# การแก้ไขปัญหาหนอนหัวดำมะพร้าวโดยวิธีการฉีดสารเข้าต้น

# Coconut Black-headed Caterpillar; *Opisina arenosella* (Walker) Problem; Solving by Trunk Injection

สุเทพ สหายา [1] ประภัสสรา พิมพ์พันธุ์ [2] ลมัย ชูเกียรติวัฒนา [2] วะนิดา สุขประเสริฐ [2]
วีระสิงห์ แสงวรรณ [2] ยงยุทธ ไผ่แก้ว [2] พวงผกา อ่างมณี [1] พฤทธิชาติ ปุญวัฒโท [1]
วรวิช สุดจริตธรรมจริยางกูร [1] สุภางคนา ถิรวุธ [1] สุชาดา สุพรศิลป์ [1]
นลินา พรมเกศา [1] สรรชัย เพชรธรรมรส [1] สิริวิภา พลตรี [1]

Sutep Sahaya [1] Prapassara Pimpan [2] Lamai Chukiatwatana [2] Wanida Sukprasert [2]
Weerasing Saengwan [2] Yongyuth Phaikaew [2] Phuangphakha Angmani [1] Phrutthichat Boonyawattho [1]
Worrawich Sootjaritthamjariyangkoon [1] Suphangkhana Thirawut [1] Suchada Supornsilph [1]
Nalina Phromkesa [1] Sulchai Phetthammarot [1] Siriwipha Pholtree [1]

## ABSTRACT

Black - headed caterpillar, *Opisina arenosella* (Walker) has severely affected the coconut yield in Thailand. Previous management recommendations by the Department of Agriculture and the Department of Agricultural Extension were to remove affected leaves, spray *Bacillus thuringiensis* and release parasitoid larvae, *Bracon* sp. but the problem still persists. A new application technique, trunk injection, was tested for control of this insect. The objective is to break the life cycle of severe damage followed by integrated pest management. The five insecticides tested were flubendiamide 20%WG, chlorantraniliprole 5.17%SC, emamectin benzoate 1.92%EC, abamectin 1.8%EC and acephate 75%SP, were applied as tree trunk injections. The experiment was arranged in RCB with 4 replications and carried out on trees of varying heights (averaging 12.0 and 18.1 meters), at two locations (Amphoe Maung and Amphoe Thab Sakhae, Prachuab Khirikhan Province) during May 2012 to May 2013. The insecticides were injected into two holes, 10 centimeter deep by drilling downwards at an angle of 45$^{o}$, about one meter above ground level. Assessment of the population of live larva was done before and at 15, 30, 60 and 90 days after injection by examining 20 leaflets per tree. CRD with 4 replications bioassay were conducted on leaflet samples from treated and untreated trees, 10 larvae per replications were fed at 15, 30, 60 and 90 days after treatment. The results showed that emamectin benzoate 1.92%EC at the rate of 50

[1] สำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช กรมวิชาการเกษตร (Plant Protection Research and Development Office)

[2] สำนักวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร กรมวิชาการเกษตร (Agricultural Production Sciences Research and Development Office)

milliliters per tree was the most effective in black-headed caterpillar control, followed by emamectin benzoate 1.92%EC at the rate of 30 milliliters per tree. The residue of emamectin benzoate in kernel and nut water were undetected in all samples except in only one sample from the lowest coconut tree which was 8.6 meter high, at 0.0017 ppm. The Council of Ministers approved the Ministry of Agriculture and Cooperatives to use this method in the Area Wide coconut pest management (Black-headed caterpillar) Project in Prachuab Khirikhan Province headed by the Department of Agricultural Extension.

