1. ชื่อชุดโครงการวิจัย วิจัยพัฒนาการอารักขาพืช

2. ชื่อโครงการวิจัย วิจัยการกักกันพืช

ชื่อกิจกรรมที่ วิจัยและพัฒนาวิธีกำจัดศัตรูพืชกักกันเพื่อการส่งออก

3. ชื่อการทดลอง วิจัยและพัฒนาวิธีกำจัดแมลงด้วยความร้อนสำหรับกำจัดแมลงวันทองในผลลำไยเพื่อการส่งออก

Research and Development of Heated Air Quarantine Treatment for Longan Infested with Fruit Flies for Export

4. คณะผู้ดำเนินงาน

หัวหน้าการทดลอง ชัยณรัตน์ สนศิริ[1/]

ผู้ร่วมงาน สลักจิต พานคำ[1/] มลนิภา ศรีมาตรภิรมย์[1/] อุดร อุณหวุฒิ[2/] และรัชฎา อินทรกำแหง[1/]

5. บทคัดย่อ

ศึกษาวิธีการกำจัดแมลงด้วยความร้อนเพื่อกำจัดแมลงวันทอง oriental fruit fly, *Bactrocera dorsalis* (Hendel) ในผลลำไย (*Dimocarpus longan* L.) โดยศึกษาประสิทธิภาพของวิธีอบไอน้ำในการกำจัดแมลงวันทอง *B. dorsalis* ในผลลำไย เพื่อกำจัดแมลงวันทองระยะไข่ (อายุ 24 ชั่วโมง) ศึกษา 2 การทดลอง การทดลองที่ 1 อบลำไยให้อุณหภูมิภายในผลเพิ่มขึ้นถึง 46 องศาเซลเซียส และคงความร้อนไว้ที่ 46 องศาเซลเซียส นาน 20, 30, 40, 50 และ 60 นาที ตามลำดับ ความชื้นสัมพัทธ์มากกว่า 90 เปอร์เซ็นต์ พบว่าแมลงวันทองมีอัตราการตายเฉลี่ย 92.93, 99.51, 99.94, 100 และ100 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ การทดลองที่ 2 อบลำไยให้อุณหภูมิภายในผลเพิ่มขึ้นถึง 46 องศาเซลเซียส และคงความร้อนไว้ที่ 46 องศาเซลเซียส นาน 45, 50 และ 55 นาที พบว่าแมลงวันทองมีอัตราการตายเฉลี่ย 100, 100 และ100 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ แสดงว่าที่อุณหภูมิ 46 องศาเซลเซียส นาน 50 นาที สามารถกำจัดระยะไข่ของแมลงวันทองในผลลำไยจำนวนไม่น้อยกว่าประมาณ 3,500 ตัว ตายทั้งหมด จากผลการทดลองนี้ได้เสนอให้มีการประเมินประสิทธิภาพกระบวนการอบไอน้ำ ที่อุณหภูมิ 46.0 องศาเซลเซียส นาน 50 นาที เพื่อใช้เป็นวิธีการกำจัดศัตรูพืชด้านกักกันพืช สำหรับกำจัดไข่ และหนอนวัยต่างๆ ของแมลงวันทอง ในผลลำไยก่อนส่งออก

การยืนยันประสิทธิภาพของวิธีอบไอน้ำในการกำจัดแมลงวันทอง *B. dorsalis* ในผลลำไย ศึกษา 2 การทดลอง การทดลองที่ 1 การประเมินประสิทธิภาพการกำจัดแมลง โดยวิธีใส่ไข่แมลงในผลลำไย และวิธีให้แมลงวางไข่ในผลลำไย อบลำไยที่อุณหภูมิ 46 องศาเซลเซียส นาน 50 นาที ความชื้นสัมพัทธ์มากกว่า 90 เปอร์เซ็นต์ พบว่าลำไยที่ไม่ผ่านความร้อน (control) จำนวน 8,000 และ4,000 ผล มีแมลงรอดชีวิต จำนวน 14,806 และ 235 ตัว ลำไยที่ผ่านความร้อน (treatment) จำนวน 12,000 และ 6,000 ผล ไม่พบแมลงรอดชีวิต ผลการประเมินประสิทธิภาพกระบวนการกำจัดแมลงวันทองดังกล่าวข้างต้น พบว่า สามารถกำจัดไข่จำนวนประมาณ 22,566 ฟอง ในผลลำไยตายทั้งหมด การทดลองที่ 2 การประเมินความเสียหายต่อคุณภาพลำไยในสภาพจำลองการส่งออกทางเครื่องบิน และทางเรือ อบลำไย

ที่อุณหภูมิ 46 องศาเซลเซียส นาน 50 นาที ความชื้นสัมพัทธ์มากกว่า 90 เปอร์เซ็นต์ เก็บไว้ในห้องควบคุมอุณหภูมิ และความชื้นที่ 10 องศาเซลเซียส นาน 7 และ 14 วัน พบว่า การสูญเสียน้ำหนักและปริมาณน้ำตาลไม่เปลี่ยนแปลง แต่สีผิวเปลือกของผลลำไยจะเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาลเข้ม ผลแห้ง และแข็ง ข้อมูลจากการทดลองนี้ และการทดลองที่ผ่านมาจึงขอเสนอกระบวนการกำจัดแมลงดังกล่าวข้างต้นเป็นวิธีการกำจัดศัตรูพืชด้านกักกันพืชสำหรับใช้กำจัดแมลงวันทองในผลลำไยก่อนส่งออกไปจำหน่ายยังประเทศที่ห้ามนำเข้าลำไยสดจากประเทศไทย

คำสำคัญ : แมลงวันทอง และวิธีการอบไอน้ำ

รหัสการทดลอง 03-60-54-03-05-00-05-54

[1/]สำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช กรมวิชาการเกษตร

[2/]สำนักผู้เชี่ยวชาญ กรมวิชาการเกษตร

6. คำนำ

ปัญหาการกักกันพืชระหว่างประเทศนับวันจะยุ่งยากและสลับซับซ้อนเพิ่มขึ้น เนื่องจากการขยายตัวทางการค้าระหว่างประเทศอย่างรวดเร็ว การนำเข้าและส่งออกผักและผลไม้มีความเสี่ยงสูงที่แมลงศัตรูพืชร้ายแรงด้านกักกันพืชจะแพร่ระบาดจากประเทศหนึ่งไปยังอีกประเทศหนึ่งโดยเฉพาะอย่างยิ่งแมลงวันทอง การวิจัยและพัฒนาวิธีการกำจัดศัตรูพืชด้านกักกันพืช (Plant quarantine treatment) เพื่อใช้สำหรับกำจัดแมลงในผักและผลไม้หลังการเก็บเกี่ยวจึงมีความสำคัญอย่างยิ่งต่องานกักกันพืชระหว่างประเทศ เพราะช่วยให้สามารถส่งผักและผลไม้ออกจากแหล่งแพร่ระบาดของแมลงวันทองได้ โดยปราศจากความเสี่ยงที่ศัตรูพืชร้ายแรงจะเล็ดลอดติดไปกับสินค้า (อุดร, 2541) หลังจากที่ประเทศไทยจัดทำข้อตกลงเขตการค้าเสรี (Free Trade Area, FTA) กับประเทศสาธารณรัฐประชาชนจีนก่อให้เกิดผลกระทบค่อนข้างมากกับเกษตรกรในภาคเหนือตอนบน โดยเฉพาะอย่างยิ่งเกษตรกรที่ทำสวนลำไยเป็นอาชีพหลักต้องประสบปัญหาไม่สามารถแข่งขันด้านราคากับสินค้านำเข้าจากสาธารณรัฐประชาชนจีน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์มีนโยบายช่วยเหลือเกษตรกรที่ได้รับผลกระทบโดยส่งเสริมและผลักดันให้มีการส่งออกลำไยเพิ่มมากขึ้น

ลำไยเป็นไม้ผลที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจมีพื้นที่ปลูกประมาณ 1,035,708 ไร่ ให้ผลผลิต 525,230 ตัน (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร,2555) ลำไยมีปัญหาในการส่งออกเนื่องจากเป็นพืชอาศัยของแมลงวันทอง ซึ่งเป็นแมลงศัตรูพืชที่สำคัญทางด้านกักกันพืช หลายประเทศออกมาตรการด้านสุขอนามัยพืชห้ามนำเข้าผลไม้จากประเทศไทย กลุ่มวิจัยการกักกันพืชได้ศึกษาวิจัยเพื่อพัฒนาวิธีการกำจัดแมลงศัตรูพืชที่มีประสิทธิภาพในการกำจัดแมลงศัตรูพืชด้านกักกันพืช (plant quarantine treatment) สำหรับกำจัดแมลงวันทองก่อนการส่งออก หากประสบผลสำเร็จจะส่งผลให้หลายประเทศผ่อนปรนหรือยกเลิกข้อกำหนดในการห้ามนำเข้าผลไม้จากประเทศไทย ในปี พ.ศ. 2529 กลุ่มวิจัยการกักกันพืชประสบความสำเร็จในการวิจัยพัฒนาวิธีการอบไอน้ำ (Vapor Heat Treatment, VHT)ในการกำจัดแมลงวันทอง

2 ชนิด คือ oriental fruit fly, *Bactrocera dorsalis* (Hendel) และ melon fly, *B. cucurbitae* (Coquillett) ในมะม่วงพันธุ์หนังกลางวัน (Unahawutti *et al*.,1986) ต่อมาได้มีการวิจัยพัฒนาวิธีกำจัดแมลงด้วยความร้อนกระบวนการอบไอน้ำปรับสภาพความชื้นสัมพัทธ์ (Modified Vapor Heat Treatment, MVHT) ที่อุณหภูมิภายในสุดผล 47 องศาเซลเซียส นาน 20 นาที มีประสิทธิภาพสูง สามารถกำจัดแมลงวันทองในผลมะม่วง (*Mangifera indica* Linn.) ครอบคลุมถึง 4 พันธุ์ คือ หนังกลางวัน น้ำดอกไม้ แรด และพิมเสนแดง โดยไม่มีผลกระทบต่อคุณภาพของมะม่วง (Unahawutt *et al*., 1991) หลังจากนั้นประสบความสำเร็จในการวิจัยพัฒนาวิธีอบไอน้ำปรับสภาพความชื้นสัมพัทธ์มีประสิทธิภาพสูง สามารถกำจัดแมลงวันทองในผลมังคุด (*Garcinia mangostana* Linn.) ที่อุณหภูมิภายในสุดผล 46 องศาเซลเซียส นาน 58 นาที สามารถกำจัดแมลงวันทองในกลุ่ม *B. dorsalis* species complex จำนวน 4 ชนิด คือ *B. carambolae, B. dorsalis*, *B. papayae* และ *B. pyrifoliae* ได้อย่างมีประสิทธิภาพ (Unahawutt *et al*., 1999) ในปี 2549 กระทรวงเกษตรป่าไม้และประมงญี่ปุ่นอนุญาตให้มีการนำเข้ามะม่วงเพิ่มอีก 1 พันธุ์ คือ มหาชนก และในปัจจุบันได้ศึกษาวิจัยและพัฒนาวิธีการอบไอน้ำปรับสภาพความชื้นสัมพัทธ์มีประสิทธิภาพสูงสามารถกำจัดแมลงวันทองในในกลุ่ม *B. dorsalis* species complex จำนวน 4 ชนิด ในผลส้มโอ (*Citrus maxima* (Burman) Merr.) พันธุ์ทองดีได้เป็นผลสำเร็จที่อุณหภูมิภายในสุดผล 46 องศาเซลเซียส นาน 30 นาที และได้ส่งรายงานผลการศึกษาวิจัยวิธีการกำจัดแมลงวันทองดังกล่าวให้กับกระทรวงเกษตรป่าไม้และประมงญี่ปุ่นพิจารณาเรียบร้อยแล้ว ซึ่งในต้นปี 2555 กระทรวงเกษตรป่าไม้และประมงญี่ปุ่นอนุญาตให้นำเข้าส้มโอจากประเทศไทยเข้าไปจำหน่ายในประเทศญี่ปุ่นได้อีกชนิดหนึ่ง (Unahawutti *et al*.,2006)

