# วิจัยและพัฒนาวิธีกำจัดแมลงด้วยความร้อนสำหรับกำจัดแมลงวันผลไม้ในผลมะละกอเพื่อการส่งออก

# Research and Development of Heated-Air Quarantine Treatment for Papaya Infested with Fruit Flies for Export

มลนิภา ศรีมาตรภิรมย์[1/] ชัยณรัตน์ สนศิริ[1/] สลักจิต พานคำ[1/]
อุดร อุณหวุฒิ[2/] รัชฎา อินทรกำแหง[1/]
[1/]กลุ่มวิจัยการกักกันพืช สำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช
[2/]ผู้เชี่ยวชาญ สำนักวิจัยพัฒนาการเกษตร

---

**รายงานความก้าวหน้า**

ได้รวบรวมข้อมูลลักษณะประจำพันธุ์ และสภาพพื้นที่ปลูกของมะละกอเพื่อใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานการทดลอง พบว่ามะละกอมีชื่อวิทยาศาสตร์ *Carica papaya L.* วงศ์ Caricaceae ในปัจจุบันเกษตรกรนิยมปลูกมะละกอพันธุ์ฮอลแลนด์กันมากเพราะมีตลาดรองรับ ลักษณะเด่นของมะละกอพันธุ์ฮอลแลนด์ มีผลรูปทรงกระบอก ส่วนปลายของผลมีลักษณะป้านคล้ายผลฟักอ่อน เนื้อผลมีสีแดงอมส้ม เนื้อหนาและไม่เละ มีความหนาประมาณ 2.5-3.0 เซนติเมตร เปลือกหนา ทนทานต่อโรค และการขนส่งได้ดี มีรสชาติหวาน มะละกอพันธุ์นี้สามารถปลูกได้ในสภาพพื้นที่ ที่เป็นดินเหนียวปนทราย ได้แก่ จังหวัดนครราชสีมา ลพบุรี กาญจนบุรี ปราจีนบุรี แพร่ และเชียงใหม่ จากการสำรวจและเก็บรวบรวมตัวเต็มวัยของแมลงวันผลไม้ในสวนมะละกอจังหวัดกาญจนบุรีมาจำแนกในห้องปฏิบัติการ พบแมลงวันผลไม้ 2 ชนิด ได้แก่ *Bactrocera papayae* และ *B. dorsalis* จึงได้นำมาเลี้ยงและขยายพันธุ์ให้มีจำนวนมากด้วยอาหารเทียมในห้องปฏิบัติการ พบว่าสามารถเพิ่มปริมาณไข่ และหนอน *B. dorsalis* ได้ไม่ต่ำกว่า 50,000 ตัว ศึกษาลักษณะความเสียหายของผลมะละกอหลังผ่านความร้อนด้วยวิธีการอบไอน้ำ (Vapor Heat Treatment, VHT) กับวิธีการอบไอน้ำแบบปรับสภาพความชื้นสัมพัทธ์ (Modified Vapor Heat Treatment, MVHT) ในการอบผลมะละกอพันธุ์ฮอลแลนด์โดยให้อุณหภูมิภายในสุดผลอยู่ที่ 46 องศาเซลเซียส และคงอุณหภูมินาน 0, 1 และ 2 ชั่วโมง ตามลำดับ พบว่ามะละกอหลังผ่านความร้อนด้วยวิธีการอบไอน้ำแบบ (MVHT) มีความเสียหายน้อยกว่าวิธีการอบไอน้ำแบบ (VHT) จึงได้ศึกษาความเสียหายของมะละกอพันธุ์ฮอลแลนด์ด้วยวิธีการอบไอน้ำแบบปรับสภาพความชื้นสัมพัทธ์ (MVHT, 50-80%RH) โดยให้อุณหภูมิภายในสุดผลอยู่ที่ 46 องศาเซลเซียส และคงอุณหภูมิ นาน 0, 1 และ 2 ชั่วโมง ตามลำดับ หลังจากอบมะละกอแล้วนำไปเก็บไว้ที่อุณหภูมิ 13 องศาเซลเซียส

---

**รหัสการทดลอง 03-04-54-03-05-00-04-54**

พบว่าการสูญเสียน้ำหนัก และปริมาณน้ำตาลของมะละกอพันธุ์ฮอลแลนด์หลังผ่านความร้อน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติกับมะละกอที่ไม่ผ่านความร้อน แต่พบว่าการอบมะละกอที่ อุณหภูมิ 46 องศาเซลเซียส นาน 2 ชั่วโมง จะทำให้สีผิวของมะละกอเปลี่ยนเป็นสีเหลือง และพบอาการเนื้อผลนิ่ม เมื่อใช้มือกดที่ผลมะละกอจะยุบตัวลงมากกว่ามะละกอที่อบด้วยอุณหภูมิ 46 องศาเซลเซียส นาน 0 และ 1 ชั่วโมง ตามลำดับ ศึกษาปริมาณความจุของมะละกอในระดับ 25, 50, 75 และ 100 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ พบว่าปริมาณความจุของมะละกอที่ระดับ 100 เปอร์เซ็นต์ จะใช้ระยะเวลาในการอบมะละกอมากที่สุด รองลงมาคือระดับ 75, 50 และ 25 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (การทดลองจำนวน 2 ซ้ำ)

## คำนำ

มะละกอมีชื่อวิทยาศาสตร์ *Caricas papaya* L. วงศ์ Caricaceae (วิกิพีเดีย สารานุกรมเสรี, 2555) เป็นหนึ่งในผลไม้เศรษฐกิจที่สำคัญของประเทศไทยและเป็นพืชอาศัยของแมลงวันผลไม้ที่มีความสำคัญทางด้านกักกันพืชระหว่างประเทศ ได้แก่ แมลงวันผลไม้ Oriental fruit fly, *Bactrocera dorsalis* (Hendel), (Diptera : Tephritidae) (White and Elson-Harris, 1992) ด้วยเหตุนี้มะละกอจากประเทศไทยจึงถูกห้ามนำเข้าประเทศญี่ปุ่น ซึ่งไม่มีแมลงชนิดดังกล่าวนี้แพร่ระบาดภายใต้ข้อกำหนดของกฎหมายกักกันพืชข้อกำหนดนี้จะถูกยกเลิกไปหากประเทศไทยสามารถพัฒนาวิธีการกำจัดศัตรูพืชที่ได้มาตรฐานของวิธีกำจัดศัตรูพืชด้านกักกันพืช (plant quarantine treatment) เพื่อใช้สำหรับกำจัดแมลงวันผลไม้ในผลมะละกอก่อนการส่งออก

