

การพัฒนาสายพันธุ์แมลงวันผลไม้เพื่อใช้ในการจำแนกแมลงที่เป็นหมัน

*วนิช ลิ้มโอภาสมณี¹ ทศพล แทนรินทร์¹ จิตติมา คงรัตนอักษร¹ และสุชาดา เสกสรรค์วิริยะ¹

สถาบันเทคโนโลยีนิวเคลียร์แห่งชาติ (องค์การมหาชน) 9/9 ม. 7 อ.องครักษ์ จ.นครนายก 26120

โทร 037 392901-6 โทรสาร 037 392913 E-mail: wanitch_1@hotmail.com

บทคัดย่อ

การพัฒนาแมลงวันผลไม้สายพันธุ์หลังขาวที่ได้จากการแช่ไขในน้ำร้อนเพื่อใช้ในการตรวจสอบติดตามแมลงที่เป็นหมัน เป็นการพัฒนาเพื่อใช้ประเมินความสำเร็จของการควบคุมแมลงวันผลไม้โดยใช้แมลงที่เป็นหมันจากรังสี การทดลองนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของการเพาะเลี้ยงจำนวนมากต่อคุณภาพของแมลงวันผลไม้สายพันธุ์หลังขาว ประสิทธิภาพในการควบคุมประชากรแมลงในธรรมชาติ และประสิทธิภาพในการจำแนกแมลงที่เป็นหมันออกจากแมลงในธรรมชาติ ผลการทดลองพบว่า เมื่อเพาะเลี้ยงเป็นจำนวนมากโดยวิธีการมาตรฐาน จำนวนดักแด้ที่ได้ลดลงเมื่อเปรียบเทียบกับแมลงสายพันธุ์ปกติ แต่คุณภาพของแมลงดีขึ้น การปล่อยแมลงวันผลไม้สายพันธุ์หลังขาวที่เป็นหมันร่วมกับวิธีการอื่น ควบคุมแมลงวันผลไม้ในตำบลตรอกนอง อำเภอขลุง จังหวัดจันทบุรี พบว่าจำนวนแมลงวันผลไม้ในพื้นที่ลดลง 96.02 เปอร์เซ็นต์เมื่อเปรียบเทียบกับก่อนดำเนินการควบคุมแมลง และการใช้แมลงวันผลไม้สายพันธุ์หลังขาวในการตรวจสอบติดตามประชากรแมลง พบว่ามีความถูกต้องในการจำแนกแมลงที่เป็นหมันออกจากแมลงในธรรมชาติมากกว่าอย่างมีนัยสำคัญ ใช้เวลา และต้นทุนวัสดุน้อยกว่าวิธีการทำเครื่องหมายดักแด้ด้วยผงสีสะท้อนแสง

คำสำคัญ : แมลงวันผลไม้ เทคนิคการใช้แมลงที่เป็นหมัน แมลงวันผลไม้สายพันธุ์หลังขาว

Development of a Fruit Fly Strain for Sterile Fly Detection

*Wanitch Limohpasmanee¹, Thodsapol Tannarin¹, Titima Khongratarpon¹ and Suchada Segsarnviriya¹

Thailand Institute of Nuclear Technology (Public Organization)

9/9 Mu 7, Tambon Sai Mun, Ongkharak, Nakhon Nayok 26120

Phone: 037 392901-6, Fax: 037 392913, E-mail: wanitch_1@hotmail.com

Abstract

A white-striped oriental fruit fly strain, derived from hot-water treated eggs, was developed for sterile fly detection. It was applied to evaluate the effectiveness of fruit fly population control by releasing the radiation-induced sterile flies. The objectives of this reported set of experiments were to study the effects of mass rearing on the quality of white-striped oriental fruit flies, the effectiveness of controlling the wild fly population and the accuracy of detection of the released white-striped flies. It was found that mass rearing decreased the pupal yield but increased the pupal quality of white-striped flies comparing with normal flies. Controlling the wild fruit fly population by releasing sterile white-striped flies integrated with other control methods at Tambon Trok Nong,

Amphoe Khlung, Chanthaburi Province, could suppress the wild fruit fly population by 96.02 %. The use of white-striped oriental fruit flies yielded a higher detection accuracy upon releasing and reduced the operating time and costs when compared with the use of fluorescent dye marking approach.