**Keyword**: Coconut, Black-headed caterpillar, *Opisina arenosella*, Trunk injection

## บทคัดย่อ

ปัญหาการระบาดรุนแรงของหนอนหัวดำมะพร้าว ทำให้ผลผลิตมะพร้าวลดลง ส่งผลกระทบต่อเกษตรกร รวมทั้งอุตสาหกรรมที่เกี่ยวข้อง การแก้ไขปัญหาเบื้องต้นแนะนำให้ตัดทางใบมะพร้าวพ่นเชื้อบาซิลลัส ทูรินเจนซิส ตามคำแนะนำของกรมวิชาการเกษตร รวมทั้งการปล่อย แตนเบียน บราคอน ของกรมส่งเสริมการเกษตร แต่ไม่สามารถแก้ไขปัญหาได้ จึงดำเนินการทดสอบ เทคนิคการใช้สารโดยวิธีฉีดสารเข้าต้น (Trunk injection) โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อหาวิธีการตัดวงจรชีวิต ของหนอนหัวดำมะพร้าว *Opisina arenosella* Walker ในช่วงที่มีการระบาดรุนแรง จนกว่าสถานการณ์ การระบาดลดลง ค่อยนำเอาวิธีการอื่นๆ เข้าไปดำเนินการป้องกันกำจัดโดยวิธีผสมผสาน ทำการทดลองระหว่าง เดือนพฤษภาคม 2555 ถึงพฤษภาคม 2556 จำนวน 2 การทดลอง ที่อำเภอเมือง และอำเภอทับสะแก จังหวัดประจวบคีรีขันธ์ ความสูงมะพร้าวเฉลี่ย 12.0 และ 18.1 เมตร ตามลำดับ วางแผนการทดลอง แบบ RCB 4 ซ้ำ 7 กรรมวิธี ได้แก่ การใช้สาร flubendiamide 20%WG อัตรา 5 กรัม/ต้น chlorantraniliprole 5.17%SC อัตรา 20 มิลลิลิตร/ต้น emamectin benzoate 1.92%EC อัตรา 30 และ 50 มิลลิลิตร/ต้น abamectin 1.8%EC อัตรา 30 มิลลิลิตร/ต้น acephate 75%SP อัตรา 35 กรัม/ต้น และการไม่ใช้สาร ทำการเจาะลำต้นมะพร้าวสูงจากพื้นดินประมาณ 1 เมตร เอียงทำมุม 45 องศา จำนวน 2 รู ขนาดกว้าง 5 หุน ลึก 10 เซนติเมตร แล้วใส่สารตามกรรมวิธี ประเมินผล โดยตรวจนับ หนอนและรอยทำลายบนต้นมะพร้าวที่ทดลอง และทดสอบอัตราการตายของหนอนหัวดำโดยวิธี Bio-assay หลังการใช้สาร 15, 30, 60 และ 90 วันโดยทำการเก็บใบมะพร้าวที่ใช้สารให้หนอนกิน วางแผน แบบ CRD 4 ซ้ำ ใช้หนอน 10 ตัว/ซ้ำ ผลการการทดลองสรุปได้ว่า การใช้สาร emamectin benzoate อัตรา 50 มิลลิลิตร/ต้น มีประสิทธิภาพสูงสุด รองลงมาคือการใช้สาร emamectin benzoate อัตรา 30 มิลลิลิตร/ต้น ผลการวิเคราะห์พิษตกค้างพบว่า ตรวจไม่พบสารพิษตกค้างของสาร emamectin benzoate ทั้งในเนื้อและน้ำมะพร้าว ยกเว้นตัวอย่างน้ำมะพร้าวในต้นที่ต่ำที่สุดในการทดลอง (8.6 เมตร) เพียงตัวอย่างเดียวและพบน้อยมากเท่ากับ 0.0017 มิลลิกรัม/ลิตร (ppm) ซึ่งเป็นค่าที่ปลอดภัย ซึ่งผลงานวิจัยกระทรวงเกษตรและสหกรณ์ นำผลงานไปใช้ประโยชน์ ในโครงการควบคุมและกำจัดศัตรูมะพร้าว

(หนอนหัวดำ) แบบครอบคลุมพื้นที่ คณะรัฐมนตรีได้อนุมัติให้ดำเนินการในพื้นที่นำร่อง ที่จังหวัดประจวบคีรีขันธ์ โดยมีกรมส่งเสริมการเกษตร เป็นผู้รับผิดชอบโครงการ

**คำหลัก**: มะพร้าว, หนอนหัวดำมะพร้าว, ฉีดสารเข้าต้น

## คำนำ

สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร รายงานในปี 2553 ประเทศไทยมีพื้นที่ปลูกมะพร้าวทั้งหมด 1,449,807 ไร่ ปัจจุบันมีพื้นที่ให้ผลจำนวน 1,443,439 ไร่ และผลผลิตรวมทั้งหมดจำนวน 1,298,147 ตัน จังหวัดที่มีพื้นที่ปลูกมะพร้าวมากที่สุดคือ จังหวัดประจวบคีรีขันธ์ จำนวน 432,261ไร่ (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2553)