ในปี พ.ศ. 2529 กลุ่มวิจัยการกักกันพืช กรมวิชาการเกษตรได้รับความช่วยเหลือทางด้านวิชาการจากรัฐบาลญี่ปุ่นให้ศึกษาถึงความเป็นไปได้ในการใช้ความร้อนเพื่อกำจัดแมลงวันผลไม้ *B. dorsalis* และแมลงวันแตง *B. cucurbitae* ในผลมะม่วงพันธุ์หนังกลางวัน พบว่าวิธีการอบไอน้ำ (Vapor Heat Treatment, VHT) มีประสิทธิภาพในการกำจัดแมลงวันผลไม้ทั้ง 2 ชนิด ได้อย่างมีประสิทธิภาพตามมาตรฐานของวิธีกำจัดศัตรูพืชด้านกักกันพืช (Unhawutti *et al*., 1986) และต่อมาในปี พ.ศ. 2534 ได้มีการวิจัยและพัฒนาวิธีกำจัดแมลงด้วยความร้อนด้วยวิธีการอบไอน้ำแบบปรับสภาพความชื้นสัมพัทธ์ (Modified Vapor Heat Treatment, MVHT) ที่มีประสิทธิภาพในการกำจัดแมลงวันผลไม้ครอบคลุมมะม่วงถึง 4 พันธุ์ ได้แก่ หนังกลางวัน น้ำดอกไม้ แรด และพิมเสนแดง (Unhawutti *et al*., 1991) โดยไม่มีผลกระทบต่อคุณภาพของมะม่วง หลังจากนั้นกลุ่มวิจัยการกักกันพืชได้ประสบความสำเร็จจากการวิจัยและพัฒนาวิธีกำจัดแมลงด้วยความร้อนเพื่อกำจัดแมลงวันผลไม้ในผลมังคุด (ปี พ.ศ. 2546) มะม่วงพันธุ์มหาชนก (ปี พ.ศ. 2549) (ศูนย์นวัตกรรมเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว, 2551) และส้มโอพันธุ์ทองดี (ปี พ.ศ. 2555) (Unhawutti, 2006) วิธีการอบไอน้ำแบบปรับสภาพความชื้นสัมพัทธ์ (MVHT) นอกจากมีประสิทธิภาพกำจัดแมลงวันผลไม้ได้แล้ว ยังมีข้อดีในแง่ของความปลอดภัยจากสารพิษตกค้างภายในผลไม้ จึงผ่านการยอมรับได้โดยง่ายจากประเทศผู้นำเข้าหากมีประสิทธิภาพในการกำจัดแมลง ในปัจจุบันประเทศไทยได้มีการสร้างโรงงานกำจัดแมลงวันผลไม้ด้วย

ความร้อนขนาดใหญ่ระดับการค้ากันอย่างแพร่หลายโดยใช้กรรมวิธีอบไอน้ำแบบปรับสภาพความชื้นสัมพัทธ์ (MVHT) ในการอบผลมะม่วง และมังคุดเพื่อการส่งออกไปประเทศญี่ปุ่น เกาหลี และนิวซีแลนด์ โดยยึดหลักการตามเงื่อนไขและข้อกำหนดของแต่ละประเทศ (มลนิภา, 2550; มลนิภา, 2552; Srimartpirom M, 2010)

ปัจจุบันในประเทศไทยยังไม่มีวิธีการใดที่มีประสิทธิภาพและเป็นที่ยอมรับสำหรับกำจัดแมลงวันผลไม้ในผลมะละกอ ดังนั้นจึงควรศึกษาประสิทธิภาพของวิธีการอบไอน้ำทั้ง 2 แบบโดยมีวัตถุประสงค์หลัก 2 ประการ ดังนี้คือ (1) เพื่อศึกษาวิธีการอบไอน้ำแบบปรับสภาพความชื้นสัมพัทธ์ (Modified Vapor Heat Treatment, MVHT) และวิธีการอบไอน้ำ (Vapor Heat Treatment, VHT) ที่มีประสิทธิภาพในการกำจัดแมลงวันผลไม้ได้ตามมาตรฐาน (2) เพื่อศึกษาความเสียหายของผลมะละกอหลังผ่านความร้อนด้วยวิธีการอบไอน้ำทั้ง 2 แบบ เพื่อสามารถพัฒนาวิธีการกำจัดศัตรูพืชให้ได้มาตรฐานตามวิธีการกำจัดศัตรูพืชด้านกักกันพืช (plant quarantine treatment) ในระดับสากล เพื่อใช้สำหรับกำจัดแมลงวันผลไม้ในผลมะละกอและผลไม้ชนิดอื่น ๆ ที่มีศักยภาพในการส่งออกไปต่างประเทศ

## วิธีดำเนินการ

### อุปกรณ์

1. ตู้อบไอน้ำกำจัดแมลงขนาดเล็กสำหรับงานทดลอง 2 เครื่อง
2. ตู้ลดอุณหภูมิผลไม้
3. ห้องเลี้ยงแมลงวันผลไม้ 2 ห้อง
4. เครื่องอ่างน้ำร้อน
5. เครื่องวัดค่าความเป็นกรดของผลไม้
6. เครื่องวัดค่าความหวานของผลไม้
7. ห้องควบคุมอุณหภูมิและความชื้นสำหรับงานทดลองขนาดเล็ก โดยใช้อุณหภูมิ 27 องศาเซลเซียส และความชื้น 75 เปอร์เซ็นต์
8. ตู้ควบคุมอุณหภูมิและความชื้นสำหรับงานทดลองขนาดเล็ก 4 ตู้
9. ห้องเย็นสำหรับเก็บผลไม้ที่ใช้ในการทดลอง
10. เครื่องบันทึกอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์แบบต่อเนื่อง
11. แท่งวัดอุณหภูมิขนาดเล็กสำหรับงานทดลอง
12. เครื่องชั่งทศนิยม 2 ตำแหน่งสำหรับงานทดลอง
13. อุปกรณ์สำหรับเช็คผลการทดลอง ๆ ได้แก่ พู่กัน ปากคีบ เคาท์เตอร์ จานทดลองขนาดเล็ก ถาดใส่ผลไม้ ถุงผ้าตาข่าย ถุงมือ มีดปอกผลไม้ ถุงขยะดำ และอื่น ๆ

**วิธีการ**

**1. รวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับลักษณะประจำพันธุ์, ชีววิทยาของมะละกอเพื่อใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานในการทดลอง**

ทำการรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับลักษณะประจำพันธุ์ และสภาพพื้นที่ปลูกของมะละกอเพื่อใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานของงานทดลอง โดยการค้นหาข้อมูลทางเว็บไซต์ของกรมวิชาการเกษตร กรมส่งเสริมการเกษตร และจากแหล่งข้อมูลงานวิจัยที่เกี่ยวข้องต่างๆ ทั้งในและต่างประเทศ **(ภาพที่ 1)**