Keywords: fruit fly, sterile insect technique, white-striped oriental fruit fly

1. บทนำ

แมลงวันผลไม้เป็นแมลงศัตรูที่สำคัญของไม้ผลในประเทศไทย นอกจากหนอนแมลงวันผลไม้ที่ฟักออกมาจะกัดกินภายในผลไม้ทำให้เน่าเสียแล้วยังก่อให้เกิดปัญหาต่างประเทศกีดกันไม่ให้นำเข้าผลไม้จากประเทศไทย ยกเว้นผลไม้ที่ผ่านการกำจัดแมลงทางกักกันพืช เช่น การอบไอน้ำ การฉายรังสี การรมด้วยสารเคมี¹ การควบคุมแมลงวันผลไม้ในพื้นที่กว้างโดยใช้แมลงที่เป็นหมันร่วมกับวิธีการอื่น เป็นวิธีการควบคุมแมลงเชิงรุกตั้งแต่ในแปลงปลูกที่ใช้ได้ผลในหลายประเทศ เช่น สหรัฐอเมริกา (ฟลอริดา) เม็กซิโก ออสเตรเลีย อาร์เจนตินา เปรู ชิลี อิสราเอล² ในประเทศไทยได้ดำเนินการควบคุมแมลงวันผลไม้โดยวิธีนี้หลายแห่ง เช่น ที่คอกอย่างขาง จ.เชียงใหม่ อ.ปากช่อง จ.นครราชสีมา อ.ปากท่อ จ.ราชบุรี อ.บ้านฉาง จ.ระยอง อ.สาทเหล็ก จ.พิจิตร และ อ.ขลุง จ.จันทบุรี พบว่าสามารถลดความเสียหายจากแมลงวันผลไม้ได้มาก³

การควบคุมแมลงโดยใช้เทคนิคการปล่อยแมลงที่เป็นหมันผสมผสานกับวิธีการอื่น ต้องตรวจสอบติดตามจำนวนแมลงในธรรมชาติและแมลงที่เป็นหมันที่ปล่อยไป เพื่อจำแนกแมลงที่เป็นหมันออกจากแมลงในธรรมชาติอาจทำเครื่องหมายแมลงที่ปล่อยด้วยการผสมสีในอาหารให้แมลงกินหรือคลุกดักแด้หรือตัวเต็มวัยด้วยผงสีสะท้อนแสง (fluorescent dye)⁴ หรือพัฒนาสายพันธุ์แมลงให้มีลักษณะแตกต่างจากแมลงในธรรมชาติ (genetic-marker strain) เช่น Mediterranean fruit fly *Ceratitis capitata* (Wiedemann) สายพันธุ์ *Sergeant* (Sr^2) ที่มีสีตัวเต็มวัยแตกต่างจากแมลงในธรรมชาติ^{5,6} กลุ่มวิจัยและพัฒนาชีวเคมีฯ สถาบันเทคโนโลยีนิวเคลียร์แห่งชาติจึงพัฒนาแมลงวันผลไม้ (oriental fruit fly, *Bactrocera dorsalis* (Hendel)) สายพันธุ์หลังขาว⁷ เพื่อใช้ในการตรวจสอบติดตาม การทดลองนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาเปรียบเทียบผลของการเพาะเลี้ยงจำนวนมากต่อคุณภาพของแมลงวันผลไม้สายพันธุ์หลังขาวและสายพันธุ์ปกติ ประสิทธิภาพในการควบคุมประชากรแมลงในธรรมชาติที่ตำบลตรอกนอง อำเภอลำลูกเกด จังหวัดจันทบุรี และประสิทธิภาพในการจำแนกแมลงที่เป็นหมันออกจากแมลงในธรรมชาติ