ลำไยเป็นสิ่งต้องห้ามในการนำเข้าประเทศญี่ปุ่น เนื่องจากเป็นพืชอาศัยของแมลงวันทอง ตามประกาศของกระทรวงเกษตรป่าไม้และประมงญี่ปุ่นระบุว่า *B. dorsalis* และ *B. cucurbitae* เป็นแมลงศัตรูพืชทางด้านกักกันพืช ต่อมาได้มีการแก้ไขประกาศใหม่จากแมลงวันทองดังกล่าวเปลี่ยนเป็นแมลงวันทองในกลุ่ม *B. dorsalis* species complex 4 ชนิด ดังกล่าวในการกำจัดแมลงศัตรูพืชด้านกักกันพืชสำหรับลำไยที่ถูกระบุว่าเป็นพืชอาศัยของแมลงวันทองในกลุ่ม *B. dorsalis* species complex ต้องศึกษาวิธีกำจัดแมลงวันทองที่ได้มาตรฐานและเป็นที่ยอมรับ การกำจัดแมลงด้วยความร้อนโดยวิธีอบไอน้ำ (VHT) จึงเป็นวิธีที่เหมาะสมเพื่อใช้เป็นวิธีกำจัดแมลงศัตรูพืช ดังนั้นงานวิจัยในครั้งนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาวิธีการกำจัดศัตรูพืชด้วยวิธีอบไอน้ำ (VHT) ที่มีประสิทธิภาพในการกำจัดแมลงวันทองในผลลำไยให้ได้มาตรฐานทางด้านกักกันพืชในผลลำไยก่อนการส่งออก

7. วิธีดำเนินการ

อุปกรณ์

1 ห้องเลี้ยงแมลงวันทองจำนวน 2 ห้อง
2. เครื่องอบไอน้ำกำจัดแมลงวันทองจำนวน 2 เครื่อง
3. เครื่องบันทึกอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์แบบต่อเนื่อง
4. เครื่องวัดค่าความหวาน
5. เครื่องชั่งทศนิยม
6. เครื่องลดอุณหภูมิผลไม้
7. เครื่องวัดความเที่ยงตรง
8. เครื่องหม้อนึ่งความดัน
9. เครื่องควบคุมอุณหภูมิและความชื้น
10. ห้องเย็นสำหรับเก็บผลไม้
11.แท่งวัดอุณหภูมิ
12. กล้องจุลทรรศน์
13. จานทดลอง(plate)
14. เลนส์ขยาย
15. อุปกรณ์อื่นๆได้แก่ พู่กัน ปากคีบ ถาดใส่ผลไม้ มีดผ่าตัด ถุงมือยาง หลอดดูดสารละลาย และผ้าปิดปาก

วิธีการ

1. แมลงวันทอง *B. dorsalis* ที่ใช้ในการทดลอง

1.1 แหล่งที่มาของแมลงวันทอง *B. dorsalis*

เลี้ยงแมลงวันทอง *B. dorsalis* เป็นจำนวนมากไว้ในห้องปฏิบัติการเพื่อใช้ในการทดลอง โดยเลี้ยงไว้ในห้องเลี้ยงแมลงของกลุ่มงานวิชาการกักกันศัตรูพืช กลุ่มวิจัยการกักกันพืช สำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช กรมวิชาการเกษตร ต้นกำเนิดสายพันธุ์ของแมลงวันทองได้มาจากผลมะม่วง ในพื้นที่อำเภอปากช่อง จังหวัดนครราชสีมา แมลงตัวเต็มวัยจะถูกจำแนกชนิดอย่างละเอียดภายใต้กล้องจุลทรรศน์ คัดแยกเอาเฉพาะแมลงวันทอง *B. dorsalis* เพียงชนิดเดียว จากนั้นจึงนำแมลงวันทองตัวเต็มวัยไปเลี้ยงไว้ในห้องปฏิบัติการและเพิ่มจำนวนให้มากขึ้น โดยอาศัยวิธีการเลี้ยงแมลงด้วยอาหารเทียม (artificial diet)

1.2 เทคนิคและวิธีการเพาะเลี้ยงขยายพันธุ์แมลงวันทอง *B. dorsalis*

แมลงวันทอง *B. dorsalis* ที่ใช้ในการทดลองทั้งหมดใช้เทคนิค และวิธีการเพาะเลี้ยงขยายพันธุ์ตามวิธีการของ Watanabe *et al*., (1973) สภาพห้องเลี้ยงแมลง : ห้องเลี้ยงแมลงวันทอง *B. dorsalis* เป็นห้องที่ควบคุมอุณหภูมิ ความชื้น และแสงสว่าง ห้องเลี้ยงแมลงมีขนาด 3.5 x 4.6 x 2.3

เมตร อุณหภูมิ 26 ± 1 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 65 ± 5 เปอร์เซ็นต์ แสงสว่างภายในห้องได้จากหลอดไฟ ฟลูโอเรสเซนส์ (Fluorescent lights) จำนวน 20 หลอด ติดตั้งบนเพดานห้องเลี้ยงแมลง มีระยะรอบของความมืดและสว่าง (light - dark cycle) เป็น 12:12 ชั่วโมง ไฟจะสว่างในช่วงเวลา 6:00 - 18:00 นาฬิกา ภายในห้องเลี้ยงแมลงติดหลอดไฟขนาด 15 วัตต์ จำนวน 1 หลอด ให้แสงสลัว (dim light) เป็นเวลานาน 15 นาที ก่อนและหลังที่ไฟในห้องเลี้ยงแมลงจะสว่างเพื่อช่วยกระตุ้นให้แมลงวันทองผสมพันธุ์

ตัวเต็มวัย : เลี้ยงแมลงวันทอง *B. dorsalis* ตัวเต็มวัยกรงใหญ่จำนวนประมาณ 20,000 ตัว/กรง และกรงเล็กจำนวนประมาณ 2,000 ตัว/กรง กรงเลี้ยงแมลงมีขนาด 65.5 x 69.0 x 77.0 เซนติเมตร และ 35 x 50 x 35 เซนติเมตร ทำด้วยมุ้งลวดตาข่ายอลูมิเนียมขนาด 16 เมช ภายในกรงมีจานพลาสติกบรรจุอาหารสำหรับตัวเต็มวัย ซึ่งประกอบด้วยส่วนผสมโดยน้ำหนัก ดังนี้ น้ำตาล 10 ส่วน เอ็นไซม์โปรตีนไฮโดรไลเซส (Enzymatic protein hydrolysate; Amber series 100) 1 ส่วน และ ยีสต์เอ็กเทรค (Yeast extract) 1 ส่วน การให้น้ำจะใช้ขวดพลาสติกทรงกระบอกขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 6.0 เซนติเมตร สูง 7.5 เซนติเมตร ฝาขวดเจาะรูขนาด 1 มิลลิเมตร จำนวน 3 รู วิธีให้น้ำจะคว่ำขวดน้ำลงบนกระดาษกรองซึ่งวางอยู่บนหลังกรงเลี้ยงแมลง หลังจากเลี้ยงแมลงวันทองตัวเต็มวัยครบ 6 สัปดาห์ แมลงที่เหลือในกรงทั้งหมดจะถูกนำไปทำลาย และทำความสะอาดกรงเลี้ยงแมลง เพื่อเตรียมไว้สำหรับใส่แมลงในรุ่นต่อไป ในระหว่างการทดลองจะต้องมีแมลงวันทองตัวเต็มวัยอายุต่างๆ กันเพื่อเตรียมไว้ใช้ในการทดลอง กรงใหญ่ไม่น้อยกว่า 5 กรง และกรงเล็กไม่น้อยกว่า 10 กรง

วิธีการเก็บไข่ : เก็บไข่แมลงวันทอง *B. dorsalis* เมื่อตัวเต็มวัยมีอายุประมาณ 15 วัน โดยใช้กระบอกพลาสติก ขนาด 7 x 17 เซนติเมตร ด้านข้างเจาะรูขนาด 0.4 มิลลิเมตร ประมาณ 80-100 รู เพื่อให้แมลงวันทองตัวเต็มวัยเพศเมียแทงอวัยวะวางไข่ผ่านรูจากด้านข้างเข้าไปวางไข่ภายในกระบอกพลาสติก ในการเก็บไข่แต่ละครั้ง จะใส่น้ำส้มประมาณ 30 มิลลิเมตร ไว้ในกระบอกเก็บไข่ เพื่อกระตุ้นให้แมลงมาวางไข่ในขณะเดียวกันยังจะให้ความชื้นภายในกระบอกพลาสติกป้องกันไม่ให้ไข่ของแมลงแห้งและแตก รวบรวมไข่แมลงด้วยวิธีเติมน้ำสะอาดในกระบอกพลาสติกเก็บไข่ แล้วเขย่าเบาๆ เพื่อให้ไข่ที่ติดอยู่ด้านข้างภายในกระบอกหลุด ใช้ผ้ามัสลินขนาด 150 เมช แยกไข่ออกจากน้ำส้ม รวบรวมไข่ทั้งหมดที่ได้ใส่ในน้ำกลั่นเก็บไว้ในถ้วยแก้ว (beaker) ขนาด 200 มิลลิเมตร หลังจากนั้นนำไข่ไปเพาะเลี้ยงบนอาหารเทียมพร้อมทั้งตรวจหาอัตราการฟักไข่ด้วยวิธีสุ่มไข่จำนวน 100 ฟอง วางไข่ให้กระจายเป็นแถวยาวบนกระดาษกรองสีดำที่ชุ่มน้ำเก็บไว้ในจานแก้ว (petri-dish) ตรวจนับจำนวนไข่ที่ฟักเป็นตัวหนอน 2 วัน