หนอนหัวดำมะพร้าว (Coconut black-headed caterpillar; *Opisina arenosella* Walker) ตัวเต็มวัยเป็นผีเสื้อกลางคืนขนาดยาวประมาณ 1- 1.2 เซนติเมตร ปีกสีเทาอ่อน มีจุดสีเทาเข้มที่ปลายปีก ผีเสื้อเพศเมียมีขนาดใหญ่กว่าเพศผู้เล็กน้อย ระยะหนอน 32 -48 วัน มีการลอกคราบ 6 - 10 ครั้ง หนอนจะกัดแทะผิวใบแก่และสร้างใยถักพันโดยใช้มูลที่ถ่ายออกมาผสมกับเส้นใยที่สร้างขึ้นทำเป็นอุโมงค์ยาวตามแนวของใบมะพร้าวคล้ายทางเดินของปลวก ตัวหนอนที่โตเต็มที่จะถักใยหุ้มลำตัวอีกครั้ง และเข้าดักแด้อยู่ภายในอุโมงค์ ดักแด้มีสีน้ำตาลเข้ม (กรมส่งเสริมการเกษตร, 2554)

ปัจจุบันพื้นที่เพาะปลูก และผลผลิตมะพร้าวมีแนวโน้มลดลงอย่างต่อเนื่อง เนื่องจากประสบปัญหาแมลงศัตรูมะพร้าวระบาด โดยเฉพาะหนอนหัวดำ และพื้นที่การระบาดยังขยายวงกว้างขึ้นอย่างรวดเร็ว มีรายงานว่าหนอนหัวดำมะพร้าวเป็นแมลงศัตรูมะพร้าวที่สำคัญและเคยระบาดรุนแรงในประเทศอินเดีย และศรีลังกา สิงคโปร์ มีรายงานการฉีดสารเข้าต้น (Trunk injection) ป้องกันกำจัดแมลงดำหนาม หนอนหัวดำ หรือด้วงแรดมะพร้าว ในหลายประเทศ เช่น อินเดีย ศรีลังกา สิงคโปร์ มาเลเซีย และฟิลิปปินส์ (Kanagaratnam and Pinto, 1985; Shivashankar *et al*, 2000 ; He *et al* ,2005 ; Varca and Fabro, 2008)

จากการทดลองเบื้องต้นโดยใช้สารหลายชนิด เช่น imidacloprid, dinotefuran, clothianidin, thiamethoxam, pirimiphos methyl, emamectin benzoateและ acephate ที่ อ.ทับสะแก จ.ประจวบคีรีขันธ์ พบว่าสารที่มีแนวโน้มว่ามีประสิทธิภาพกำจัดหนอนหัวดำด้วยวิธี Trunk injection ได้แก่ สาร emamectin benzoate และ acephate อย่างไรก็ตามสาร acephate เป็นสารเคมีที่กลุ่มประเทศสหภาพยุโรปประกาศห้ามใช้ (Anonymous, 2012 a) อีกทั้งสารชนิดนี้ยังเป็นอนุพันธ์ของสาร methamidophos หลังจากการใช้สารจะสลายตัวเป็น methamidophos ดังนั้นจึงทดลองหาสารที่มีฤทธิ์ดูดซึมมาทดสอบโดยใช้สาร acephate เป็นสารเปรียบเทียบ เพื่อหาทางแก้ไขปัญหาในระยะวิกฤติและหาวิธีจัดการใช้สารเคมีที่เหมาะสม สามารถผสมผสานร่วมกับวิธีการปล่อยศัตรูธรรมชาติ และแนะนำให้นักวิชาการ เจ้าหน้าที่ส่งเสริม ธุรกิจเอกชนที่เกี่ยวข้อง ตลอดจนเกษตรกรต่อไป