**2. สำรวจ และเก็บรวบรวมแมลงวันผลไม้จากสภาพธรรมชาติ และนำมาเลี้ยงเพื่อเพิ่มปริมาณจำนวนมากด้วยอาหารเทียมในห้องปฏิบัติการ**

แมลงที่ใช้ในการทดลอง : ทำการสำรวจและเก็บรวบรวมตัวเต็มวัยของแมลงวันผลไม้ในสวนมะละกอ อำเภอศรีสวัสดิ์ จังหวัดกาญจนบุรี แมลงวันผลไม้ตัวเต็มวัยที่เก็บมา จะถูกนำไปจำแนกชนิดภายใต้กล้องจุลทรรศน์โดยคัดเลือกเฉพาะ *B. dorsalis* จากนั้นจึงนำ *B. dorsalis* ตัวเต็มวัยไปเลี้ยงและเพิ่มจำนวนให้มากขึ้นโดยอาศัยวิธีการเลี้ยงแมลงด้วยอาหารเทียม (artificial diet) และนำมาเลี้ยงไว้ในห้องปฏิบัติการกลุ่มวิจัยการกักกันพืช **(ภาพที่ 2)** โดยสภาพของห้องเลี้ยงแมลงวันผลไม้เป็นห้องที่ควบคุมอุณหภูมิ ความชื้น และแสงสว่าง ห้องเลี้ยงแมลงมีขนาด 3.5 x 4.6 x 2.3 เมตร อุณหภูมิ 25-27 องศาเซลาเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 65 $\pm$ 5 เปอร์เซ็นต์ แสงสว่างภายในห้องได้จากหลอดชีวภาพ (bioluck) จำนวน 20 หลอด ซึ่งได้ติดตั้งไว้บนเพดานห้อง และอีกจำนวน 40 หลอด ติดตั้งไว้บนผนังรอบห้อง โดยไฟจะสว่างในระหว่างช่วงเวลา 6.00 น–18.00 น. และติดตั้งหลอดฟลูโอเรทเซ็นขนาด 40 วัตต์ อีก 1 หลอด เพื่อให้แสงสลัวเลียนแบบสภาพของแสงแดดในช่วงรุ่งเช้า และพลบค่ำซึ่งจะช่วยกระตุ้นการผสมพันธุ์ของแมลง โดยไฟจะเปิดและปิดในช่วงเวลา 5.30-6.00 น. และ 18.00-18.30 น.

หลักปฏิบัติในการเลี้ยงแมลงวันผลไม้ : เลี้ยงแมลงวันผลไม้ตัวเต็มวัยจำนวนมากประมาณ 20,000 ตัว ไว้ในกรงเลี้ยงแมลงขนาด 65.5 x 69 x 77 เซนติเมตร กรงแมลงทำด้วยมุ้งลวดตาข่ายอลูมิเนียม ขนาด 16 เมซ ภายในกรงมีจานพลาสติกบรรจุอาหารสำหรับตัวเต็มวัย ซึ่งประกอบด้วยส่วนผสมโดยน้ำหนักดังนี้ น้ำตาล 10 ส่วน enzymatic protein hydrolysate (Amber series 100) 1 ส่วน และ yeast extract 1 ส่วน การให้น้ำจะใช้ขวดพลาสติกทรงกระบอก ขนาด 6 x 7.5 เซนติเมตร ฝาขวดเจาะรูขนาด 1 จำนวน 3 รู วิธีให้น้ำจะคว่ำขวดน้ำลงบนกระดาษกรองซึ่งวางอยู่บนหลังกรงเลี้ยงแมลง หลังจากเลี้ยงแมลงตัวเต็มวัยครบ 7 สัปดาห์ ทำลายแมลงที่ยังหลงเหลืออยู่ในกรงทั้งหมด ทำความสะอาดกรงเลี้ยงแมลงเพื่อเตรียมไว้สำหรับใส่แมลงในรุ่นใหม่ต่อไป ระหว่างการทดลองเตรียมแมลงตัวเต็มวัยอายุต่างๆ กันไว้ไม่น้อยกว่า 5 กรง มีแมลงมากกว่า 100,000 ตัว

การควบคุมคุณภาพของแมลงวันผลไม้ : แมลงวันผลไม้ซึ่งเลี้ยงไว้ในห้องปฏิบัติการจะต้องมีความแข็งแรงเพื่อที่ข้อมูลจากผลการศึกษาวิจัยจะได้ถูกต้องและเป็นที่ยอมรับ ดังนั้นจึงจำเป็นที่จะต้องมีการตรวจสอบคุณภาพของแมลงเป็นประจำ เพื่อที่จะสามารถพบสิ่งผิดปกติและแก้ไขได้ทันที โดยในการเลี้ยงแมลงแต่ละรุ่นจะตรวจสอบอัตราการฟักของไข่ (hatching rate) อัตราการออกเป็นตัวเต็มวัย (emerging rate) น้ำหนักของดักแด้ และอัตราส่วนของเพศผู้และเพศเมีย (sex ratio)