การควบคุมคุณภาพแมลง : แมลงวันทอง *B. dorsalis* ซึ่งเลี้ยงไว้ในห้องปฏิบัติการจะต้องมีความแข็งแรง เพื่อที่ข้อมูลจากผลการศึกษาวิจัยจะได้ถูกต้องและเป็นที่ยอมรับ ดังนั้นจึงต้องมีการตรวจสอบคุณภาพของแมลงเป็นประจำ โดยในการเลี้ยงแมลงแต่ละรุ่นจะตรวจสอบอัตราการฟักไข่ (hatching

rate) อัตราการออกเป็นตัวเต็มวัย (emerging rate) น้ำหนักของดักแด้ และอัตราส่วนของเพศผู้และเพศเมีย (sex ratio)

2. วิธีเตรียมแมลงวันทอง *B. dorsalis* ระยะไข่สำหรับใช้ในการทดลอง

2.1 การเตรียมแมลงวันทอง *B. dorsalis* ระยะไข่

เก็บไข่จากแมลงวันทอง *B. dorsalis* ตัวเต็มวัยซึ่งเลี้ยงไว้ในห้องปฏิบัติการ โดยใช้กระบอกพลาสติกมีฝาปิด และด้านข้างเจาะรูเป็นอุปกรณ์รวบรวมไข่ กระบอกพลาสติกมีขนาด 7 x 17 เซนติเมตร ด้านข้างเจาะรูขนาด 0.4 มิลลิเมตร ประมาณ 80 - 100 รู เพื่อให้แมลงวันทองตัวเต็มวัยเพศเมียแทงอวัยวะวางไข่ผ่านรูจากด้านข้างเข้าไปภายในกระบอกพลาสติก ในการเก็บไข่แต่ละครั้งจะใส่น้ำส้มประมาณ 30 มิลลิเมตร ไว้ในกระบอกเก็บไข่ เพื่อกระตุ้นให้แมลงมาวางไข่ในขณะเดียวกันยังจะให้ความชื้นภายในกระบอกพลาสติกป้องกันไม่ให้ไข่ของแมลงแห้งและแตก รวบรวมไข่แมลงด้วยวิธีเติมน้ำสะอาดในกระบอกพลาสติกเก็บไข่ แล้วเขย่าเบา ๆ เพื่อให้ไข่ที่ติดอยู่ด้านข้างภายในกระบอกหลุด ใช้ผ้ามัสลินขนาด 150 เมซ แยกไข่ออกจากน้ำส้ม รวบรวมไข่ที่ได้ใส่ในน้ำกลั่นเก็บไว้ในถ้วยแก้ว (beaker) ขนาด 200 มิลลิเมตร แยกไข่ที่ไม่ได้รับการผสมพันธุ์ซึ่งลอยอยู่เหนือน้ำทิ้งทั้งหมด ใช้หลอดดูดสารละลาย (dropper) ขนาด 1 มิลลิเมตร ดูดไข่ย้ายไปวางไว้บนกระดาษกรองสีดำที่ชุ่มน้ำ พยายามวางไข่ให้กระจายเป็นแถวยาวเพื่อสะดวกในการนับจำนวน ตรวจนับคุณภาพไข่แต่ละฟองภายใต้กล้องจุลทรรศน์เพื่อแยกไข่ที่ไม่สมบูรณ์หรือไข่ที่ไม่ได้รับการผสมพันธุ์ทิ้ง

2.2 การเตรียมลำไยให้มีแมลงวันทอง *B. dorsalis* ระยะไข่อยู่ภายในผล

เก็บไข่แมลงวันทอง *B. dorsalis* ตามวิธีที่ได้กล่าวมาแล้วข้างต้น โดยวางกระบอกเก็บไข่ไว้ในกรงเลี้ยงแมลงนาน 30 นาที รวบรวมไข่ที่ได้ใส่ในน้ำกลั่นเก็บไว้ในถ้วยแก้ว (beaker) แยกไข่ที่ไม่ได้รับการผสมพันธุ์ซึ่งลอยอยู่เหนือน้ำทิ้งทั้งหมด ใช้หลอดดูดสารละลาย (dropper) ดูดไข่ไปวางไว้บนกระดาษกรองสีดำชุ่มน้ำ โดยการกระจายไข่ให้เป็นแถวยาวเพื่อสะดวกในการนับจำนวนไข่ภายใต้กล้องจุลทรรศน์ ใช้พู่กันเขี่ยไข่ให้รวมกันเป็นกลุ่ม ๆ ละ 10 ฟอง การเตรียมลำไยให้มีแมลงวันทองระยะไข่ อยู่ภายในผล (artificial infestation method) ดำเนินการตามขั้นตอน และวิธีการปฏิบัติของสลักจิต และคณะ (2551) โดยใช้ที่เจาะรู (cock borer) ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 1 เซนติเมตร สำหรับเจาะเอาเมล็ดออกจากผลลำไยโดยเจาะผลลำไยบริเวณด้านขั้วผล จากนั้นดึงเมล็ดซึ่งติดกับปลายที่เจาะรูออกมาจากผล นำลำไยวางคว่ำไว้บนถาดซึ่งรองด้วยกระดาษชำระ ซึ่งพร้อมที่จะใส่ไข่ในผลลำไย ใช้พู่กันย้ายไข่จำนวน 10 ฟอง/ผล วางลงบนเนื้อลำไยตรงบริเวณที่เจาะรูไว้ อุดรูด้วยสำลีเพื่อป้องกันไม่ให้ไข่เมื่อฟักออกมาเป็นตัวหนอนเล็ดลอดออกจากผลตรงบริเวณรอยต่อระหว่างสำลีกับเนื้อลำไยอุดช่องโดยใช้ปืนกาวยิงอุดรอบบริเวณดังกล่าวเก็บลำไยไว้ที่อุณหภูมิห้องเพื่อเตรียมใช้ในการทดลอง

2.3 การเตรียมลำไยเพื่อใช้ในการทดลอง

ลำไยที่ใช้ในการทดลองได้แก่ ลำไยพันธุ์อีดอ ผลลำไยมีขนาดกลางน้ำหนัก 15 – 20 กรัม / ผล ล้างทำความสะอาดผลลำไยและนำไปเป่าให้แห้งโดยใช้เครื่องลดอุณหภูมิผลไม้ “Sanshu” Shower

Cooling System (Differential Pressure Type) รุ่น SHS-12, Sanshu Sangyo Co., Ltd., Kagoshima, Japan ตรวจสภาพความผิดปกติของผลลำไยซึ่งลำไยทุกผลจะต้องไม่มีร่องรอยการทำลายของแมลงหรือรอยแตก การเตรียมลำไยให้มีแมลงวันทองระยะไข่ (อายุ 24 ชั่วโมง) อยู่ภายในผลจะใช้วิธีใส่ไข่แมลงในผลลำไย โดยใช้ที่เจาะรู (cock borer) ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 1 เซนติเมตร สำหรับเจาะเอาเมล็ดออกจากผลลำไยโดยเจาะผลลำไยบริเวณด้านขั้วผล จากนั้นดึงเมล็ดซึ่งติดกับปลายที่เจาะรูออกมาจากผล นำลำไยวางคว่ำไว้บนถาดซึ่งรองด้วยกระดาษชำระ ซึ่งพร้อมที่จะใส่ไข่ในผลลำไย ใช้พู่กันย้ายไข่จำนวน 10 ฟอง/ผล วางลงบนเนื้อลำไยตรงบริเวณที่เจาะรูไว้ อุดรูด้วยสำลีเพื่อป้องกันไม่ให้ไข่เมื่อฟักออกมาเป็นตัวหนอนเล็ดลอดออกจากผลตรงบริเวณรอยต่อระหว่างสำลีกับเนื้อลำไยอุดช่องโดยใช้ปืนกาวยิงอุดรอบบริเวณดังกล่าวเก็บลำไยที่อุณหภูมิห้องเตรียมใช้ในการทดลอง

3. การศึกษาประสิทธิภาพของวิธีอบไอน้ำในการกำจัดแมลงวันทอง *B. dorsalis* ในผลลำไย

การศึกษาประสิทธิภาพของวิธีอบไอน้ำในการกำจัดแมลงวันทอง *B. dorsalis* ในผลลำไย ศึกษา 2 การทดลอง แต่ละการทดลองมีขั้นตอน และวิธีการดำเนินการดังต่อไปนี้

ดำเนินการทดลองด้วยเครื่องตู้อบความร้อนกำจัดแมลงวันทองขนาดเล็ก “Sanshu” Vapor Heat Treatment System (Differential Pressure Type) รุ่น EHK – 1000B และ EHK – 1000D, Sanshu Sangyo Co., Ltd., Kagoshima, Japan (เครื่องตู้อบความร้อนรุ่น EHK – 1000D เป็นเครื่องที่ปรับปรุงใหม่จากรุ่นEHK – 1000B) จำนวน 2 เครื่อง ลำไยที่ใช้ในการทดลองมีผลขนาดกลางน้ำหนัก 15-20 กรัม/ผล การเตรียมลำไยให้มีแมลงวันทองระยะไข่ (อายุ 24 ชั่วโมง) อยู่ภายในผล โดยรวบรวมไข่จากกระบอกเก็บไข่ซึ่งได้จากการให้แมลงวันทองวางไข่นาน 30 นาที รวบรวมไข่ที่ได้ใส่ในน้ำกลั่นเก็บไว้ในถ้วยแก้ว (beaker) แยกไข่ที่ไม่ได้รับการผสมพันธุ์ซึ่งลอยอยู่เหนือน้ำทิ้งทั้งหมด ใช้หลอดดูดสารละลาย (dropper) ดูดไข่ไปวางไว้บนกระดาษกรองสีดำชุ่มน้ำ โดยการกระจายไข่ให้เป็นแถวยาวเพื่อสะดวกในการนับจำนวนไข่ภายใต้กล้องจุลทรรศน์ ใช้พู่กันเขี่ยไข่ให้รวมกันเป็นกลุ่มๆ ละ 10 ฟอง เจาะลำไยโดยใช้ที่เจาะรู (cock borer) ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 1เซนติเมตร สำหรับเจาะเอาเมล็ดออกจากผลลำไยโดยเจาะผลลำไยบริเวณด้านขั้วผล จากนั้นดึงเมล็ดซึ่งติดกับปลายที่เจาะรูออกมาจากผล นำลำไยวางคว่ำไว้บนถาดซึ่งรองด้วยกระดาษชำระ ซึ่งพร้อมที่จะใส่ไข่ในผลลำไย ใช้พู่กันย้ายไข่จำนวน 10 ฟอง/ผล วางลงบนเนื้อลำไยตรงบริเวณที่เจาะรูไว้ อุดรูด้วยสำลีเพื่อป้องกันไม่ให้ไข่เมื่อฟักออกมาเป็นตัวหนอนเล็ดลอดออกจากผลตรงบริเวณรอยต่อระหว่างสำลีกับเนื้อลำไยอุดช่องโดยใช้ปืนกาวยิงอุดรอบบริเวณดังกล่าว