**วัตถุประสงค์**

1. เพื่อทราบประสิทธิภาพวิธีการป้องกันกำจัดหนอนหัวดำมะพร้าว โดยวิธีฉีดสารเข้าต้นมะพร้าว
2. เพื่อทราบข้อมูลพิษตกค้างของสารในเนื้อและน้ำมะพร้าว
3. เพื่อหาวิธีการตัดวงจรชีวิตของหนอนหัวดำมะพร้าวในช่วงที่มีการระบาดรุนแรง
4. เพื่อหาวิธีการใช้สารเคมีที่เหมาะสม สามารถใช้ผสมผสานกับวิธีป้องกันกำจัดโดยชีววิธี

## อุปกรณ์และวิธีการ

**การทดลองที่ 1 การทดสอบประสิทธิภาพสารป้องกันกำจัดหนอนหัวดำมะพร้าวโดยวิธี Trunk injection**

**วิธีการ**

**ขั้นตอนที่ 1 การทดสอบประสิทธิภาพสารป้องกันกำจัดหนอนหัวดำมะพร้าวโดยวิธี Trunk injection**

วางแผนการทดลองแบบ RCB มี 4 ซ้ำ 7 กรรมวิธี คือการเจาะลำต้นมะพร้าว 2 รู แล้วใส่สารฆ่าแมลงชนิดและอัตราต่างๆ ดังนี้

| | |
|---|---|
| 1. flubendiamide (Takumi 20%WG) | อัตรา 5 กรัม/ต้น |
| 2. chlorantraniliprole (Prevathorn 5.17%SC) | อัตรา 20 มิลลิลิตร/ต้น |
| 3. emamectin benzoate (Proclaim 1.92%EC) | อัตรา 30 มิลลิลิตร/ต้น |
| 4. emamectin benzoate (Proclaim 1.92%EC | อัตรา 50 มิลลิลิตร/ต้น |
| 5. abamectin (Abamectin 1.8%EC) | อัตรา 30 มิลลิลิตร/ต้น |
| 6. acephate (Acephate 75%SP) | อัตรา 35 กรัม/ต้น |

7 . ไม่ใช้สารฆ่าแมลง

สำรวจการระบาดของหนอนหัวดำมะพร้าวในแปลงเกษตรกร โดยแบ่งแปลงทดลองแบบ RCB ใช้ต้นมะพร้าว 2 ต้น/ซ้ำ

ใช้สว่านที่ดัดแปลงจากเครื่องตัดหญ้า (ส่วนปลายตัดส่วนใบพัดออก แล้วดัดแปลงใส่ดอกสว่านแทน) ทำการเจาะต้นมะพร้าวสูงจากพื้นดินประมาณ 1 เมตร โดยใช้ดอกสว่านขนาด 4-5 หุน ทำการเจาะต้นละ 2 รู ตรงข้ามกัน เอียงทำมุม 45 องศา ความลึกประมาณ 10 เซ็นติเมตร

ใส่สารฆ่าแมลงตามกำหนดโดยแบ่งใส่ครึ่งหนึ่งของอัตราที่กำหนดต่อ 1 รู กรณีสารที่เป็นของเหลวใส่แบบเข้มข้น ส่วนสารแบบผงละลายน้ำให้เข้ากันแล้วแบ่งใส่ 2 รูเช่นกัน หลังใส่สารใช้ดินน้ำมันตัดให้ได้ขนาดประมาณ 1 ลูกบาศก์นิ้ว อุดตรงรูทันทีเพื่อป้องกันแรงดันที่จะทำให้สารไหลย้อนออกมา

ทำการสุ่มตัดใบมะพร้าว เพื่อตรวจนับหนอนหัวดำมะพร้าวและรอยทำลาย ต้นละ 20 ใบย่อย จาก 4 ทิศ ก่อนการใช้สาร และหลังการใช้สารที่ 15, 30, 60 และ 90 วัน

**ขั้นตอนที่ 2 ศึกษาการตกค้างของสารฆ่าแมลงในใบมะพร้าวและความเป็นพิษต่อหนอนหัวดำมะพร้าว (Bioassay)**

วางแผนการทดลองแบบ CRD หลังการใช้สารที่ 15, 30, 60 และ 90 วัน ตัดใบมะพร้าวในแต่ละกรรมวิธีความยาวประมาณ 5 นิ้ว จำนวน 10 ชิ้น แล้วคัดเลือกหนอนที่เก็บรวบรวมจากธรรมชาติและมีขนาดใกล้เคียงกันใส่กล่องๆ ละ 10 ตัว แต่ละกรรมวิธีทำ 4 ซ้ำ ทำการบันทึกจำนวนหนอนที่ตายแต่ละกรรมวิธีหลังปล่อยหนอน 48 และ 72 ชั่วโมง