2. วัสดุอุปกรณ์และวิธีการ

1. สายพันธุ์แมลงวันผลไม้

แมลงวันผลไม้สายพันธุ์ปกติได้จากการรวบรวมหนอนในผลไม้ที่ถูกทำลาย จากตำบลตรอกนอง อำเภอขลุง จังหวัดจันทบุรี มาเลี้ยงขยายพันธุ์ด้วยอาหารเทียมสูตรรำข้าวสาลี⁸ ที่อุณหภูมิ 27 ± 1 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ (RH) 80 – 95 เปอร์เซ็นต์ ในโรงเพาะเลี้ยงแมลงวันผลไม้ สถาบันเทคโนโลยีนิวเคลียร์แห่งชาติ (องค์การมหาชน) แมลงเหล่านี้มีแถบด้านบนและข้างส่วนอกเป็นสีเหลือง

แมลงวันผลไม้สายพันธุ์หลังขาวได้จากการแช่ไข่แมลงวันผลไม้ธรรมชาติ ในระยะ early embryogenesis (แรกเกิด - 16 ชั่วโมง) ในน้ำร้อน 34 องศาเซลเซียส นาน 16 ชั่วโมง แล้วนำหนอนที่ฟักออกมาเลี้ยงในอาหารเทียมสูตรรำข้าวสาลี เมื่อแมลงออกเป็นตัวเต็มวัยให้ผสมพันธุ์กันเองและคัดเลือกแมลงวันผลไม้หลังขาวตั้งแต่รุ่นที่ 2 ให้ผสมพันธุ์กันเองจนได้สายพันธุ์แมลงบริสุทธิ์ (รุ่นที่ 7) มาใช้เป็นพ่อแม่พันธุ์ แมลงเหล่านี้มีแถบด้านบนและข้างส่วนอกเป็นสีขาว

2. การเพาะเลี้ยงแมลงวันผลไม้สายพันธุ์หลังขาวในโรงเพาะเลี้ยง

ทดลองเลี้ยงแมลงวันผลไม้หลังขาวรุ่นที่ 47 เปรียบเทียบกับแมลงวันผลไม้ปกติ ในโรงเพาะเลี้ยงแมลง โดยเลี้ยงตัวเต็มวัยแมลงวันผลไม้ในกรงลวดตาข่ายในห้องควบคุมอุณหภูมิ 27 องศาเซลเซียสและความชื้นสัมพัทธ์ 60 เปอร์เซ็นต์ แต่ละกรง 68,000 ตัว ให้ยีสต์ไฮโดรไลเซตผสมกับน้ำตาลทรายและน้ำเป็นอาหาร เลี้ยงตัวเต็มวัยในห้องนี้ประมาณ 4 สัปดาห์แล้วนำตัวเต็มวัยชุดใหม่เข้ามาทดแทนทุกสัปดาห์ ตัวเต็มวัยเพศเมียอายุประมาณ 10 วัน จะเริ่มเก็บไข่โดยใช้น้ำฝรั่งกระตุ้นให้แมลงวางไข่

เลี้ยงหนอนใส่อาหารเทียมสูตรรำข้าวสาลี ในห้องควบคุมอุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส ในช่วงวันที่ 1 - 3 และในวันที่ 4 ปรับอุณหภูมิเป็น 20 องศาเซลเซียส เมื่อหนอนอายุ 7 วัน ฉีดน้ำไปกระตุ้นให้หนอนออกจากอาหารเทียมมาตกในถาดที่รองรับด้านล่างแล้วแยกหนอนมาใส่ในจี้เกลือเพื่อให้หนอนเข้าดักแด้และนำไปไว้ในห้องควบคุมอุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 80 เปอร์เซ็นต์

เมื่อดักแด้อายุ 6 วัน ที่อยู่ในจี้เกลือออกมาแยกดักแด้โดยใช้เครื่องแยกดักแด้ เมื่อได้ดักแด้แล้วดวงดักแด้จำนวน 3 ลิตรใส่ในถาดตะแกรงและนำไปใส่ในชั้นวางดักแด้ที่อุณหภูมิในช่วง 20 – 27 องศาเซลเซียส เพื่อให้ดักแด้มีสีดาเป็นสีน้ำตาลเข้มพร้อมกันหมดในช่วงฉายรังสีทำหมัน