นำลำไยทดลองเข้าเครื่องตู้อบความร้อน วางเรียงลำไยในถาดผลไม้จำนวน 100 ผล/ถาด อบลำไยกำจัดแมลงวันทองระยะไข่ (อายุ 24 ชั่วโมง) เพื่อกำหนดกระบวนการอบไอน้ำที่มีประสิทธิภาพในการกำจัดแมลงวันทองไม่น้อยกว่า 3,000 ตัว ในผลลำไยให้ตายทั้งหมด อบลำไยโดยการเพิ่มอุณหภูมิผลลำไยภายในเครื่องตู้อบความร้อนให้เป็นอากาศร้อนที่อิ่มตัวด้วยไอน้ำให้อุณหภูมิภายในสุดผลของลำไย

เพิ่มขึ้นจนถึง 46 องศาเซลเซียส และคงความร้อนภายในผลที่ 46 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์มากกว่า 90 เปอร์เซ็นต์ เป็นเวลานานแตกต่างกันดังนี้ การทดลองที่ 1 ใช้ระยะเวลานาน 20, 30, 40, 50 และ 60 นาที แต่ละระยะเวลาที่กำหนดมีลำไยที่ผ่านความร้อน (treatment) จำนวน 500 ผล และมีลำไยที่ใช้เป็นตัวเปรียบเทียบ (control) ไม่ผ่านความร้อนจำนวน 200 ผล ทำการทดลอง 4 ครั้ง การทดลองที่ 2 ใช้ระยะเวลานาน 45, 50 และ 55 นาที แต่ละระยะเวลาที่กำหนดมีลำไยที่ผ่านความร้อน (treatment) จำนวน 300 ผล และมีลำไยที่ใช้เป็นตัวเปรียบเทียบ (control) ไม่ผ่านความร้อนจำนวน 200 ผล ทำการทดลอง 4 ครั้ง

ในการทดลองแต่ละครั้งใช้ลำไยที่เป็นตัวกำหนดอุณหภูมิ (sensor fruit) น้ำหนัก 17 ± 2 กรัม/ผล จำนวน 3 ผล วางไว้ในกระบะชั้นล่างสุด ซึ่งใช้เป็นตัวแทนแสดงอุณหภูมิของลำไยทั้งหมดภายในเครื่องตู้อบความร้อน เมื่อลำไยที่เป็นตัวกำหนดอุณหภูมิจำนวน 2 ผล มีอุณหภูมิคงอยู่ที่ 46 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลาตามที่กำหนด แสดงว่าขณะนั้นลำไยทดลองทั้งหมดในเครื่องตู้อบความร้อนมีอุณหภูมิอยู่ในระดับเดียวกันกับลำไยที่เป็นตัวกำหนดอุณหภูมิ นำลำไยทดลองในถาดผลไม้จำนวน 100 ผล ออกจากห้องบรรจุผลไม้ภายในเครื่องตู้อบความร้อน และลดอุณหภูมิลำไยโดยวิธีเป่าด้วยลมนาน 1 ชั่วโมง ในเครื่องลดอุณหภูมิผลไม้ แยกเก็บลำไยทดลองที่ไม่ผ่านความร้อนและผ่านความร้อนแต่ละระยะเวลาใส่ในกระป๋องพลาสติกทรงกระบอกขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 6.5 x 4.5 เซนติเมตร กระป๋องละหนึ่งลูก และปิดฝาให้สนิท ฝาปิดทำช่องระบายอากาศเป็นรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัสขนาดประมาณ 1 เซนติเมตร ปิดช่องระบายอากาศด้วยผ้ามัสลินขนาด 16 เมช นำกระป๋องที่ใส่ลำไยจัดเรียงลงในกระบะพลาสติกขนาด 36 x 54 x 15 เซนติเมตร ใส่ลำไยจำนวน 50 ผล/กระบะ คลุมกระบะด้วยผ้ามัสลิน นำลำไยไปเก็บไว้ในห้องควบคมอุณหภูมิ โดยมีอุณหภูมิประมาณ 25-28 องศาเซลเซียส ตรวจนับจำนวนแมลงวันทองที่รอดชีวิตในลำไยแต่ละผลหลังจากผ่านความร้อนเป็นเวลานาน 7 วัน

4. การยืนยันประสิทธิภาพของวิธีอบไอน้ำในการกำจัดแมลงวันทอง *B. dorsalis* ในผลลำไย

การยืนยันประสิทธิภาพของวิธีอบไอน้ำในการกำจัดแมลงวันทอง *B. dorsalis* ในผลลำไย ศึกษา 2 การทดลอง แต่ละการทดลองมีขั้นตอน และวิธีการดำเนินการดังต่อไปนี้

ดำเนินการทดลองด้วยเครื่องตู้อบความร้อนกำจัดแมลงวันทองขนาดเล็ก “Sanshu” Vapor Heat Treatment System (Differential Pressure Type) รุ่น EHK – 1000B และ EHK – 1000D, Sanshu Sangyo Co., Ltd., Kagoshima, Japan (เครื่องตู้อบความร้อนรุ่น EHK – 1000D เป็นเครื่องที่ปรับปรุงใหม่จากรุ่นEHK – 1000B) จำนวน 2 เครื่อง ทำการทดลองดังนี้

การทดลองที่ 1 การประเมินประสิทธิภาพการกำจัดแมลง

ลำไยที่ใช้ในการทดลองมีผลขนาดกลางน้ำหนัก 15-20 กรัม/ผล เตรียมลำไยให้มีแมลงวันทองระยะไข่ (อายุ 24 ชั่วโมง) อยู่ภายในผล 2 วิธี คือ วิธีใส่ไข่แมลงในผลลำไย (artificial infestation method) และวิธีให้แมลงวางไข่ในผลลำไย (forced infestation method) แต่ละวิธีมีรายละเอียดดังนี้

1. วิธีใส่ไข่แมลงในผลลำไย รวบรวมไข่จากกระบอกเก็บไข่ซึ่งได้จากการให้แมลงวันทองวางไข่นาน 30 นาที รวบรวมไข่ที่ได้ใส่ในน้ำกลั่นเก็บไว้ในถ้วยแก้ว (beaker) แยกไข่ที่ไม่ได้รับการผสมพันธุ์ซึ่งลอยอยู่เหนือน้ำทิ้งทั้งหมด ใช้หลอดดูดสารละลาย (dropper) ดูดไข่ไปวางไว้บนกระดาษกรองสีดำชุ่มน้ำ โดยการกระจายไข่ให้เป็นแถวยาวเพื่อสะดวกในการนับจำนวนไข่ภายใต้กล้องจุลทรรศน์ ใช้พู่กันเขี่ยไข่ให้รวมกันเป็นกลุ่ม ๆ ละ 10 ฟอง เจาะลำไยโดยใช้ที่เจาะรู (cock borer) ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 1 เซนติเมตร เจาะเอาเมล็ดออกจากผลลำไยโดยเจาะผลลำไยบริเวณด้านขั้วผล จากนั้นดึงเมล็ดซึ่งติดกับปลายที่เจาะรูออกมาจากผล นำลำไยวางคว่ำไว้บนถาดซึ่งรองด้วยกระดาษชำระรอการใส่ไข่ในผลลำไย ใช้พู่กันย้ายไข่จำนวน 10 ฟอง/ผล วางลงบนเนื้อลำไยอุดรูด้วยสำลี และใช้ปืนกาวยิงอุดรอบอีกครั้งหนึ่ง ใช้ลำไยทดลองจำนวน 2,000 ผล แยกเป็นลำไยที่ผ่านความร้อน (treatment) จำนวน 1,200 ผล และลำไยที่ใช้เป็นตัวเปรียบเทียบ (control) ไม่ผ่านความร้อนจำนวน 800 ผล นำลำไยทั้งหมดเก็บไว้ในห้องควบคุมอุณหภูมิโดยมีอุณหภูมิประมาณ 25-28 องศาเซลเซียส จนกระทั่งนำลำไยไปใช้ในการทดลอง

2. วิธีให้แมลงวางไข่ในผลลำไย ใช้เข็มปักแมลงเจาะรูบนผลลำไย จำนวน 5 รู ให้ทะลุเปลือกไปถึงเนื้อ เพื่อบังคับให้แมลงวันทองตัวเต็มวัยเพศเมียแทงอวัยวะวางไข่เข้าไปวางไข่ในผลลำไยผ่านรูที่เจาะไว้ ใช้ลำไยทดลองจำนวน 1,000 ผล แยกเป็นลำไยที่ผ่านความร้อน (treatment) จำนวน 600 ผล และลำไยที่ใช้เป็นตัวเปรียบเทียบ (control) ไม่ผ่านความร้อน จำนวน 400 ผล วางเรียงในตะแกรงลวดขนาด 22 x 30 เซนติเมตร ตะแกรงละ 100 ผล/กรง เพื่อความสะดวกในการไล่แมลงบนผลลำไยขณะนำลำไยออกจากกรงแมลงหลัง เสร็จจากการวางไข่ นำไปวางไว้ในกรงเลี้ยงแมลงขนาดเล็กที่มีแมลงวันทองตัวเต็มประมาณ 2,000 ตัว ใช้ระยะเวลาในการให้แมลงวางไข่นาน 30 นาที นำลำไยทั้งหมดเก็บไว้ในห้องควบคุมอุณหภูมิ โดยมีอุณหภูมิประมาณ 25-28 องศาเซลเซียส จนกระทั่งนำลำไยไปใช้ในการทดลอง

อบลำไยในสภาพที่ห้องบรรจุผลไม้ของเครื่องตู้อบความร้อนมีปริมาณลำไยน้ำหนัก 100 กก/ลบ.ม แบ่งลำไยที่มีแมลงวันทองระยะไข่ (อายุ 24 ชั่วโมง) อยู่ภายในผล ทั้ง 2 วิธี ออกเป็น 4 ส่วน เลือกลำไยทดลองที่ได้จากวิธีใส่ไข่แมลงในผลลำไย และวิธีให้แมลงวางไข่ในผลลำไย 1 ส่วน จำนวน 800 และ 400 ผล เก็บไว้สำหรับใช้เป็นตัวเปรียบเทียบ (control) ไม่ผ่านความร้อน ลำไยส่วนนี้จะใช้สำหรับการประมาณจำนวนแมลงทั้งหมดในลำไยที่ผ่านความร้อน (treatment) เนื่องจากว่าจำนวนแมลงที่มีชีวิตในลำไยที่ผ่านความร้อนนั้นไม่สามารถที่จะทำการตรวจสอบได้โดยตรง สำหรับลำไยอีก 3 ส่วน แบ่งจำนวนเท่าๆ กันใส่ในภาชนะบรรจุผลไม้แบบกระบะพลาสติกแข็งทนความร้อนขนาด 36 x 70 x 15 เซนติเมตร กระบะเดียวกัน จำนวน 3 กระบะ วางลำไยซ้อนกันสองชั้น/กระบะ ชั้นที่สองรองด้วยตะแกรงพลาสติกขนาด 30 x 50 เซนติเมตร ในแต่ละกระบะมีลำไยทดลองโดยวิธีใส่ไข่แมลงในผลลำไย จำนวน 400 ผล และวิธีให้แมลงวางไข่ในผลลำไย จำนวน 200 ผล และใส่ลำไยที่ไม่ใช้ในการทดลอง (filler fruit) เฉลี่ยจำนวนเท่าๆ กันในกระบะบรรจุผลไม้อีก 9 กระบะ และนำไปวางซ้อนลงบนกระบะซึ่งบรรจุลำไยทดลองในสภาพที่ห้องบรรจุผลไม้ของเครื่องตู้อบความร้อนมีปริมาณลำไย 100 เปอร์เซ็นต์ ของความจุตู้ นำลำไยเข้าเครื่องตู้อบความร้อนเพื่อประเมินประสิทธิภาพของกระบวนการอบไอน้ำที่อุณหภูมิ 46 องศาเซลเซียส นาน 50 นาที ในการกำจัดแมลงวันทองระยะไข่ (อายุ 24 ชั่วโมง) จำนวนไม่น้อยกว่า 30,000 ตัว เพื่อ