**การทดลองที่ 2 ศึกษาการตกค้างของสารฆ่าแมลงในน้ำและเนื้อมะพร้าว**

**วิธีดำเนินการ**

เก็บตัวอย่างผลมะพร้าวมาวิเคราะห์สารพิษตกค้างในเนื้อและน้ำมะพร้าว รวม 4 ครั้งๆ (ที่หลังการใช้สาร 15, 30, 60 และ 90 วัน) วันละ 24 ตัวอย่าง รวมทั้งหมด 192 ตัวอย่าง สกัดตัวอย่างเนื้อมะพร้าวน้ำหนัก 25 กรัม เพื่อหาสารพิษตกค้าง abamectin ตามวิธีการ TM-T04-R04 ที่ได้รับการรับรองห้องปฏิบัติการตามมาตรฐาน ISO/IEC 17025:2005 ของกลุ่มงานวิจัยสารพิษตกค้าง กลุ่มวิจัยวัตถุมีพิษการเกษตร สำนักวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร สกัดด้วยตัวทำละลาย acetone และ dichloromethane ปรับด้วยสารผสมของ ethyl acetate และ hexane กำจัดสิ่งปนเปื้อนด้วยตัวชะผสม ethyl acetate, hexane และ methanol นำไปทำ derivatization ด้วยสารผสมของ methylimidazole และ acetonitrile จากนั้นเติมสารผสมของ trifluoroacetic anhydride และ acetonitrile แล้วกรองผ่าน PTFE filter ขนาด 0.2 ไมโครเมตร วิเคราะห์ด้วยเครื่อง HPLC-FlD ส่วนสารพิษตกค้าง emamectin benzoate ไม่ต้องผ่านกระบวนการ derivatization และวิเคราะห์ด้วย LC/MS/MS สกัดน้ำมะพร้าวที่ปริมาตร 500 มิลลิลิตร ด้วยวิธี Liquid-liquid partitioning โดยใช้ dichloromethane 3 ครั้ง ปริมาตร 100, 50 และ 50 มิลลิลิตร ปรับปริมาตรด้วย acetonitrile นำไปทำ derivatization และกรองผ่าน PTFE filter ขนาด 0.2 ไมโครเมตร แล้ววิเคราะห์หาสารพิษตกค้างเช่นเดียวกับตัวอย่างเนื้อมะพร้าว นอกจากนี้ยังทดสอบวิธีการเพื่อหาประสิทธิภาพการวิเคราะห์ ตัวอย่างที่ระดับความเข้มข้นต่ำสุดที่วิเคราะห์ได้ (LOD) ตัวอย่างที่มีปริมาณต่ำสุดที่วิเคราะห์ได้และน่าเชื่อถือ (LOQ) ตัวอย่าง Blank Sample และ Reagent Blank เพื่อการควบคุมคุณภาพผลการทดสอบ

**การบันทึกข้อมูล** บันทึกจำนวนหนอนหัวดำและรอยทำลายจากใบที่สุ่มจากต้น บันทึกจำนวนหนอนที่ตายจากการปล่อยให้กินใบ (bio-assay) แต่ละกรรมวิธี บันทึกอาการเกิดพิษของมะพร้าวเนื่องจากสารฆ่าแมลง นำข้อมูลจำนวนแมลงมาวิเคราะห์ผลทางสถิติ เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี DMRT

**เวลาและสถานที่ทำการทดลอง**

แปลงที่ 1 แปลงเกษตรกร อ.เมือง จ.ประจวบคีรีขันธ์

แปลงที่ 2 แปลงเกษตรกร อ.ทับสะแก จ.ประจวบคีรีขันธ์

ห้องปฏิบัติการกลุ่มงานวิจัยสารพิษตกค้าง กลุ่มวิจัยวัตถุมีพิษการเกษตร สำนักวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร ทำการทดลองระหว่างเดือนพฤษภาคม 2555 – พฤษภาคม 2556