ตรวจสอบระยะไข่ เปอร์เซ็นต์ไข่ฟัก ระยะหนอน เปอร์เซ็นต์การเข้าดักแด้ ขนาดและน้ำหนักดักแด้ เปอร์เซ็นต์การออกเป็นตัวเต็มวัย เปอร์เซ็นต์การบิน และอัตราเพศผู้ต่อเพศเมีย วางแผนการ

ทดลองแบบ completely randomized design (CRD) โดยทำการทดลอง 10 ซ้ำ และวิเคราะห์ข้อมูลด้วยวิธี analysis of variance (ANOVA)

3. การฉายรังสีทำห้หม่นแมลงวันผลไม้

นำดักแด้อายุ 1 วัน ก่อนออกเป็นตัวเต็มวัย (ตาเป็นสีน้ำตาลเข้ม) บรรจุในถุงพลาสติกถุงละ 800 ลูกบาศก์เซนติเมตรหรือประมาณ 32,000 ตัว แล้วนำไปฉายรังสีด้วยเครื่องฉายรังสี Gamma Chamber 5000 (Board of Radiation and Isotope Technology ประเทศอินเดีย) ที่ปริมาณรังสี 90 เกรย์ แล้วใส่ในตะกร้าพลาสติกที่รองพื้นด้วยแผ่นฟองน้ำ ขนส่งไปปล่อยในพื้นที่ควบคุมแมลงวันผลไม้ โดยใช้รห้องเย็นที่ควบคุมอุณหภูมิที่ 20 องศาเซลเซียส

4. การควบคุมแมลงวันผลไม้ ที่ตำบลตรอกนอง อำเภอขลุง จังหวัดจันทบุรี

ดำเนินการร่วมกับผู้นำชุมชนและเกษตรกรควบคุมแมลงวันผลไม้ในพื้นที่โดยวิธีการใช้กับดักเหยื่อพิษ กำจัดพืชอาศัย และปล่อยแมลงวันผลไม้ที่เป็นหม่น โดยปล่อยแมลงที่เป็นหม่นด้วยรังสีในพื้นที่ควบคุมสัปดาห์ละ 5 ล้านตัว ตั้งแต่ปลายเดือนเมษายนจนถึงเดือนกันยายน ประมาณ 44 ครั้ง หรือประมาณ 190 ล้านตัว โดยใช้รถยนต์ปล่อยตัวเต็มวัยอายุ 1 – 2 วันอย่างสม่ำเสมอทั่วทั้งพื้นที่

5. การศึกษาประสิทธิภาพในการจำแนกแยกแมลงที่เป็นหม่นกับแมลงในธรรมชาติ

นำซากตัวเต็มวัยแมลงวันผลไม้ที่ทำเครื่องหมายโดยการคลุกดักแด้ด้วยผงสีสะท้อนแสงมา รวมกับซากตัวเต็มวัยที่ได้จากในธรรมชาติในอัตรา 150/350, 200/300, 250/250, 300/200 และ 350/150 แล้วนำมาให้ผู้ตรวจสอบ 4 คนจำแนกแมลงที่ทำเครื่องหมายโดยวิธี acetone technique บันทึกระยะเวลาและความถูกต้องในการจำแนกของผู้ตรวจสอบแต่ละคน

นำซากตัวเต็มวัยแมลงวันผลไม้สายพันธุ์หลังขาวมา รวมกับซากตัวเต็มวัยที่ได้จากในธรรมชาติในอัตรา 150/350, 200/300, 250/250, 300/200 และ 350/150 แล้วนำมาให้ผู้ตรวจสอบ 4 คนจำแนกแมลงที่ทำเครื่องหมายโดยวิธีตรวจนับโดยตรง บันทึกระยะเวลาและความถูกต้องในการจำแนกของผู้ตรวจสอบแต่ละคน