การยอมรับเป็นวิธีการกำจัดศัตรูพืชด้านกักกันพืช อบลำไยโดยการเพิ่มอุณหภูมิผลลำไยภายในเครื่องตู้อบความร้อนให้เป็นอากาศร้อนที่อิ่มตัวด้วยไอน้ำให้อุณหภูมิภายในสุดผลของลำไยเพิ่มขึ้นจนถึง 46 องศาเซลเซียส และคงความร้อนภายในผลที่อุณหภูมิ 46 องศาเซลเซียส นาน 50 นาที ความชื้นสัมพัทธ์มากกว่า 90 เปอร์เซ็นต์

ในการทดลองแต่ละครั้งใช้ลำไยที่เป็นตัวกำหนดอุณหภูมิ (sensor fruit) น้ำหนัก 17 ± 2 กรัม/ผล จำนวน 3 ผล วางไว้ในกระบะชั้นล่างสุด ซึ่งใช้เป็นตัวแทนแสดงอุณหภูมิของลำไยทั้งหมดภายในเครื่องตู้อบความร้อน เมื่อลำไยที่เป็นตัวกำหนดอุณหภูมิจำนวน 2 ผล มีอุณหภูมิคงอยู่ที่ 46 องศาเซลเซียส นาน 50 นาที แสดงว่าขณะนั้นลำไยทดลองทั้งหมดในเครื่องตู้อบความร้อนมีอุณหภูมิอยู่ในระดับเดียวกันกับลำไยที่เป็นตัวกำหนดอุณหภูมิ เป็นการสิ้นสุดการให้ความร้อน เปิดประตูห้องบรรจุผลไม้ของเครื่องตู้อบความร้อนทันที และลดอุณหภูมิลำไยโดยวิธีเป่าด้วยลมนาน 1 ชั่วโมง เก็บลำไยทดลองที่ผ่านความร้อนและไม่ผ่านความร้อนใส่ในกระป๋องพลาสติกทรงกระบอกขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 6.5 x 4.5 เซนติเมตร กระป๋องละหนึ่งลูก และปิดฝาให้สนิท ฝาปิดทำช่องระบายอากาศเป็นรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัสขนาดประมาณ 1 เซนติเมตร ปิดช่องระบายอากาศด้วยผ้ามัสลินขนาด 16 เมช นำกระป๋องที่ใส่ลำไยจัดวางเรียงลงในกระบะพลาสติกขนาด 36 x 54 x 15 เซนติเมตร ใส่ลำไยจำนวน 50 ผล/กระบะ คลุมกระบะด้วยผ้ามัสลิน นำลำไยไปเก็บไว้ในห้องควบคุมอุณหภูมิโดยมีอุณหภูมิประมาณ 25-28 องศาเซลเซียส ตรวจนับจำนวนแมลงที่รอดชีวิตในลำไยแต่ละผลหลังจากผ่านความร้อนเป็นเวลานาน 7 วัน ทำการทดลองอบลำไยตามรายละเอียดที่กล่าวมาแล้วจนกระทั่งมีแมลงในผลลำไย ผ่านความร้อนจำนวนไม่น้อยกว่า 30,000 ตัว

การทดลองที่ 2 การประเมินความเสียหายต่อคุณภาพผลลำไย

การประเมินความเสียหายของกระบวนการอบไอน้ำต่อลำไยในสภาพจำลองการส่งออกลำไยทางเครื่องบิน และทางเรือ ตรวจสภาพความผิดปกติของผลลำไยซึ่งลำไยทุกผลจะต้องไม่มีร่องรอยการทำลายของแมลงหรือรอยแตก แยกเป็นลำไยที่ผ่านความร้อน (treatment) และลำไยที่ใช้เป็นตัวเปรียบเทียบ (control) ไม่ผ่านความร้อน นำลำไยทดลองเข้าเครื่องตู้อบความร้อนวางลำไยที่ผ่านความร้อนไว้ในกระบะที่ไม่ใช้ในการทดลอง (filler fruit) ชั้นบนสุดกระบะเดียวกัน อบลำไยโดยการเพิ่มอุณหภูมิผลลำไยภายในเครื่องตู้อบความร้อนให้เป็นอากาศร้อนที่อิ่มตัวด้วยไอน้ำให้อุณหภูมิภายในสุดผลของลำไยเพิ่มขึ้นจนถึง 46 องศาเซลเซียส และคงความร้อนภายในผลที่อุณหภูมิ 46 องศาเซลเซียส นาน 50 นาที ความชื้นสัมพัทธ์มากกว่า 90 เปอร์เซ็นต์ เมื่อสิ้นสุดการให้ความร้อนลดอุณหภูมิลำไยโดยวิธีเป่าด้วยลมนาน 1 ชั่วโมง เปรียบเทียบกับลำไยที่ไม่ผ่านความร้อน นำลำไยทดลองทั้งหมดที่ผ่านความร้อน และไม่ผ่านความร้อน บรรจุใส่ในกล่องกระดาษขนาด 36 x 50 x 11 เซนติเมตร ด้านยาวทั้งสองข้างเจาะรูกลมขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 2 เซนติเมตร พร้อมทั้งปิดด้วยผ้าตาข่ายจำนวน 4 รู เก็บไว้ในห้องควบคุมอุณหภูมิ และความชื้นที่ 10 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลานาน 7 และ 14 วัน เพื่อจำลองสภาพการส่งออกลำไยทางเครื่องบิน และทางเรือ เมื่อครบระยะเวลาที่กำหนดนำลำไยทั้งหมดที่ผ่านความร้อน และไม่ผ่านความร้อน

มาประเมินความเสียหายจากความร้อน โดยใช้หลักเกณฑ์พิจารณาและดำเนินการในหัวข้อต่างๆ ดังต่อไปนี้

1. การสูญเสียน้ำหนัก (weight loss) ศึกษาการสูญเสียน้ำหนักของลำไยโดยคำนวณเป็นร้อยละของน้ำหนักที่ศูนย์เสียไปด้วยวิธีการบันทึกน้ำหนักลำไยก่อนการทดลอง และในวันที่ตรวจผลการทดลองชั่งน้ำหนักผลลำไยอีกครั้งหนึ่ง

2. ปริมาณน้ำตาล (brix value) ในการทดลองแต่ละครั้งคั้นน้ำจากเนื้อลำไยที่ผ่านความร้อน และไม่ผ่านความร้อนจำนวน 10 ผล เพื่อนำไปวิเคราะห์หาปริมาณน้ำตาล ปริมาณน้ำตาลในรูปปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ทั้งหมด (total soluble solid, TSS) มีหน่วยเป็นค่า องศาบริกซ์ การวัดปริมาณน้ำตาลจากเนื้อลำไยใช้เครื่อง digital refractometer (รุ่น DBX-30, Atago Co., Ltd., Tokyo, Japan)

นำข้อมูล การสูญเสียน้ำหนัก และปริมาณน้ำตาล วิเคราะห์ผลทางสถิติ การตรวจสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยใช้วิธีการตรวจสอบแบบ T-test

เวลาและสถานที่

เริ่มต้น กันยายน 2554 **สิ้นสุด** กันยายน 2556 รวม 2 ปี

ห้องปฏิบัติการกลุ่มงานกำจัดศัตรูพืชกักกัน กลุ่มวิจัยการกักกันพืช สำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช กรมวิชาการเกษตร

8. ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง

การศึกษาประสิทธิภาพของวิธีอบไอน้ำในการกำจัดแมลงวันทอง *B. dorsalis* ในผลลำไย ศึกษา 2 การทดลอง อบลำไยกำจัดแมลงวันทองระยะไข่ (อายุ 24 ชั่วโมง) เพื่อกำหนดกระบวนการอบไอน้ำที่มีประสิทธิภาพในการกำจัดแมลงวันทองไม่น้อยกว่า 3,000 ตัว ในผลลำไยให้ตายทั้งหมด

อบลำไยโดยการเพิ่มอุณหภูมิผลลำไยภายในเครื่องตู้อบความร้อนให้เป็นอากาศร้อนที่อิ่มตัวด้วยไอน้ำให้อุณหภูมิภายในสุดผลของลำไยเพิ่มขึ้นจนถึง 46 องศาเซลเซียส และคงความร้อนภายในผลที่อุณหภูมิ 46 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์มากกว่า 90 เปอร์เซ็นต์ เป็นเวลานานแตกต่างกัน การทดลองที่ 1 ระยะเวลาที่ใช้ในการอบลำไยที่อุณหภูมิ 46 องศาเซลเซียส นาน 20, 30, 40, 50 และ 60 นาที รวมทั้งน้ำหนักลำไยกำหนดอุณหภูมิที่ใช้ในการทดลองแต่ละครั้งได้แสดงไว้ใน **(ตารางที่ 1)** จากการทดลอง 4 ครั้ง พบว่า ลำไยที่ไม่ผ่านความร้อน จำนวน 800 ผล มีแมลงวันทองรอดชีวิต จำนวน 3,029 ตัว แสดงว่าในลำไยจำนวน 2,000 ผล ซึ่งผ่านความร้อนแต่ละระยะเวลาที่กำหนดแมลงวันทองระยะไข่รอดชีวิต จำนวน 610 ตัว ที่อุณหภูมิ 46 องศาเซลเซียส นาน 20, 30, 40, 50 และ 60 นาที โดยมีอัตราการตายของระยะไข่เฉลี่ย 92.93, 99.51, 99.94, 100 และ100 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ **(ตารางที่ 2)** การทดลองที่ 2 ระยะเวลาที่ใช้ในการอบลำไยที่อุณหภูมิ 46 องศาเซลเซียส นาน 45, 50 และ 55 นาที รวมทั้งน้ำหนักลำไยกำหนดอุณหภูมิที่ใช้ในการทดลองแต่ละครั้งได้แสดงไว้ใน**(ตารางที่ 3)** จากการทดลอง 4 ครั้ง พบว่า ลำไยที่ไม่ผ่านความร้อน จำนวน 800 ผล มีแมลงวันทองรอดชีวิต จำนวน 2,378 ตัว ซึ่งในลำไยที่ผ่านความร้อนแต่ละระยะเวลาที่กำหนด จำนวน 1,200 ผล ระยะไข่ตายทั้งหมดที่ระยะ