**3. ศึกษาลักษณะความเสียหายของมะละกอหลังผ่านความร้อนด้วยวิธีการอบไอน้ำ 2 วิธี**

การศึกษาลักษะความเสียหายของมะละกอหลังผ่านความร้อนด้วยวิธีการอบไอน้ำ (Vapor Heat Treatment, VHT) กับวิธีการอบไอน้ำแบบปรับสภาพความชื้นสัมพัทธ์ (Modified Vapor Heat Treatment, MVHT) การอบผลมะละกอด้วยวิธีการอบไอน้ำ (VHT) เป็นกรรมวิธีให้ที่ความร้อนกับผลมะละกอ โดยอาศัยการหมุนเวียนของไอน้ำร้อนที่อยู่ในสภาพที่อิ่มตัวด้วยไอน้ำ (saturated condition) ความชื้นสัมพัทธ์มากกว่า 90 เปอร์เซ็นต์ ตลอดเวลา สำหรับวิธีการอบไอน้ำแบบปรับสภาพความชื้นสัมพัทธ์ (MVHT) เป็นกรรมวิธีที่ให้ความร้อนกับผลมะละกอ โดยอาศัยวิธีการอบไอน้ำ (VHT) ร่วมกับวิธีการอบอากาศร้อน (Hot air treatment, HAT) โดยช่วงแรกจะให้ความร้อนกับผลมะละกอด้วยวิธีอบอากาศร้อน (HAT) อากาศร้อนที่หมุนเวียนผ่านผลมะละกอจะมีความชื้นสัมพัทธ์ 50-80 เปอร์เซ็นต์ จนกระทั่งเมื่ออุณหภูมิในผลมะละกอเพิ่มขึ้นถึง 43 องศาเซลเซียสแล้ว จึงปรับเปลี่ยนเป็นวิธีการอบไอน้ำ (VHT) ซึ่งอากาศร้อนจะอยู่ในสภาพที่อิ่มตัวด้วยไอน้ำ โดยมีความชื้นสัมพัทธ์มากกว่า 90 เปอร์เซ็นต์ (อุดร, 2541; อุดร และคณะ, 2549; Unahawutti *et al*., 2006) ดำเนินการโดยใช้ตู้อบไอน้ำของกลุ่มวิจัยการกักกันพืช **(ภาพที่ 3)** จำนวน 2 เครื่อง โดยตั้งค่าอุณหภูมิและความชื้นของตู้อบไอน้ำตามรูปแบบของวิธีการอบไอน้ำ (VHT) และวิธีการอบไอน้ำแบบ (MVHT) ในตู้ที่ 1 และ 2 ตามลำดับ (จำนวนมะละกอที่ใช้ทดลอง treatment จำนวน 15 ผล/ตู้ และ control 5 ผล) ก่อนการอบผลมะละกอจะต้องทำการบันทึกข้อมูลน้ำหนัก และถ่ายรูปผลมะละกอทุกครั้ง **(ภาพที่ 4)** สำหรับการวัดอุณหภูมิผลมะละกอที่ทดลองอาศัยการวัดจากเซ็นเซอร์กำหนดอุณหภูมิผลมะละกอ (sensor fruit) จำนวน 3 ผล น้ำหนัก 750-850 กรัม (มะละกอขนาดใหญ่) โดยให้อุณหภูมิภายในสุดผลอยู่ที่ 46 องศาเซลเซียส (เซ็นเซอร์กำหนดอุณหภูมิผลมะละกอจะต้องอ่านค่าได้ 46 องศาเซลเซียส ครบทั้ง 3 เส้น) และคงอุณหภูมิ นาน 0, 1 และ 2 ชั่วโมง ตามลำดับ หลังจากที่อบมะละกอครบตามอุณหภูมิ และระยะเวลาที่กำหนดไว้ นำมะละกอจำนวน 15 ผลที่ผ่านความร้อนออกจากตู้อบไอน้ำ มาลดอุณหภูมิผลมะละกอทันทีโดยการเป่าด้วยพัดลมนาน 1 ชั่วโมง จากเครื่องลดอุณหภูมิผลไม้ “Sanshu” Shower Cooling System (Differential Pressure Type) (model : SHS-12, Sanshu Sangyo Co., Ltd., Kagoshima, Japan) จากนั้นเก็บมะละกอที่ทดลองตามรายละเอียดใน (Unahawutti *et al*, 2006) แล้วนำไปเก็บไว้ที่อุณหภูมิ 13 องศาเซลเซียส และบันทึกผลการเปลี่ยนแปลงของมะละกอในด้านการสูญเสียน้ำหนัก และปริมาณน้ำตาลของมะละกอหลังจากอบแล้ว 7 วัน เปรียบเทียบกับมะละกอที่ไม่ผ่านความร้อน **(ภาพที่ 5)** (ทำการทดลองจำนวน 2 ซ้ำ)

**4. ศึกษาลักษณะความเสียหายของมะละกอหลังผ่านความร้อนด้วยวิธีการอบไอน้ำแบบปรับสภาพความชื้นสัมพัทธ์ (Modified Vapor Heat Treatment, MVHT 50-80%RH)**

จากผลการศึกษาลักษณะความเสียหายของมะละกอหลังผ่านความร้อนด้วยวิธีการอบไอน้ำ 2 วิธี พบว่าการอบมะละกอด้วยวิธีการอบไอน้ำแบบปรับสภาพความชื้นสัมพัทธ์ (MVHT) มีความเสียหายน้อยกว่าวิธีการอบไอน้ำ (VHT) จึงได้ศึกษาวิธีการอบไอน้ำแบบปรับสภาพความชื้นสัมพัทธ์ (MVHT, 50-80%RH) ในการอบผลมะละกอพันธุ์ฮอลแลนด์ โดยช่วงแรกของการเพิ่มอุณหภูมิผลมะละกอขึ้นถึง 43 องศาเซลเซียส (อากาศร้อนมีความชื้นสัมพัทธ์ 50-80 เปอร์เซ็นต์) หลังจากนั้นจึงปรับเปลี่ยนเป็นอากาศร้อนที่อิ่มตัวด้วยไอน้ำ (ความชื้นสัมพัทธ์มากกว่า 90 เปอร์เซ็นต์) โดยอบมะละกอให้อุณหภูมิภายในสุดผลเพิ่มขึ้นถึง 46 องศาเซลเซียส (เซ็นเซอร์กำหนดอุณหภูมิผลมะละกอจะต้องอ่านค่าได้ 46 องศาเซลเซียส ครบทั้ง 3 เส้น) และคงอุณหภูมิ นาน 0, 1 และ 2 ชั่วโมง ตามลำดับ สำหรับวิธีการและการบันทึกผลทำเช่นเดียวกับหัวข้อที่ 3 **(ภาพที่ 6)** (ทำการทดลองจำนวน 2 ซ้ำ)

**5. ศึกษาปริมาณความจุของมะละกอด้วยวิธีการอบไอน้ำแบบปรับสภาพความชื้นสัมพัทธ์ (Modified Vapor Heat Treatment, MVHT 50-80%RH)**

การศึกษาปริมาณความจุของมะละกอในระดับ 25, 50, 75 และ 100 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ดำเนินการโดยใช้ตู้อบไอน้ำของกลุ่มวิจัยการกักกันพืช **(ภาพที่ 7ก.และข.)** สำหรับมะละกอที่ใช้ในการทดลองมีน้ำหนักประมาณ 550-650 กรัม/ผล (มะละกอตกเกรดขนาดเล็ก) ทำการอบมะละกอด้วยวิธีการอบไอน้ำแบบปรับสภาพความชื้นสัมพัทธ์ (MVHT, 50-80%RH) โดยให้อุณหภูมิภายในสุดผลเพิ่มขึ้นถึง 46 องศาเซลเซียส (เซ็นเซอร์กำหนดอุณหภูมิผลมะละกอจะต้องอ่านค่าได้ 46 องศาเซลเซียส ครบทั้ง 3 เส้น) และคงอุณหภูมิ นาน 0, 1 และ 2 ชั่วโมง ตามลำดับ เมื่ออบมะละกอครบตามอุณหภูมิและระยะเวลาที่กำหนดไว้แล้ว ทำการบันทึกระยะเวลาในการอบมะละกอจาก recorder ของตู้อบไอน้ำในระดับ 25, 50, 75 และ 100 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (ทำการทดลองจำนวน 2 ซ้ำ)