## ผลการทดลองและวิจารณ์

**การทดลองที่ 1 การทดสอบประสิทธิภาพสารป้องกันกำจัดหนอนหัวดำมะพร้าวโดยวิธี Trunk injection**

**แปลงที่ 1 แปลงเกษตรกร อ.เมือง จ.ประจวบคีรีขันธ์** (Table 1)

สภาพแปลงที่ทดสอบมะพร้าวมีความสูงระหว่าง 8.60 – 17.50 เมตร เฉลี่ย 12.00 เมตร

ผลการตรวจนับรอยทำลายและจำนวนหนอนที่สุ่มตัดใบมะพร้าวพบว่ามีความแปรปรวนสูง ไม่สามารถวิเคราะห์ผลทางสถิติได้ จึงใช้ข้อมูลจากการทดสอบ Bio-assay โดยตัดใบมะพร้าวที่เจาะลำต้นมะพร้าวแล้วใส่สาร มาทดลองให้หนอนหัวดำมะพร้าวกิน จากนั้นนำมาหาเปอร์เซ็นต์การตายแต่ละกรรมวิธี

ผลพบว่าการใช้สาร emamectin benzoate อัตรา 50 มิลลิลิตร/ต้น มีอัตราการตายสูงสุด รองลงมาได้แก่ emamectin benzoate อัตรา 30 มิลลิลิตร/ต้น โดยพบการตายของหนอนระหว่าง 90.0 – 100 % ตั้งแต่ 15 วันจนถึง 90 วัน ส่วนสาร abamectin อัตรา 30 มิลลิลิตร/ต้น พบอัตราการตาย 85.0 และ 87.5 % เฉพาะที่ 15 และ 30 วัน

**แปลงที่ 2 แปลงเกษตรกร อ.ทับสะแก จ.ประจวบคีรีขันธ์**(Table 2)

สภาพแปลงที่ทดสอบมะพร้าวมีความสูงระหว่าง 14.68 – 25.68 เมตร เฉลี่ย 18.14 เมตร

ผลพบว่าการใช้สาร emamectin benzoate อัตรา 50 มิลลิลิตร/ต้น มีอัตราการตายสูงสุด ระหว่าง 67.5 – 95.0% รองลงมา ได้แก่ emamectin benzoate อัตรา 30 มิลลิลิตร/ต้น โดยพบการตายของหนอนระหว่าง 20.0 – 70.0 % ตั้งแต่ 15 วันจนถึง 90 วัน ส่วนสาร abamectin อัตรา 30 มิลลิลิตร/ต้น พบอัตราการตายสูงสุด 50.0 % เฉพาะที่ 30 วัน

การตรวจอาการเกิดพิษของสาร (Phytotoxicity) ตลอดระยะเวลาทำการทดลองไม่พบอาการเป็นพิษของสาร emamectin benzoate ต่อมะพร้าว

**การทดลองที่ 2 ศึกษาการตกค้างของสารฆ่าแมลงในน้ำและเนื้อมะพร้าว**

ผลการวิเคราะห์สารพิษตกค้างที่หลังการใช้สาร 15, 30, 60 และ 90 วัน มาตรวจวิเคราะห์หาสารพิษตกค้าง abamectin และ emamectin benzoate ในตัวอย่างเนื้อและน้ำมะพร้าว (Table 3 และ 4) พบว่า ตรวจไม่พบสารพิษตกค้างในมะพร้าวทุกตัวอย่าง ยกเว้นในแปลงอำเภอเมือง จังหวัดประจวบคีรีขันธ์ ตรวจพบเพียง 1 ตัวอย่างน้ำมะพร้าว 0.0017 มิลลิกรัม/ลิตร (ppm) แต่เป็นค่าต่ำมากและต่ำกว่าค่ามาตรฐานสารพิษตกค้างสูงสุด (MRL) ของ emamectin benzoate ในมะพร้าว ที่สหภาพยุโรปกำหนดไว้ คือ 0.01 มิลลิกรัม/ลิตร (ppm) (Anonymous, 2013) ส่วน Codex ได้กำหนดค่า MRL ของสาร emamectin benzoate ไว้ในพืชต่างๆ ได้แก่ almonds 0.01 มิลลิกรัม/กิโลกรัม apple 0.02 มิลลิกรัม/กิโลกรัม citrus fruits 0.01 มิลลิกรัม/กิโลกรัม cucumber 0.01 มิลลิกรัม/กิโลกรัม lettuce