เวลานาน 45, 50 และ 55 นาที โดยมีอัตราการตายของระยะไข่เฉลี่ย 100, 100 และ100 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ **(ตารางที่ 4)**

จากการทดลองจึงประมาณการได้ว่าลำไยซึ่งผ่านความร้อนที่อุณหภูมิ 46 องศาเซลเซียส แต่ละระยะเวลาที่กำหนดจะมีไข่ซึ่งสามารถฟักออกเป็นตัวหนอนได้จำนวนไม่น้อยกว่าประมาณ 3,500 ฟอง ผลการตรวจนับจำนวนแมลงในลำไยจากการทดลองปรากฏว่า ไข่แมลงวันทองในลำไยตายทั้งหมดเมื่อคงความร้อนที่อุณหภูมิ 46 องศาเซลเซียส เป็นเวลานานตั้งแต่ 50 นาทีขึ้นไป กระบวนการกำจัดแมลงดังกล่าวนี้มีความเป็นไปได้สูงที่จะมีประสิทธิภาพกำจัดแมลงได้ถึงระดับของวิธีการกำจัดศัตรูพืชด้านกักกันพืช ดังนั้นควรจะได้มีการทดสอบยืนยันกระบวนการกำจัดแมลงดังกล่าวข้างต้นตามขั้นตอนต่อไป เพื่อใช้เป็นวิธีการกำจัดศัตรูพืชด้านกักกันพืชสำหรับกำจัดระยะไข่ และหนอนวัยต่างๆ ของแมลงวันทองในลำไยก่อนการส่งออกไปจำหน่ายยังต่างประเทศ

การยืนยันประสิทธิภาพของวิธีอบไอน้ำในการกำจัดแมลงวันทอง *B. dorsalis* ในผลลำไย

ศึกษา 2 การทดลอง

<u>การทดลองที่ 1 การประเมินประสิทธิภาพการกำจัดแมลง</u>

เตรียมลำไยทดลองให้มีแมลงวันทองระยะไข่ (อายุ 24 ชั่วโมง) อยู่ภายในผล 2 วิธี คือ วิธีใส่ไข่แมลงในผลลำไย และวิธีให้แมลงวางไข่ในผลลำไย นำลำไยเข้าเครื่องตู้อบความร้อนเพื่อประเมินประสิทธิภาพของกระบวนการอบไอน้ำที่อุณหภูมิ 46 องศาเซลเซียสนาน 50 นาที ความชื้นสัมพัทธ์มากกว่า 90 เปอร์เซ็นต์ ในการกำจัดแมลงวันทองระยะไข่ (อายุ 24 ชั่วโมง) จำนวนไม่น้อยกว่า 30,000 ตัว เพื่อการยอมรับเป็นวิธีการกำจัดศัตรูพืชด้านกักกันพืช ซึ่งระยะเวลาที่ใช้ในการอบลำไยที่อุณหภูมิ 46 องศาเซลเซียส นาน 50 นาที รวมทั้งน้ำหนักลำไยกำหนดอุณหภูมิที่ใช้ในการทดลองแต่ละครั้งได้แสดงไว้ใน **(ตารางที่ 5)** จากการทดลอง พบว่า ลำไยที่ไม่ผ่านความร้อน จำนวน 8,000 และ4,000 ผล มีแมลงรอดชีวิต จำนวน 14,806 และ235 ตัว ลำไยที่ผ่านความร้อน จำนวน 12,000 และ6,000 ผล ไม่พบแมลงรอดชีวิต โดยสามารถกำจัดระยะไข่ของแมลงวันทองได้ประมาณ 22,566 ตัว ในผลลำไยตายทั้งหมด **(ตารางที่ 6)** กระบวนการอบลำไยดังกล่าวนี้มีประสิทธิภาพสูงถึงระดับมาตรฐานที่ยอมรับเป็นวิธีการกำจัดศัตรูพืชด้านกักกันพืช เพื่อใช้กำจัดแมลงวันทองระยะไข่และหนอนวัยต่างๆ ในลำไยก่อนการส่งออกไปจำหน่ายยังต่างประเทศ

<u>การทดลองที่ 2 การประเมินความเสียหายต่อคุณภาพผลลำไย</u>

ประเมินความเสียหายของกระบวนการอบไอน้ำต่อลำไยในสภาพจำลองการส่งออกลำไยทางเครื่องบิน และทางเรือ อบลำไยโดยการเพิ่มอุณหภูมิผลลำไยภายในเครื่องตู้อบความร้อนให้เป็นอากาศร้อนที่อิ่มตัวด้วยไอน้ำให้อุณหภูมิภายในสุดผลของลำไยเพิ่มขึ้นจนถึง 46 องศาเซลเซียส และคงความร้อนภายในผลที่อุณหภูมิ 46 องศาเซลเซียส นาน 50 นาที ความชื้นสัมพัทธ์มากกว่า 90 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งการสูญเสียน้ำหนัก และปริมาณน้ำตาลของลำไยที่ผ่านความร้อน และไม่ผ่านความร้อน เมื่อเก็บไว้ในห้องควบคุมอุณหภูมิ และความชื้นที่ 10 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลานาน 7 และ 14 วัน จากการ

ทดลอง พบว่า การสูญเสียน้ำหนัก และปริมาณน้ำตาลของลำไย ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ **(ตารางที่ 7,8,9 และ10)** เมื่อได้รับความร้อนที่อุณหภูมิ 46 องศาเซลเซียส นาน 50 นาที ความชื้นสัมพัทธ์มากกว่า 90 เปอร์เซ็นต์ โดยคุณภาพของลำไยไม่เปลี่ยนแปลง แต่สีผิวเปลือกของผลลำไยจะเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาลเข้ม ผลแห้ง และแข็ง

9. สรุปผลการทดลอง

9.1 การศึกษาประสิทธิภาพของวิธีอบไอน้ำในการกำจัดแมลงวันทอง *B. dorsalis* ในผลลำไย ศึกษา 2 การทดลอง อบลำไยกำจัดแมลงวันทองระยะไข่ (อายุ 24 ชั่วโมง) เพื่อกำหนดกระบวนการอบไอน้ำที่มีประสิทธิภาพในการกำจัดแมลงวันทองไม่น้อยกว่า 3,000 ตัว ในผลลำไยให้ตายทั้งหมด พบว่า การทดลองที่ 1 ลำไยที่ไม่ผ่านความร้อน จำนวน 800 ผล มีแมลงวันทองรอดชีวิต จำนวน 3,029 ตัว แสดงว่าในลำไย จำนวน 2,000 ผล ซึ่งผ่านความร้อนแต่ละระยะเวลาที่กำหนดมีแมลงวันทองระยะไข่รอดชีวิต จำนวน 610 ตัว ที่อุณหภูมิ 46 องศาเซลเซียส นาน 20, 30, 40, 50 และ 60 นาที มีอัตราการตายของระยะไข่เฉลี่ย 92.93, 99.51, 99.94, 100 และ100 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ การทดลองที่ 2 ลำไยที่ไม่ผ่านความร้อน จำนวน 800 ผล มีแมลงวันทองรอดชีวิต จำนวน 2,378 ตัว ซึ่งในลำไยที่ผ่านความร้อนแต่ละระยะเวลาที่กำหนด จำนวน 1,200 ผล พบว่า ระยะไข่ตายทั้งหมด โดยอัตราการตายของระยะไข่ในลำไยที่อุณหภูมิ 46 องศาเซลเซียส นาน 45, 50 และ 55 นาที มีอัตราการตายของระยะไข่เฉลี่ย 100, 100 และ100 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

จากการทดลองแสดงว่าที่อุณหภูมิ 46 องศาเซลเซียส นาน 50 นาที สามารถกำจัดระยะไข่ในผลลำไยจำนวนไม่น้อยกว่าประมาณ 3,500 ตัว ตายทั้งหมด กระบวนการกำจัดแมลงดังกล่าวนี้มีความเป็นไปได้สูงที่จะได้รับการยอมรับ เพื่อใช้เป็นวิธีการกำจัดศัตรูพืชด้านกักกันพืชสำหรับกำจัดระยะไข่ และหนอนวัยต่างๆ ของแมลงวันทองในลำไยก่อนการส่งออกไปจำหน่ายยังต่างประเทศ

9.2 การยืนยันประสิทธิภาพของวิธีอบไอน้ำในการกำจัดแมลงวันทอง *B. dorsalis* ในผลลำไย

<u>การทดลองที่ 1 การประเมินประสิทธิภาพการกำจัดแมลง</u>

การประเมินประสิทธิภาพของกระบวนการอบไอน้ำที่อุณหภูมิ 46 องศาเซลเซียส นาน 50 นาที ความชื้นสัมพัทธ์มากกว่า 90 เปอร์เซ็นต์ ในการกำจัดแมลงวันทองระยะไข่ (อายุ 24 ชั่วโมง) จำนวนไม่น้อยกว่า 30,000 ตัว เพื่อการยอมรับเป็นวิธีการกำจัดศัตรูพืชด้านกักกันพืช โดยวิธีใส่ไข่แมลงในผลลำไย และวิธีให้แมลงวางไข่ในผลลำไย จากการทดลอง พบว่า ลำไยที่ไม่ผ่านความร้อน จำนวน 8,000 และ 4,000 ผล มีแมลงรอดชีวิต จำนวน 14,806 และ235 ตัว ลำไยที่ผ่านความร้อน จำนวน 12,000 และ 6,000 ผล ไม่พบแมลงรอดชีวิต โดยสามารถกำจัดระยะไข่ของแมลงวันทองได้ประมาณ 22,566 ตัว ในลำไยตายทั้งหมด

กระบวนการอบลำไยดังกล่าวนี้มีประสิทธิภาพสูงถึงระดับมาตรฐานที่ยอมรับเป็นวิธีการกำจัดศัตรูพืชด้านกักกันพืช เพื่อใช้กำจัดแมลงวันทองระยะไข่ และหนอนวัยต่างๆ ในลำไยก่อนการส่งออกไปจำหน่ายยังต่างประเทศ