**เวลาและสถานที่**

**เริ่มต้น** กันยายน 2554 **สิ้นสุด** ตุลาคม 2558 รวม 5 ปี

จังหวัดนครราชสีมา ลพบุรี กาญจนบุรี ปราจีนบุรี แพร่ และเชียงใหม่ และห้องปฏิบัติการกลุ่มวิจัยการกักกันพืช สำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช กรมวิชาการเกษตร

## ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง

จากการรวบรวมข้อมูลลักษณะประจำพันธุ์ และสภาพพื้นที่ปลูกของมะละกอเพื่อใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานการทดลอง พบว่ามะละกอมีชื่อวิทยาศาสตร์ *Carica papaya L.* วงศ์ Caricaceae ซึ่งในปัจจุบันเกษตรกรนิยมปลูกมะละกอพันธุ์ฮอลแลนด์กันมากเพราะมีตลาดรองรับ ลักษณะเด่นของมะละกอพันธุ์ฮอลแลนด์ มีผลรูปทรงกระบอก ส่วนปลายของผลมีลักษณะป้านคล้ายผลฟักอ่อน เนื้อผลมีสีแดงอมส้ม เนื้อหนาและไม่เละ มีความหนาประมาณ 2.5-3.0 เซนติเมตร เปลือกหนา ทนทาน

ต่อโรค และการขนส่งได้ดี มีรสชาติหวาน มะละกอพันธุ์นี้สามารถปลูกได้ในสภาพพื้นที่ ที่เป็นดินเหนียวปนทราย ได้แก่ จังหวัดนครราชสีมา ลพบุรี กาญจนบุรี ปราจีนบุรี แพร่ และเชียงใหม่ จากการสำรวจและเก็บรวบรวมตัวเต็มวัยของแมลงวันผลไม้ในสวนมะละกอจังหวัดกาญจนบุรีมาจำแนกในห้องปฏิบัติการ พบแมลงวันผลไม้ 2 ชนิด ได้แก่ *Bactrocera papayae* และ *B. dorsalis* จึงได้นำมาเลี้ยงและขยายพันธุ์ให้มีจำนวนมากด้วยอาหารเทียมในห้องปฏิบัติการ พบว่าสามารถเพิ่มปริมาณไข่และหนอน *B. dorsalis* ได้ไม่ต่ำกว่า 50,000 ตัว

ศึกษาลักษณะความเสียหายของผลมะละกอหลังผ่านความร้อนด้วยวิธีการอบไอน้ำ (Vapor Heat Treatment, VHT) กับวิธีการอบไอน้ำแบบปรับสภาพความชื้นสัมพัทธ์ (Modified Vapor Heat Treatment, MVHT) ในการอบผลมะละกอพันธุ์ฮอลแลนด์โดยให้อุณหภูมิภายในสุดผลอยู่ที่ 46 องศาเซลเซียส และคงอุณหภูมินาน 0, 1 และ 2 ชั่วโมง ตามลำดับ พบว่ามะละกอหลังผ่านความร้อนด้วยวิธีการอบไอน้ำแบบ (MVHT) มีความเสียหายน้อยกว่าวิธีการอบไอน้ำแบบ (VHT) จึงได้ศึกษาความเสียหายของมะละกอพันธุ์ฮอลแลนด์ด้วยวิธีการอบไอน้ำแบบปรับสภาพความชื้นสัมพัทธ์ (MVHT, 50-80%RH) โดยให้อุณหภูมิภายในสุดผลอยู่ที่ 46 องศาเซลเซียส และคงอุณหภูมิ นาน 0, 1 และ 2 ชั่วโมง ตามลำดับ หลังจากอบมะละกอแล้วนำไปเก็บไว้ที่อุณหภูมิ 13 องศาเซลเซียส พบว่าการสูญเสียน้ำหนัก และปริมาณน้ำตาลของมะละกอพันธุ์ฮอลแลนด์หลังผ่านความร้อน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติกับมะละกอที่ไม่ผ่านความร้อน แต่พบว่าการอบมะละกอที่อุณหภูมิ 46 องศาเซลเซียส นาน 2 ชั่วโมง จะทำให้สีผิวของมะละกอเปลี่ยนเป็นสีเหลือง และพบอาการเนื้อผลนิ่ม เมื่อใช้มือกดที่ผลมะละกอจะยุบตัวลงมากกว่ามะละกอที่อบด้วยอุณหภูมิ 46 องศาเซลเซียส นาน 0 และ 1 ชั่วโมง ตามลำดับ **(ภาพที่ 8)**

ศึกษาปริมาณความจุของมะละกอในระดับ 25, 50, 75 และ 100 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ พบว่าปริมาณความจุของมะละกอที่ระดับ 100 เปอร์เซ็นต์ จะใช้ระยะเวลาในการอบมะละกอมากที่สุด รองลงมาคือระดับ 75, 50 และ 25 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ**(ตารางที่ 1)** จากผลการทดลองจะเห็นได้ว่า การอบมะละกอด้วยวิธีการอบไอน้ำแบบปรับสภาพความชื้นสัมพัทธ์ (MVHT, 50-80% RH) สามารถนำมาใช้ในการอบผลมะละกอได้ โดยที่คุณภาพในด้านการสูญเสียน้ำหนัก และปริมาณน้ำตาลของมะละกอที่ผ่านความร้อนด้วยอุณหภูมิ 46 องศาเซลเซียส นาน 0 และ 1 ชั่วโมง ตามลำดับ ไม่แตกต่างจากมะละกอที่ไม่ผ่านความร้อน และระยะเวลาในการอบมะละกอด้วยวิธีดังกล่าวจะแปรผันตามปริมาณความจุของมะละกอที่เพิ่มขึ้น ซึ่งจากข้อมูลนี้สามารถนำไปใช้ในการศึกษาลักษณะความเสียหายของมะละกอด้วยวิธีการอบไอน้ำในระดับ Commercial Export Simulation Test ต่อไป และมีแนวโน้มในการส่งออกไปประเทศญี่ปุ่นได้