0.05 มิลลิกรัม/กิโลกรัม pear 0.02 มิลลิกรัม/กิโลกรัม peppers 0.02 มิลลิกรัม/กิโลกรัม strawberry 0.02 มิลลิกรัม/กิโลกรัม tomato 0.02 มิลลิกรัม/กิโลกรัม walnuts 0.01 มิลลิกรัม/กิโลกรัม และ watermelon 0.01 มิลลิกรัม/กิโลกรัม (Codex, 2012) ส่วนประเทศญี่ปุ่นได้กำหนดค่า MRL ไว้ในพืชต่างๆ ได้แก่ barley, rye, corn, potato, sweet potato, taro หรือ cereal grain อื่นๆ ไว้เท่ากันคือ 0.1 มิลลิกรัม/กิโลกรัม (Anonymous, 2012b) ดังนั้นการพบสาร emamectin benzoate ในน้ำมะพร้าวในปริมาณ 0.0017 มิลลิกรัม/กิโลกรัม จึงเป็นค่าที่ปลอดภัย อย่างไรก็ตามตัวอย่างที่พบปรากฏว่าเป็นต้นที่มีความสูง 8.6 เมตร ซึ่งเป็นต้นที่มีความสูงต่ำสุดของการทดลองนี้ จากการทดลองการศึกษาพิษตกค้างของสาร emamectin benzoate ในมะพร้าวเพิ่มเติม พบว่าหลังการใช้สาร 3, 6 และ 10 วัน พบสารเฉพาะที่ส่วนของใบเท่านั้น แต่ไม่พบพิษตกค้างในเนื้อและน้ำมะพร้าวทั้งในผลอ่อนและผลแก่ (Table 5)

สาร emamectin benzoate เป็นสารฆ่าแมลงในกลุ่มกลไกการออกฤทธิ์กระตุ้นการทำงานของการเข้าออกของคลอไรด์ (Chloride channel activators) ออกฤทธิ์กับระบบประสาทและการทำงานของกล้ามเนื้อ (Nerve and muscle action) ในช่องว่างระหว่าง synaptic transmission เป็นสารเคมีในกลุ่มของ Avermectins และ Milbemycins ซึ่งเป็นสารพิษที่ได้จากการหมักของเชื้อจุลินทรีย์ในดินชื่อ *Streptomyces avermitilis* ซึ่งอยู่ในลำดับชั้น Actinomycete นอกจากจะใช้กำจัดศัตรูพืชทางการเกษตรแล้ว ยังมีการขึ้นทะเบียนกำจัดพยาธิ แมลงและไรในปศุสัตว์และสัตว์เลี้ยงด้วย สารที่มีการขึ้นทะเบียนเป็นสารป้องกันกำจัดแมลงในประเทศไทยได้แก่ abamectin และ emamectin benzoate มีประสิทธิภาพป้องกันกำจัดแมลงหลายชนิดเช่น เพลี้ยไฟ หนอนผีเสื้อ กลุ่มด้วงปีกแข็ง

Smitey (2011); Smitey et al.(2010) กล่าวว่าสาร emamectin benzoate เป็นสารที่ใช้ป้องกันกำจัดด้วงที่เป็นศัตรูป่าไม้ประเภทเจาะเปลือกและลำต้นไม้ โดยเฉพาะด้วง emerald ash borer; *Agrilus planipennes* Fairmaire ที่ทำลายในพืชตระกูลสน (Ash tree; *Fraxinus* spp.) โดยการใช้วิธี Trunk injection จะมีประสิทธิภาพได้นานมากกว่า 1 ปี Grosman et al.(2009) รายงานว่าการใช้วิธี Trunk injection ด้วยสาร emamectin benzoate จะมีประสิทธิภาพป้องกันกำจัด Southern pine beetle; *Deendroctonus frontalis* ในพืช Loblolly pine