การทดลองที่ 2 การประเมินความเสียหายต่อคุณภาพผลลำไย

การประเมินความเสียหายของกระบวนการอบไอน้ำต่อลำไยในสภาพจำลองการส่งออกลำไยทางเครื่องบิน และทางเรือ อบลำไยที่อุณหภูมิ 46 องศาเซลเซียส นาน 50 นาที ความชื้นสัมพัทธ์มากกว่า 90 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งการสูญเสียน้ำหนัก และปริมาณน้ำตาลของลำไยที่ผ่านความร้อน และไม่ผ่านความร้อน เมื่อเก็บไว้ในห้องควบคุมอุณหภูมิและความชื้นที่ 10 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลานาน 7 และ 14 วัน พบว่า การสูญเสียน้ำหนัก และปริมาณน้ำตาลของลำไย ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยคุณภาพของลำไยไม่เปลี่ยนแปลง แต่สีผิวเปลือกของผลลำไยจะเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาลเข้ม ผลแห้ง และแข็ง

10. การนำผลงานวิจัยไปใช้ประโยชน์

1. เพื่อให้ได้ประสิทธิภาพและยืนยันประสิทธิภาพในด้านการกำจัดแมลงวันทอง กระบวนการ กำจัดแมลงด้วยความร้อน (กรรมวิธี อุณหภูมิ และระยะเวลา) ที่สามารถกำจัดแมลงวันทอง และระยะการเจริญเติบโตที่ทนทานต่อความร้อนมากที่สุดในผลลำไยให้ตายทั้งหมด โดยไม่มีผลกระทบต่อคุณภาพของผลลำไย
2. เพื่อนำไปใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานในงานวิจัยพัฒนาวิธีกำจัดแมลงด้วยความร้อน สำหรับกำจัดแมลงวันทองในผลลำไยที่มีประสิทธิภาพสูงได้ตามมาตรฐานของวิธีกำจัดศัตรูพืชด้านกักกันพืช โดยไม่มีผลกระทบต่อคุณภาพของผลลำไย
3. เพื่อใช้เป็นข้อมูลขอเปิดตลาดลำไย เสนอต่อกระทรวงเกษตรป่าไม้ และประมงญี่ปุ่นให้พิจารณาใช้เป็นวิธีการกำจัดแมลงวันทองในผลลำไยก่อนส่งออกไปยังประเทศญี่ปุ่น
4. เพื่อต่อยอดงานวิจัยจนครบกระบวนการ การกำจัดแมลงวันทองเมื่อประสบผลสำเร็จและจะส่งผลให้ประเทศไทยสามารถส่งออกลำไยไปยังประเทศที่เข้มงวดทางด้านกักกันพืชได้
5. เกษตรกรชาวสวนลำไยสามารถกำหนดราคาและได้รับผลตอบแทนสูงขึ้นผู้ประกอบการโรงงานอบไอน้ำและบริษัทผู้ส่งออก สามารถส่งออกลำไยไปต่างประเทศได้มากยิ่งขึ้น
6. เป็นการขยายตลาดการส่งออกลำไยไปยังต่างประเทศและช่วยลดปัญหาลำไยล้นตลาดภายในประเทศได้อีกทางหนึ่ง

11. คำขอบคุณ

ขอขอบคุณ คุณมีนา จริงจิตร คุณสมิทธิ์ อยู่เอี่ยม คุณกัลยา คูห์วัฒนศิลป์ และคุณประชุม นุ้ยจำนัล ที่มีส่วนช่วยในการเตรียมงานทดลองรวมถึงเช็คผลการทดลอง

12. เอกสารอ้างอิง

สลักจิต พานคำ และอุดร อุณหวุฒิ. 2551. ศึกษาวิธีการเตรียมลำไยทดลองในสภาพที่มีไข่และหนอนของแมลงวันทอง, oriental fruit fly (Diptera: Tephritidae). อยู่ภายในผล. ในการประชุมสัมมนาวิชาการอารักขาพืช. ชลพฤกษ์ รีสอร์ท. นครนายก. 2 หน้า.

สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2555. การผลิตสินค้าเกษตรที่สำคัญ. สืบค้นจาก: http://www.doae.go.th [มกราคม 2556]

อุดร อุณหวุฒิ. 2541. การกำจัดแมลงวันทองหลังการเก็บเกี่ยว. ฝ่ายกักกันพืช, กองควบคุมพืชและวัสดุการเกษตร. กรมวิชาการเกษตร. กรุงเทพฯ. 129 หน้า.

Abbott, W.S. 1925. A method of computing the effectiveness of an insecticide. J. Econ. Entomol. 18: 265-267.

Unahawutti, U., C. Chettanachitara, M. Poomthong, P. Konson, E. Smitasiri, C. Lapasathukool, W. Worawisitthumrong and R. Intarakumheng. 1986. Vapor heat treatment for 'Nang Klarngwun' mango, *Mangifera indica* Linn., infested with eggs and larvae of the oriental fruit fly, *Dacus dorsalis* Hendel and the melon fly, *D. cucurbitae* Coquillett (Diptera : Tephritidae). Technical Plant Quarantine Sub-Division, Agricultural Regulatory Division, Department of Agriculture, Bangkok. 108 p.

Unahawutti, U., M. Poomthong, R. Intarakumheng, W. Worawisitthumrong, C. Lapasathukool, E. Smitasiri, P. Srisoon and C. Ratanawaraha. 1991. Vapor heat as plant quarantine treatment of 'Nang Klarngwan', 'Nam Dorkmai', 'Rad' and 'Pimsen Daeng' mangoes infested with fruit flies (Diptera: Tephritidae). Technical Plant Quarantine Sub-Division, Agricultural Regulatory Division, Department of Agriculture, Bangkok. 342 p.

Unahawutti, U., S. Phankum, P. Ongthonglang and C. Chettanachitara. 1999. Heated - air quarantine treatment for mangosteen infested with oriental fruit fly (Diptera: Tephitidae). A report submitted to the Japanese Ministry of Agriculture, Forestry and Fisheries for approval of quarantine treatment on Thai mangosteen to be exported to Japan. Technical Plant Quarantine Sub - Division, Agricultural Regulatory Division, Department of Agriculture. Bangkok. 630 pp.

Unahawutti, U., S. Phankum, M. Srimartpirom, C. Ormking, C. Sonsiri, J. Chantra, and R. Intarakumheng, 2006. Heated - air quarantine treatment for pummelo infested with oriental fruit fly (Diptera: Tephitidae). A report submitted to the Japanese Ministry of Agriculture, Forestry and Fisheries for approval of quarantine treatment on Thai pummelo to be exported to Japan. Technical Plant Quarantine Sub - Division, Agricultural Regulatory Division, Department of Agriculture. Bangkok. 135 p.

Watanabe, N., F. Ichiohe and M. Sonda. 1973. Improvement of corn flour medium for larval culture of oriental fruit fly. Res. Bull. Pl. Prot. Japan. 11: 57-58.

13. ภาคผนวก

ตารางที่ 1 ระยะเวลาที่อุณหภูมิภายในสุดผลลำไยคงอยู่ที่ 46 องศาเซลเซียส นาน 20, 30, 40, 50 และ 60 นาที ตามลำดับ ด้วยวิธีการอบไอน้ำ

ปริมาณลำไยในตู้ (กก/ลบ.ม)	จำนวนครั้ง	น้ำหนักลำไย กำหนดอุณหภูมิ (กรัม)			ระยะเวลา (นาที) [1/]				
					20	30	40	50	60
5	1	16.18	16.65	16.73	2.21	2.31	2.41	2.51	3.01
5	2	17.18	17.37	17.87	2.20	2.30	2.40	2.50	3.00
5	3	16.11	16.20	16.27	2.19	2.29	2.39	2.49	2.59
5	4	16.24	16.32	16.41	2.20	2.30	2.40	2.50	3.00

[1/] ระยะเวลาที่อุณหภูมิภายในสุดผลลำไยคงอยู่ที่กำหนดจากลำไยที่เป็นตัวกำหนดอุณหภูมิจำนวน 2 ผล

ตารางที่ 2 อัตราการตาย[1/] ของแมลงวันทองระยะไข่ (อายุ 24 ชั่วโมง) ในผลลำไยด้วยวิธีการอบไอน้ำ

กรรมวิธี[2/]	จำนวนแมลงทดลอง	จำนวนแมลงรอดชีวิต (ฟอง)	จำนวนแมลงที่ตาย(ฟอง)	อัตราการตายที่แท้จริง(%)[3/]
ไม่ผ่านความร้อน	8,000	3,029	4,971	0
46.0°ซ.นาน 20 นาที	4,000	566	3,434	92.93
46.0° ซ.นาน 30 นาที	4,000	39	3,961	99.51
46.0° ซ.นาน 40 นาที	4,000	5	3,995	99.94
46.0°ซ.นาน 50 นาที	4,000	0	4,000	100
46.0°ซ.นาน 60 นาที	4,000	0	4,000	100

[1/] จำนวนแมลงทั้งหมดจากการทดลอง 4 ครั้ง

[2/] ไม่ผ่านความร้อน : จำนวนลำไย 200 ผล แต่ละผลใส่ไข่จำนวน 10 ฟอง
ผ่านความร้อน : จำนวนลำไย 100 ผล แต่ละผลใส่ไข่จำนวน 10 ฟอง

[3/] อัตราการตายที่แท้จริงคำนวณโดยใช้สูตร Abbott (Abbott, 1925)

ตารางที่ 3 ระยะเวลาที่อุณหภูมิภายในสุดผลลำไยคงอยู่ที่ 46 องศาเซลเซียส นาน 45, 50 และ55 นาที ด้วยวิธีการอบไอน้ำ

ปริมาณลำไยในตู้ (กก/ลบ.ม)	จำนวนครั้ง	น้ำหนักลำไยกำหนดอุณหภูมิ (กรัม)			เวลา (นาที) [1/]		
					45	50	55
5	1	14.72	14.99	15.13	2.46	2.51	2.56
5	2	16.55	16.97	16.99	2.44	2.49	2.54
5	3	15.58	15.74	16.02	2.46	2.51	2.56
5	4	16.18	16.42	16.67	2.44	2.49	2.54

[1/] ระยะเวลาที่อุณหภูมิภายในสุดผลลำไยคงอยู่ที่กำหนดจากลำไยที่เป็นตัวกำหนดอุณหภูมิ จำนวน 2 ผล

ตารางที่ 4 อัตราการตาย[1/] ของแมลงวันทองระยะไข่ (อายุ 24 ชั่วโมง) ในผลลำไยด้วยวิธีการอบไอน้ำ

กรรมวิธี[2/]	จำนวนแมลงทดลอง	จำนวนแมลงรอดชีวิต(ฟอง)	จำนวนแมลงที่ตาย(ฟอง)	อัตราการตายที่แท้จริง (%)[3/]
ไม่ผ่านความร้อน	8,000	2,378	5,622	0
46.0°ซ.นาน 45 นาที	4,000	0	0	100
46.0°ซ.นาน 50 นาที	4,000	0	0	100
46.0°ซ.นาน 55 นาที	4,000	0	0	100