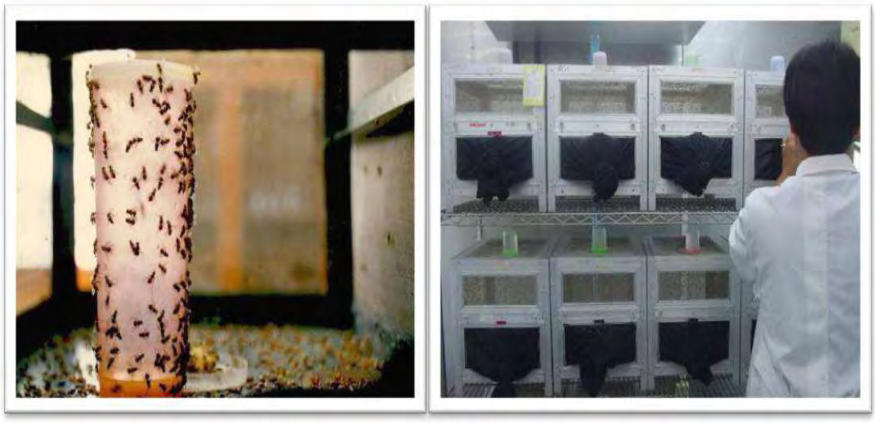
**ตารางที่ 1** [1]ระยะเวลาที่ใช้อบผลมะละกอในปริมาณความจุที่ระดับแตกต่างกันในการศึกษาปริมาณความจุของมะละกอในระดับ 25, 50, 75 และ 100 เปอร์เซ็นต์

| ปริมาณความจุของมะละกอ (%) | ตู้อบไอน้ำ | เซ็นเซอร์กำหนดอุณหภูมิของผลมะละกอ (กรัม) | คงอุณหภูมิ 46$^0$ C นานเป็นระยะเวลา (ชั่วโมง) | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | | 0 ชั่วโมง | 1 ชั่วโมง | 2 ชั่วโมง |
| 25 | 1 | 597.00 | 3:00[2] | 4:00 | 5:00 |
| | | 601.37 | | | |
| | | 603.50 | | | |
| | 2 | 599.10 | 3:05 | 4:05 | 5:05 |
| | | 604.55 | | | |
| | | 595.00 | | | |
| 50 | 1 | 604.33 | 3:15 | 4:15 | 5:15 |
| | | 597.00 | | | |
| | | 605.00 | | | |
| | 2 | 603.11 | 3:10 | 4:10 | 5:10 |
| | | 595.45 | | | |
| | | 640.49 | | | |
| 75 | 1 | 599.66 | 3:20 | 4:20 | 5:20 |
| | | 598.12 | | | |
| | | 605.00 | | | |
| | 2 | 604.45 | 3:25 | 4:25 | 5:25 |
| | | 599.00 | | | |
| | | 601.48 | | | |
| 100 | 1 | 600.05 | 3:35 | 4:35 | 5:35 |
| | | 597.23 | | | |
| | | 604.27 | | | |
| | 2 | 604.49 | 3:45 | 4:45 | 5:45 |
| | | 595.34 | | | |
| | | 604.00 | | | |

[1] ดำเนินการโดยใช้ตู้อบไอน้ำของกลุ่มวิจัยการกักกันพืช Sanshu VHT รุ่น EHK-1,000D

[2] เวลาของเซ็นเซอร์กำหนดอุณหภูมิผลมะละกอที่อ่านค่าได้ 46$^0$C ครบทั้ง 3 เส้น

**ภาพที่ 1** ลักษณะประจำพันธุ์ และสภาพพื้นที่ปลูกของมะละกอพันธุ์ฮอลแลนด์



**ภาพที่ 2** การเลี้ยงเพิ่มปริมาณแมลงวันผลไม้ *B. dorsalis*
ในห้องปฏิบัติการของกลุ่มวิจัยการกักกันพืช

**ภาพที่** 3 ตู้อบไอน้ำเพื่อใช้ในงานทดลองของกลุ่มวิจัยการกักกันพืช

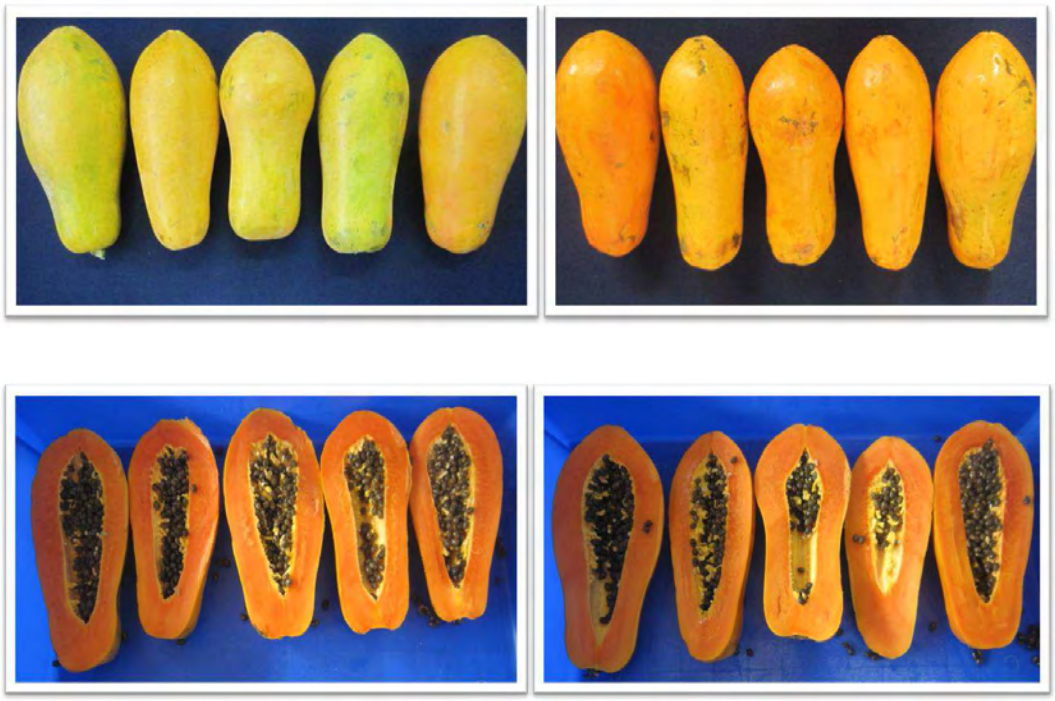
**ภาพที่ 4** การบันทึกข้อมูลน้ำหนักของมะละกอก่อนการอบไอน้ำ

**ภาพที่ 5** การเก็บผลมะละกอหลังผ่านการอบไอน้ำไว้ที่อุณหภูมิ 13 องศาเซลเซียส

**ภาพที่ 6** สภาพของผลมะละกอที่ผ่านการอบไอน้ำแบบ (MVHT, 50-80%RH) แล้ว 7 วัน

**ภาพที่ 7ก.** การศึกษาปริมาณความจุของมะละกอในระดับ 25 เปอร์เซ็นต์

**ภาพที่ 7ข.** การศึกษาปริมาณความจุของมะละกอในระดับ 100 เปอร์เซ็นต์



**ภาพที่ 8** ผลมะละกอที่ไม่ผ่านความร้อน (ซ้าย) และผ่านความร้อนด้วยวิธีการอบไอน้ำแบบMVHT ที่อุณหภูมิ 46$^{0}$C นาน 2 ชั่วโมง (ขวา)