วางแผนการทดลองแบบ CRD โดยทำการทดลอง 4 ซ้ำ และวิเคราะห์ข้อมูลด้วยวิธี ANOVA

4. ผลการทดลองและวิจารณ์

1. การเพาะเลี้ยงแมลงวันผลไม้สายพันธุ์หลังขาวในโรงเพาะเลี้ยง

การเพาะเลี้ยงแมลงวันผลไม้หลังขาวในโรงเพาะเลี้ยงแสดงในตารางที่ 1 พบว่าจำนวนผลผลิตดักแด้ที่ได้ต่ออาหารเทียม 1 กิโลกรัมของแมลงวันผลไม้สายพันธุ์หลังขาวต่ำกว่าแมลงวัน

ผลไม้ปึกคดียังมีนัยสำคัญ แต่คุณภาพของแมลงที่ผลิต เช่น เพอร์เซ็นต์ไข่ฟัก น้ำหนักคักแด่ เพอร์เซ็นต์การออกเป็นตัวเต็มวัย เพอร์เซ็นต์การบิน ของแมลงวันผลไม้สายพันธุ์หลังขาวไม่แตกต่างจากแมลงวันผลไม้ปึกดี อัตราส่วนเพศผู้ต่อเพศเมียและอัตราการอยู่รอดภายใต้สภาวะกดดันของแมลงวันผลไม้สายพันธุ์หลังขาวสูงกว่าแมลงวันผลไม้ปึกคดียังมีนัยสำคัญ

Table 1 Production and quality of the white-striped oriental fruit flies in mass-rearing facility

	Fruit fly strain			Fruit fly strain	
	White-striped	Normal		White-striped	Normal
Pupal production (No. pupae/1 kg diet.)	5304.42*	6658.41			
Quality control					
Egg hatch (%)	67.23	65.49	% Mortality under stress at 48 h, male	32.77*	64.21
Pupal weight (g/10 cc.)	12.2698	12.0149	% Mortality under stress at 72 h, male	96.87*	98.79
Eclosion (%)	94.41	93.78	% Mortality under stress at 48 h, female	35.29*	62.76
Flight ability (%)	95.08	93.15	% Mortality under stress at 72 h, female	96.16*	99.04
Sex ratio (M/F)	1.0320*	0.9916			

*statistically different from the normal fly

2. การควบคุมแมลงวันผลไม้ ที่ตำบลตรอกนอง อำเภอขลุง จังหวัดจันทบุรี

ในปี 2553 ได้ขายรังสีทำหมันและนำแมลงไปปล่อยที่ตำบลตรอกนอง อำเภอขลุง จังหวัดจันทบุรี ทั้งหมด 44 ครั้ง เป็นจำนวน 190,000,000 ตัว

ผลการควบคุมแมลงวันผลไม้โดยวิธีการปล่อยแมลงที่เป็นหมันร่วมกับวิธีการอื่น ในช่วงปี 2553 ที่ตำบลตรอกนองแสดงใน Fig. 1 พบว่าจำนวนแมลงลดลง 96.02 เพอร์เซ็นต์เมื่อเปรียบเทียบกับก่อนการควบคุมกำจัดในปี 2550 และลดลง 20.47 เพอร์เซ็นต์เมื่อเปรียบเทียบกับพื้นที่ใกล้เคียงที่ไม่ได้ควบคุมกำจัดแมลง ส่วนอัตราส่วนของแมลงที่เป็นหมันต่อแมลงในธรรมชาติแสดงไว้ใน Fig. 2 พบว่าอัตราส่วนเพิ่มขึ้นตั้งแต่เดือนพฤษภาคมจนถึงจุดสูงสุดในเดือนกรกฎาคม แล้วค่อย ๆ ลดลงทั้งในพื้นที่ควบคุมและพื้นที่แนวกัน เพอร์เซ็นต์การทำลายของแมลงวันผลไม้ในชมพู ฝรั่ง และมะม่วง

ลดลงจาก 82.86, 100 และ 21.05 ในปี 2550 มาเป็น 40.34, 87.95 และ 5.28 ในปี 2553 แต่ส้มจัด มะไฟ กระท้อน เงาะ ลองกอง ไม่พบการทำลายของแมลงวันผลไม้เลย