[1/] จำนวนแมลงทั้งหมดจากการทดลอง 4 ครั้ง

[2/] ไม่ผ่านความร้อน : จำนวนลำไย 200 ผล แต่ละผลใส่ไข่จำนวน 10 ฟอง
ผ่านความร้อน : จำนวนลำไย 100 ผล แต่ละผลใส่ไข่จำนวน 10 ฟอง

[3/] อัตราการตายที่แท้จริงคำนวณโดยใช้สูตร Abbott (Abbott, 1925)

ตารางที่ 5 ระยะเวลาที่อุณหภูมิภายในสุดผลลำไยคงอยู่ที่ 46 องศาเซลเซียส นาน 50 นาที ด้วยวิธีการอบไอน้ำ

ปริมาณลำไยในตู้ (กก/ลบ.ม)	จำนวนครั้ง	น้ำหนักลำไยกำหนดอุณหภูมิ(กรัม)			เวลา (นาที) [1/]
100	1	17.35	17.53	17.92	2.50
100	2	16.67	17.12	17.32	2.50
100	3	19.45	19.71	19.76	2.50
100	4	19.32	19.51	19.62	2.50
100	5	19.21	19.46	19.77	2.50
100	6	19.67	19.78	19.87	2.50
100	7	19.06	19.21	1924	2.50
100	8	17.31	17.40	17.48	2.50
100	9	17.82	17.55	17.59	2.50
100	10	17.42	17.47	17.30	2.50

[1/] ระยะเวลาที่อุณหภูมิภายในสุดผลลำไยคงอยู่ที่กำหนดจากลำไยที่เป็นตัวกำหนดอุณหภูมิจำนวน 2 ผล

ตารางที่ 6 อัตราการรอดชีวิตของแมลงวันทองระยะไข่ (อายุ 24 ชั่วโมง) ในผลลำไยด้วยวิธีการอบไอน้ำ

ปริมาณลำไยในตู้ (กก/ลบ.ม)	จำนวนครั้ง	การเตรียมลำไยทดลอง	จำนวนลำไย		จำนวนแมลงที่รอดชีวิตไม่ผ่านความร้อน	จำนวนแมลงประมาณการที่ผ่านความร้อน	อัตราการรอดชีวิต
			ไม่ผ่านความร้อน	ผ่านความร้อน			
100	1	1. วิธีใส่ไข่ในผลลำไย	800	1,200	1,635	2,480	0
		2. วิธีให้แมลงวางไข่ในผลลำไย	400	600	11	17	0
	2	1. วิธีใส่ไข่ในผลลำไย	800	1,200	1,664	2,496	0
		2. วิธีให้แมลงวางไข่ในผลลำไย	400	600	20	30	0
	3	1. วิธีใส่ไข่ในผลลำไย	800	1,200	1,338	2,007	0
		2. วิธีให้แมลงวางไข่ในผลลำไย	400	600	43	65	0
	4	1. วิธีใส่ไข่ในผลลำไย	800	1,200	1,007	1,511	0
		2. วิธีให้แมลงวางไข่ในผลลำไย	400	600	19	29	0

ตารางที่ 6 ต่อ

ปริมาณลำไยในตู้ (กก/ลบ.ม)	จำนวนครั้ง	การเตรียมลำไยทดลอง	จำนวนลำไย		จำนวนแมลงที่รอดชีวิตไม่ผ่านความร้อน	จำนวนแมลงประมาณการที่ผ่านความร้อน	อัตราการรอดชีวิต
			ไม่ผ่านความร้อน	ผ่านความร้อน			
100	5	1. วิธีใส่ไข่ในผลลำไย	800	1,200	1,790	2,685	0
		2. วิธีให้แมลงวางไข่ในผลลำไย	400	600	16	24	0
	6	1. วิธีใส่ไข่ในผลลำไย	800	1,200	1,386	2,079	0
		2. วิธีให้แมลงวางไข่ในผลลำไย	400	600	26	39	0
	7	1. วิธีใส่ไข่ในผลลำไย	800	1,200	1,517	2,276	0
		2. วิธีให้แมลงวางไข่ในผลลำไย	400	600	32	48	0
	8	1. วิธีใส่ไข่ในผลลำไย	800	1,200	1,287	1,931	0
		2. วิธีให้แมลงวางไข่ในผลลำไย	400	600	24	36	0

ตารางที่ 6 ต่อ

ปริมาณลำไยในตู้ (กก/ลบ.ม)	จำนวนครั้ง	การเตรียมลำไยทดลอง	จำนวนลำไย		จำนวนแมลงที่รอดชีวิตไม่ผ่านความร้อน	จำนวนแมลงประมาณการที่ผ่านความร้อน	อัตราการรอดชีวิต
			ไม่ผ่านความร้อน	ผ่านความร้อน			
100	9	1. วิธีใส่ไข่ในผลลำไย	800	1,200	1,682	2,523	0
		2. วิธีให้แมลงวางไข่ในผลลำไย	400	600	15	23	0
	10	1. วิธีใส่ไข่ในผลลำไย	800	1,200	1,482	2,223	0
		2. วิธีให้แมลงวางไข่ในผลลำไย	400	600	29	44	0
		รวม	**12,000**	**18,000**		**22,566**	

ตารางที่ 7 การสูญเสียน้ำหนักของลำไยจากการประเมินความเสียหายของวิธีการอบไอน้ำในสภาพจำลองการส่งออกลำไยทางเครื่องบินที่อุณหภูมิ 46 องศาเซลเซียส นาน 50 นาที เก็บไว้ในห้องควบคุมอุณหภูมิ และความชื้นที่ 10 องศาเซลเซียส นาน 7 วัน

จำนวนครั้ง	กรรมวิธี	การสูญเสียน้ำหนัก(%) 50 นาที
1	ผ่านความร้อน	20.83
	ไม่ผ่านความร้อน	17.17
2	ผ่านความร้อน	25.94
	ไม่ผ่านความร้อน	25.80
3	ผ่านความร้อน	20.04
	ไม่ผ่านความร้อน	14.53
4	ผ่านความร้อน	15.84
	ไม่ผ่านความร้อน	16.47
5	ผ่านความร้อน	15.19
	ไม่ผ่านความร้อน	10.74
6	ผ่านความร้อน	9.58
	ไม่ผ่านความร้อน	7.13
7	ผ่านความร้อน	8.63
	ไม่ผ่านความร้อน	10.93
8	ผ่านความร้อน	19.34
	ไม่ผ่านความร้อน	17.09
9	ผ่านความร้อน	15.99
	ไม่ผ่านความร้อน	19.53
10	ผ่านความร้อน	19.66
	ไม่ผ่านความร้อน	18.50

ตารางที่ 8 การสูญเสียน้ำหนักของลำไยจากการประเมินความเสียหายของวิธีการอบไอน้ำในสภาพจำลองการส่งออกลำไยทางเรือที่อุณหภูมิ 46 องศาเซลเซียส นาน 50 นาที เก็บไว้ในห้องควบคุมอุณหภูมิ และความชื้นที่ 10 องศาเซลเซียส นาน 14 วัน

จำนวนครั้ง	กรรมวิธี	การสูญเสียน้ำหนัก(%) 50 นาที
1	ผ่านความร้อน	12.88
	ไม่ผ่านความร้อน	13.00
2	ผ่านความร้อน	18.37
	ไม่ผ่านความร้อน	16.74
3	ผ่านความร้อน	12.67
	ไม่ผ่านความร้อน	15.48
4	ผ่านความร้อน	16.39
	ไม่ผ่านความร้อน	14.97
5	ผ่านความร้อน	15.03
	ไม่ผ่านความร้อน	11.54
6	ผ่านความร้อน	11.28
	ไม่ผ่านความร้อน	11.99
7	ผ่านความร้อน	15.92
	ไม่ผ่านความร้อน	16.33
8	ผ่านความร้อน	13.25
	ไม่ผ่านความร้อน	10.46
9	ผ่านความร้อน	14.72
	ไม่ผ่านความร้อน	14.24
10	ผ่านความร้อน	15.16
	ไม่ผ่านความร้อน	13.57

ตารางที่ 9 ปริมาณน้ำตาลของลำไยจากการประเมินความเสียหายของวิธีการอบไอน้ำในสภาพจำลองการส่งออกลำไยทางเครื่องบินที่อุณหภูมิ 46 องศาเซลเซียส นาน 50 นาที เก็บไว้ในห้องควบคุมอุณหภูมิ และความชื้นที่ 10 องศาเซลเซียส นาน 7 วัน

จำนวนครั้ง	กรรมวิธี	ปริมาณน้ำตาล (Brix)[1/] 50 นาที
1	ผ่านความร้อน	16.55
	ไม่ผ่านความร้อน	18.26
2	ผ่านความร้อน	17.39
	ไม่ผ่านความร้อน	17.78
3	ผ่านความร้อน	16.72
	ไม่ผ่านความร้อน	15.84
4	ผ่านความร้อน	15.15
	ไม่ผ่านความร้อน	16.02
5	ผ่านความร้อน	16.22
	ไม่ผ่านความร้อน	19.76
6	ผ่านความร้อน	19.75
	ไม่ผ่านความร้อน	18.87
7	ผ่านความร้อน	19.26
	ไม่ผ่านความร้อน	18.70
8	ผ่านความร้อน	18.92
	ไม่ผ่านความร้อน	18.87
9	ผ่านความร้อน	18.23
	ไม่ผ่านความร้อน	17.80
10	ผ่านความร้อน	19.33
	ไม่ผ่านความร้อน	18.94

[1/]ค่าเฉลี่ยจากลำไย 10 ผล

ตารางที่ 10 ปริมาณน้ำตาลของลำไยจากการประเมินความเสียหายของวิธีการอบไอน้ำในสภาพจำลองการส่งออกลำไยทางเรือที่อุณหภูมิ 46 องศาเซลเซียส นาน 50 นาที เก็บไว้ในห้องควบคุมอุณหภูมิและความชื้นที่ 10 องศาเซลเซียส นาน 14 วัน

จำนวนครั้ง	กรรมวิธี	ปริมาณน้ำตาล (Brix)[1/] 50 นาที
1	ผ่านความร้อน	18.53
	ไม่ผ่านความร้อน	16.38
2	ผ่านความร้อน	19.49
	ไม่ผ่านความร้อน	19.51
3	ผ่านความร้อน	16.86
	ไม่ผ่านความร้อน	15.85
4	ผ่านความร้อน	14.80
	ไม่ผ่านความร้อน	14.77
5	ผ่านความร้อน	17.97
	ไม่ผ่านความร้อน	19.35
6	ผ่านความร้อน	18.50
	ไม่ผ่านความร้อน	18.04
7	ผ่านความร้อน	18.45
	ไม่ผ่านความร้อน	17.87
8	ผ่านความร้อน	19.21
	ไม่ผ่านความร้อน	18.09
9	ผ่านความร้อน	18.81
	ไม่ผ่านความร้อน	18.37
10	ผ่านความร้อน	18.70
	ไม่ผ่านความร้อน	17.86

[1/]ค่าเฉลี่ยจากลำไย 10 ผล