**สรุปผลการทดลองและคำแนะนำ**

1. ได้ข้อมูลเกี่ยวกับลักษณะประจำพันธุ์ และสภาพพื้นที่ปลูกของมะละกอเพื่อใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานการทดลองพบว่า มะละกอมีชื่อวิทยาศาสตร์ *Carica papaya L.* วงศ์ Caricaceae ซึ่งในปัจจุบันเกษตรกรนิยมปลูกมะละกอพันธุ์ฮอลแลนด์กันมากเพราะมีตลาดรองรับ ลักษณะเด่นของมะละกอพันธุ์ฮอลแลนด์ มีผลรูปทรงกระบอก ส่วนปลายของผลมีลักษณะป้านคล้ายผลฟักอ่อน เนื้อผลมีสีแดงอมส้ม เนื้อหนาและไม่เละ มีความหนาประมาณ 2.5-3.0 เซนติเมตร เปลือกหนา ทนทานต่อโรค และการขนส่งได้ดี มีรสชาติหวาน มะละกอพันธุ์นี้สามารถปลูกได้ในสภาพพื้นที่ ที่เป็นดินเหนียวปนทราย ได้แก่ จังหวัดนครราชสีมา ลพบุรี กาญจนบุรี ปราจีนบุรี แพร่ และเชียงใหม่

2. จากการสำรวจและเก็บรวบรวมตัวเต็มวัยของแมลงวันผลไม้ในสวนมะละกอจังหวัดกาญจนบุรีมาจำแนกในห้องปฏิบัติการ พบแมลงวันผลไม้ 2 ชนิด ได้แก่ *Bactrocera papayae* และ *B. dorsalis* จึงได้นำมาเลี้ยงและขยายพันธุ์ให้มีจำนวนมากด้วยอาหารเทียมในห้องปฏิบัติการ พบว่าสามารถเพิ่มปริมาณไข่ และหนอน *B. dorsalis* ได้ไม่ต่ำกว่า 50,000 ตัว

3. ศึกษาลักษณะความเสียหายของผลมะละกอหลังผ่านความร้อนด้วยวิธีการอบไอน้ำ (Vapor Heat Treatment, VHT) กับวิธีการอบไอน้ำแบบปรับสภาพความชื้นสัมพัทธ์ (Modified Vapor Heat Treatment, MVHT) ในการอบผลมะละกอพันธุ์ฮอลแลนด์โดยให้อุณหภูมิภายในสุดผลอยู่ที่ 46 องศาเซลเซียส และคงอุณหภูมินาน 0, 1 และ 2 ชั่วโมง ตามลำดับ พบว่ามะละกอหลังผ่านความร้อนด้วยวิธีการอบไอน้ำแบบ (MVHT) มีความเสียหายน้อยกว่าวิธีการอบไอน้ำแบบ (VHT)

4. ศึกษาความเสียหายของมะละกอพันธุ์ฮอลแลนด์ด้วยวิธีการอบไอน้ำแบบปรับสภาพความชื้นสัมพัทธ์ (MVHT, 50-80%RH) โดยให้อุณหภูมิภายในสุดผลอยู่ที่ 46 องศาเซลเซียส และคงอุณหภูมินาน 0, 1 และ 2 ชั่วโมง ตามลำดับ หลังจากอบมะละกอแล้วนำไปเก็บไว้ที่อุณหภูมิ 13 องศาเซลเซียส พบว่าการสูญเสียน้ำหนัก และปริมาณน้ำตาลของมะละกอพันธุ์ฮอลแลนด์หลังผ่านความร้อน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติกับมะละกอที่ไม่ผ่านความร้อน แต่พบว่าการอบมะละกอที่อุณหภูมิ 46 องศาเซลเซียส นาน 2 ชั่วโมง จะทำให้สีผิวของมะละกอเปลี่ยนเป็นสีเหลือง และพบอาการเนื้อผลนิ่มเมื่อใช้มือกดที่ผลมะละกอจะยุบตัวลงมากกว่ามะละกอที่อบด้วยอุณหภูมิ 46 องศาเซลเซียส นาน 0 และ 1 ชั่วโมง ตามลำดับ

5. ศึกษาปริมาณความจุของมะละกอในระดับ 25, 50, 75 และ 100 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ พบว่าปริมาณความจุของมะละกอที่ระดับ 100 เปอร์เซ็นต์ จะใช้ระยะเวลาในการอบมะละกอมากที่สุด รองลงมาคือระดับ 75, 50 และ 25 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ จากผลการทดลองจะเห็นได้ว่า การอบมะละกอด้วยวิธีการอบไอน้ำแบบปรับสภาพความชื้นสัมพัทธ์ (MVHT, 50-80% RH) สามารถนำมาใช้ในการอบผลมะละกอได้ โดยที่คุณภาพในด้านการสูญเสียน้ำหนัก และปริมาณน้ำตาลของมะละกอที่ผ่านความร้อนด้วยอุณหภูมิ 46 องศาเซลเซียส นาน 0 และ 1 ชั่วโมง ตามลำดับ ไม่แตกต่างจากมะละกอที่ไม่ผ่านความร้อน และระยะเวลาในการอบมะละกอด้วยวิธีดังกล่าวจะแปรผันตามปริมาณความจุของมะละกอที่เพิ่มขึ้น

6. จากการศึกษาในครั้งนี้ยังไม่ได้ทำการศึกษาประสิทธิภาพด้านการกำจัดแมลงวันผลไม้ด้วยวิธีการอบไอน้ำแบบปรับสภาพความชื้นสัมพัทธ์ เนื่องจากเกิดภาวะอุทกภัยในช่วงที่ผ่านมา จึงทำให้แมลงวันผลไม้ที่เลี้ยงไว้ในห้องปฏิบัติการกลุ่มวิจัยการกักกันพืชตายไปเป็นจำนวนมาก งานทดลองจึงหยุดชะงักลง ดังนั้นควรที่จะทำการศึกษาต่อไป

**คำขอบคุณ**

ขอขอบคุณคุณกัลยา วงศ์สุวรรณ คุณประชุม นุ้ยจำนัล คุณมีนา จริงจิตร และคุณสมิทธิ์ อยู่เอี่ยม ที่มีส่วนช่วยในการเตรียมการทดลอง รวมถึงการเช็คผลการทดลอง

## การนำผลงานไปใช้ประโยชน์

1. เพื่อนำผลการศึกษาความเสียหายของผลมะละกอหลังผ่านความร้อนด้วยวิธีการอบไอน้ำแบบปรับสภาพความชื้นสัมพัทธ์ (Modified Vapor Heat Treatment, MVHT 50-80% RH) ไปพัฒนาวิธีกำจัดแมลงวันผลไม้ให้ได้มาตรฐาน ตามวิธีการกำจัดศัตรูพืชด้านกักกันพืช (plant quarantine treatment) ในระดับสากล และสอดคล้องกับข้อตกลงระหว่างประเทศได้