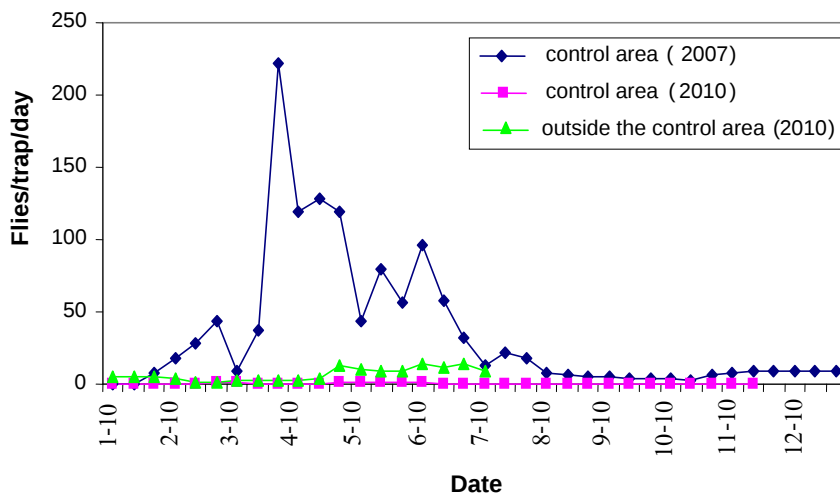


Fig. 1 Comparison of the population fluctuation of *Bactrocera dorsalis* (Hendel) before and after the control of fruit fly, in and outside the control area

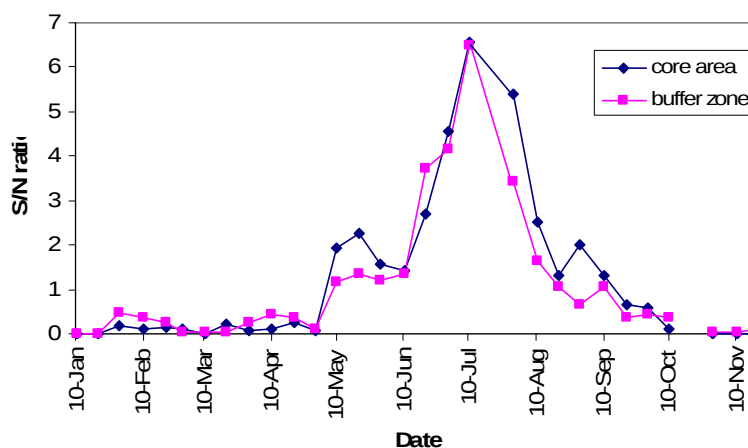


Fig. 2 Sterile to normal flies ratios in monitor traps at Tambon Trok Nong in 2010

3. การศึกษาประสิทธิภาพในการจำแนกแยกแมลงที่เป็นหมันกับแมลงในธรรมชาติ

การเปรียบเทียบความถูกต้องในการจำแนกแยกแมลงที่เป็นหมันกับแมลงในธรรมชาติ ของ การทำเครื่องหมายด้วยผงสีสะท้อนแสงกับการใช้แมลงวันผลไม้สายพันธุ์หลังขาว (morphological marker) แสดงไว้ในตารางที่ 2 พบว่าการใช้แมลงวันผลไม้สายพันธุ์หลังขาวมีความถูกต้องเฉลี่ย 94.96 เปอร์เซ็นต์มากกว่าการทำเครื่องหมายแมลงด้วยผงสีสะท้อนแสงซึ่งมีความถูกต้องเฉลี่ย 60.28

เปอร์เซ็นต์และใช้เวลาเฉลี่ย 3.5 ชั่วโมง ในขณะการจำแนกแยกโดยตรวจสอบด้วยวิธี acetone technique ใช้เวลาเฉลี่ย 27 ชั่วโมง

Table 2 Comparison of the effectiveness of sterile flies detection between the fluorescent dye marking method and the morphological marker

Detectors	Accuracy (%)		Detection time (h)	
	Method I	Method II	Method I	Method II
1	56.75*	95.36	24*	4
2	68.93*	97.25	27*	3
3	70.25*	97.75	32*	3
4	45.22*	89.46	25*	4

