาการเกษตร

เอกสารอ้างอิง

ใจทิพย์ อุไรชื่น พรทิพย์ วิสารทานนท์ และ ภาวินี หนูชนะภัย. 2550. การใช้ความร้อนในการควบคุมแมลงศัตรูข้าวหลังการเก็บเกี่ยว หน้า 25-50. *ใน : รายงานผลงานวิจัยเรื่องเต็ม ปี 2550* สำนักวิจัยและพัฒนาวิทยาการหลังการเก็บเกี่ยวและแปรรูปผลิตผลเกษตร กรมวิชาการเกษตร.

พรทิพย์ วิสารทานนท์ พรรณเพ็ญ ชโยภาส ใจทิพย์ อุไรชื่น รังสิมา เก่งการพานิช กรรณิการ์ เพ็งคุ้ม จิราภรณ์ ทองพันธ์ ดวงสมร สุทธิสุทธิ์ ลักขณา ร่มเย็น ภาวินี หนูชนะภัย อัจฉรา เพชรโชติ. 2551. *แมลงที่พบในผลิตผลเกษตรและการป้องกันกำจัด.* เอกสารวิชาการ สำนักวิจัยและพัฒนาวิทยาการหลังการเก็บเกี่ยวและแปรรูปผลิตผลเกษตร กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ 170 หน้า.

Banks, H.J. and P.G. Fields. 1995. Physical methods for insect control in stored grain ecosystem. Pages 353-410. *In : stored - grain ecosystem.* Marcel-Dekker Inc, New York.

Beckett, S.J. and R. Morton. 2003. Mortarity of Rhyzopertha dominica (F.) coleopteran: Bostrychidae) at grain temperatures rang form 50 and 60 °C obtained at different rates of heating in a spouted bed. *J. stored Prod. Res.* 39(3) : 313-332.

Beckett, S.J., P.G. Filelds, and Bh. Subramanyam. 2007. Disinfestation of stored products and associated structures using heat. Pages 182-237. *In : Heat Treatments for Post Harvest Pest Control.* Theory and Practice. CABI, Wallingford, Oxfordsshire, UK.

Dosland, O., Bh. Subramanyam., G. Sheppard. And R. Mahroof. 2006. Temperature modification for insect control. Pages 89-103. *In : Insect Management for Food Storage and Proccessing,* second Edition, American Association of Cereal Chemists International, St. Paul, MN.

Fields, P.G. 1992. The control of stored-product insect and mites with extreme temperatures. *J. Stored Product Res.* 28:89 -118. P.

Fields, P.G. and W.E. Muir. 1996. Physical control. Page 195-221. *In : Intergrated Management of Insect in Stored Products,* New York.

Kim, D.O., K. W. Lee, H.J. Lee and C.H. Lee. 2002. Vitamin C equivalent antioxidant capacity (VCEAC) of phenolic phytochemicals. *J. Agric. Food Chem.* 50(13): 3713-3717.

Kim, D.O., S. W. Jeong and C.Y. Lee. 2003b. Antioxidant capacity of phenolic phytochemicals from various cultivars of plums. *Food Chem.* 81: 321-326.

Kim, S.Y., S.M. Jeong, W.P. Park, C.K. Nam, A.U. Ahn and S.C. Lee. 2006. Effect of heating conditions of grape seeds on the antioxidant activity of grape seed extracts. *Food Chem.* 97: 472-479.

Liu, R., Y. Xiong, and C. Wang. 1983. Studies on heat treatment of wheat grains in China. Pages 443-452. *In : Chemistry and World Food Supplies* : The New Frontie. Pergamon Press. Oxford.

Mbata, G.N. and T.W. Phillips. 2001. Effects of temperature and exposure time on mortality of stored-product insects exposed to low pressure. *J. Econ. Ent.* 94(5) : 1302-1307.

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

Settharaksa, S., A. Jongjareonrak, P. Hmadhlu, W. Chansuwan and S. Siripongvutikorn. 2012. Flavonoid, phenolic contents and antioxidant properties of Thai hot curry paste extract and its ingredients as affected of pH, solvent types and high temperature. Int. *Food Res. J.* 19(4): 1581-1587.