2. เพื่อสามารถพัฒนาวิธีกำจัดแมลงวันผลไม้ด้วยวิธีการอบไอน้ำแบบปรับสภาพความชื้นสัมพัทธ์ (MVHT 50-80% RH) ในผลไม้อื่นๆ ทีมีศักยภาพในการส่งออกในเชิงพาณิชย์ได้ เช่นเดียวกับการพัฒนาวิธีกำจัดแมลงวันผลไม้ด้วยวิธีการอบไอน้ำแบบ (MVHT) ในผลมะม่วง มังคุด และส้มโอที่ประสบความสำเร็จสามารถส่งออกไปประเทศญี่ปุ่น และสาธารณรัฐเกาหลีได้แล้วในปัจจุบัน

3. ได้ฐานข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับวิธีการป้องกันกำจัดแมลงศัตรูทางด้านกักกันพืชโดยเฉพาะแมลงวันผลไม้ด้วยวิธีการอบไอน้ำให้ผู้ที่เกี่ยวข้องและผู้ที่สนใจได้รับทราบข้อมูลอย่างถูกต้อง รวมถึงการสร้างเครือข่ายที่เกี่ยวข้องให้เพิ่มมากขึ้นทั้งในและต่างประเทศ

4. เกษตรกรชาวสวนมะละกอ ผู้ประกอบการโรงงานอบไอน้ำ และผู้ส่งออกในประเทศไทยสามารถส่งออกผลไม้ไปต่างประเทศได้มากขึ้น

## เอกสารอ้างอิง

กรมส่งเสริมการเกษตร. 2541. มะละกอไม้ผลเศรษฐกิจ.สืบค้น จาก:http://web.ku.ac.th/agri/somo2/index.html. [มี.ค 2552].

มลนิภา ศรีมาตรภิรมย์.2550. โรงงานอบไอน้ำเพื่อการส่งออก. คู่มืออารักขาพืช 13(1) : 2 หน้า.

มลนิภา ศรีมาตรภิรมย์. 2552.การจัดการความเสี่ยงศัตรูพืชด้วยวิธีการอบไอน้ำมะม่วงและมังคุดส่งออกไปประเทศญี่ปุ่น (ตอนที่1).เอกสารประกอบการประชุมสัมมนาการจัดการความเสี่ยงศัตรูพืชบนผัก ผลไม้ที่นำเข้าและส่งออก. 24-26 มิถุนายน 2552. สำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช กรมวิชาการเกษตร, กรุงเทพฯ. 43 หน้า.

มลนิภา ศรีมาตรภิรมย์. 2552. การอบไอน้ำมะม่วงและมังคุดสดจากประเทศไทยเพื่อการส่งออกไปญี่ปุ่น (ตอนที่ 2). เอกสารประกอบการประชุมสัมมนาการจัดการความเสี่ยงศัตรูพืชบนผัก ผลไม้ที่นำเข้าและส่งออก. 24-26 มิถุนายน 2552. สำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช กรมวิชาการเกษตร, กรุงเทพฯ. 66 หน้า.

วิกิพีเดีย สารานุกรมเสรี. 2555. มะละกอ. สืบค้นจาก: http://th.wikipedia.org/wiki/มะละกอ. [เม.ย. 2555].

ศูนย์นวัตกรรมเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. 2551. กำจัดแมลงวันทองด้วยความร้อนดันผลไม้ไทยโกอินเตอร์ฯ. สืบค้นจาก: http://www.phtnet.org/news51/view-news.asp?nID=86. [มี.ค 2552].

อุดร อุณหวุฒิ รัชฎา อินทรกำแหง สลักจิต พานคำ ชัยณรัตน์ สนศิริ มลนิภา ศรีมาตรภิรมย์ ชุติมา อ้อมกิ่ง และ จารุวรรณ จันทรา. 2549.การวิจัยพัฒนาวิธีกำจัดแมลงด้วยความร้อนสำหรับกำจัดแมลงวันผลไม้ในผลพริกหวานเพื่อส่งออกไปประเทศญี่ปุ่น. แบบเสนอโครงการวิจัย (Project Proposal) เพื่อขอรับทุนสนับสนุนการวิจัยจากกองทุนสนับสนุนงานวิจัยด้านการเกษตร กรมวิชาการเกษตร: กรุงเทพฯ. 31 หน้า.

อุดร อุณหวุฒิ สลักจิต พานคำ และ พิทวัฒน์ อ่อนทองหลาง. 2544 ก. ความทนทานต่อความร้อนของแมลงวันทองระยะไข่และหนอนในผลมังคุดต่อวิธีอบไอน้ำปรับสภาพความชื้นสัมพัทธ์. หน้า 45. *ใน*: รายงานความก้าวหน้า โครงการวิจัยพัฒนาวิธีกำจัดแมลงด้วยความร้อนสำหรับกำจัดแมลงวันทองในผลมังคุดเพื่อการส่งออก. สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัยแห่งชาติ. กรุงเทพฯ.

อุดร อุณหวุฒิ. 2541. วิธีกำจัดแมลงในผลไม้หลังการเก็บเกี่ยวด้วยอากาศร้อน. การกำจัดแมลงในผลไม้หลังการเก็บเกี่ยว. ฝ่ายกักกันพืช กองควบคุมพืชและวัสดุการเกษตร กรมวิชาการเกษตร. กรุงเทพฯ. หน้า 54.

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

Srimartpirom, M. 2010. The final report of thermal treatment for the disinfestations of fruit flies from Thailand. p 95. *In*: Report of the thermal treatment for the disinfestations of fruit flies. Naha Plant Protection Station, Ministry of Agriculture Forestry and Fisheries, Okinawa International Centre. Japan International Cooperation Agency, Japan.

Unahawutti, U., C. Chettanachitara, M. Poomthong, P. Konson, E. Smitasiri, C. Lapasathukool, W. Worawisitthumrong and R. Intarakumheng. 1986. Vapor heat treatment for 'Nang Klangwun' 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, M. Srimartpirom, C. Ormking, C. Sonsiri, J. Chantra and R. Intarakumheng. 2006. Development of Heated-Air Quarantine Treatment for Pummelo Infested with Oriental fruit fly (Diptera : Tephritidae). A report submitted to the Japanese Ministry of Agriculture, Forestry and Fisheries (MAFF) for approval of a quarantine treatment on Thai pummel to be exported to Japan, Plant Protection Research and Development Office, Department of Agriculture, Chattuchak, Bangkok 143 p.

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

White, I.M. and M.M. Elson-Harris. 1992. Fruit flies of economic significance : Their identification and bionomics. CAB International, Wallingford, UK 601 p.