Method I : Fluorescent dye marking

Method II : Morphological marker

5. สรุป

การเพาะเลี้ยงแมลงวันผลไม้หลังขาวในระบบเพาะเลี้ยงให้ได้จำนวนมาก พบว่าผลผลิตดักแด้ที่ได้ต่ออาหารเทียม 1 กิโลกรัมลดลง แต่คุณภาพของดักแด้ เช่น เปอร์เซ็นต์ไข่ฟัก น้ำหนักดักแด้ เปอร์เซ็นต์การออกเป็นตัวเต็มวัย เปอร์เซ็นต์การบิน อัตราการอยู่รอดภายใต้สภาวะกดดันสูงขึ้น

การควบคุมแมลงวันผลไม้โดยวิธีการปล่อยแมลงที่เป็นหมันร่วมกับวิธีการอื่น ในช่วงปี 2553 ที่ ตำบลตรอกนองทำให้จำนวนแมลงลดลง 96.02 เปอร์เซ็นต์เมื่อเปรียบเทียบกับก่อนการควบคุมกำจัดในปี 2550 และลดลง 20.47 เปอร์เซ็นต์เมื่อเปรียบเทียบกับพื้นที่ใกล้เคียงที่ไม่ได้ควบคุมกำจัดแมลง

การใช้แมลงวันผลไม้สายพันธุ์หลังขาวในการจำแนกแมลงที่เป็นหมันออกจากแมลงในธรรมชาติ พบว่ามีความถูกต้องมากกว่าและใช้เวลาน้อยกว่าวิธีการทำเครื่องหมายดักแด้ด้วยผงสีสะท้อนแสง

6. เอกสารอ้างอิง

1. มานนท์ สุตันทวงษ์. 2542. การใช้รังสีกำจัดแมลงในผลไม้และผัก. เอกสารประกอบการฝึกอบรมการใช้รังสีควบคุมและกำจัดแมลง. วันที่ 29 มีนาคม – 2 เมษายน 2542. สำนักงานพลังงานปรมาณูเพื่อสันติ. 15 น.
2. Klassen, W. and C.F. Curtis. 2005. History of the sterile insect technique, pp. 3 – 36 in V.D. DYCK J. Hendrichs and A.S. Robinson (eds.), Sterile Insect Technique. Springer Press, Netherland.
3. มานนท์ สุตันทวงษ์. 2542. การควบคุมและกำจัดแมลงโดยเทคนิคการใช้แมลงที่เป็นหมัน. เอกสารประกอบการฝึกอบรมการใช้รังสีควบคุมและกำจัดแมลง. วันที่ 29 มีนาคม – 2 เมษายน 2542. สำนักงานพลังงานปรมาณูเพื่อสันติ. 17 น.
4. Hagler, J. R., and C. G. Jackson. 2001. Methods for marking insects: Current techniques and future prospects. Annu. Rev. Entomol. 46:511-543
5. Niyazi, N., Caceres, C., Delprat, A., Wornoyaporn, V., Ramirez Santos, E., Franz., and A.S. Robinson. 2005. Genetics and mating competitiveness of *Ceratitis capitata* (Diptera: Tephritidae) strains carrying the marker Sergeant, Sr2. Annals of the Entomological Society of America 98 : 119-125.
6. Alphey, L. S. 2007. Engineering Insect for the Sterile Insect Technique. Area-Wide Control of Insect Pests. IAEA, 51-60.
7. Poramarcom, R. 1992. A New Eye Mutant, apricot, of the Oriental fruit fly, *Bactrocea dorsalis* (Hendel)(Diptera: Tephritidae), and its Mating Preference. Hawaiian Entomological Society, Vol. 31 :165-169.
8. มานนท์ สุตันทวงษ์. 2542. การเพาะเลี้ยงแมลงให้ได้จำนวนมาก. เอกสารประกอบการฝึกอบรมการใช้รังสีควบคุมและกำจัดแมลง. วันที่ 29 มีนาคม – 2 เมษายน 2542. สำนักงานพลังงานปรมาณูเพื่อสันติ. 17 น.