ค่าความเป็นพิษของสาร emamectin benzoate (2.15%) อยู่ในระดับมีพิษเล็กน้อยโดยมีค่าความเป็นพิษทางปาก (Oral $LD_{50}$) 2,950 มก/กก ส่วนค่าพิษทางผิวหนัง (Dermal $LD_{50}$) มากกว่า 2,000 มก/กก (Anonymous. 2012 c)

จากผลการทดลองนี้แสดงให้เห็นว่าการใช้สาร emamectin benzoate โดยวิธี Trunk injection มีประสิทธิภาพในการป้องกันกำจัดหนอนหัวดำมะพร้าวได้ดีกว่าสารชนิดอื่นๆ โดยเฉพาะการใช้อัตรา 50 มิลลิลิตร/ต้น ให้ผลค่อนข้างดีเนื่องจากหลังใช้สาร 90 วัน ยังพบเปอร์เซ็นต์การตายของหนอน 95.0 % ในต้นสูงเฉลี่ย 18.14 เมตร และ100% ในต้นสูงเฉลี่ย 12.00 เมตร ขณะที่อัตรา 30 มิลลิลิตร/ต้น ให้ผลค่อนข้างน่าพอใจเนื่องจากหลังใช้สาร 90 วัน ยังพบเปอร์เซ็นต์การตายของหนอน 67.5% ในต้น

สูงเฉลี่ย 18.14 เมตร และ 90.0 % ในต้นสูงเฉลี่ย 12.00 เมตร ส่วนสาร abamectin อัตรา 30 มิลลิลิตร/ต้น พบการตายของหนอนนานแค่ 30 วัน โดยพบหนอนตาย 50%ในต้นสูงเฉลี่ย 18.14 เมตร และ87.5% ในต้นสูงเฉลี่ย 12.00 เมตร

แม้ว่าปัจจุบันการป้องกันกำจัดหนอนหัวดำมีการแนะนำให้เกษตรกรตัดทางใบมะพร้าว ปล่อยแตนเบียน บราคอน และการใช้เชื้อแบคทีเรีย *Bacillus thuringiensis* แต่ขณะนี้ปรากฏว่ายังไม่สามารถควบคุมการระบาดของแมลงชนิดนี้ จากรายงาน ณ วันที่ 1 สิงหาคม 2555 พบว่าพื้นที่การระบาดใน 10 จังหวัด ได้แก่ ประจวบคีรีขันธ์ ชลบุรี สมุทรสาคร กรุงเทพมหานคร ฉะเชิงเทรา ราชบุรี สุราษฎร์ธานี สตูล ระยอง และนนทบุรี จำนวน 95,192 ไร่ มีการขยายเพิ่มขึ้นมากกว่าเดือนกรกฎาคม 2555 ถึง 1,192 ไร่ สาเหตุที่การป้องกันกำจัดไม่ได้ผลเท่าที่ควร เนื่องจากสถานการณ์ปัจจุบันเป็นการระบาดที่รุนแรง ดังนั้นการใช้สารบีที ซึ่งเป็นประเภท Soft pesticide มีฤทธิ์ตกค้างสั้นเกินไป และการพ่นสารกับมะพร้าวที่เป็นต้นสูงทำให้ไม่ทั่วถึงหรือครอบคลุมพื้นที่ เป็นการเปิดโอกาสให้หนอนหัวดำมีวงจรชีวิตต่อเนื่อง ซึ่งสถานการณ์ปัจจุบัน นับว่าเป็นจุดวิกฤติของมะพร้าวในประเทศไทย เนื่องจากมะพร้าวเป็นพืชที่อายุยาว การปลูกทดแทนต้องใช้เวลาหลายปี จึงจะสามารถเก็บผลผลิตได้ ในสภาพที่สถานการณ์วิกฤติเช่นนี้ ควรต้องใช้มาตรการเร่งด่วนโดยการรักษาต้นมะพร้าวให้สามารถยืนต้นอยู่ได้ นั่นคือต้องตัดวงจรชีวิตของหนอนหัวดำให้มากที่สุด จากข้อมูลจากการใช้วิธีการนี้กำจัดด้วงศัตรูป่าไม้ในต่างประเทศประกอบกับข้อมูลจากผลการทดลองวิธีการ ใช้สาร emamectin benzoate โดยวิธี Trunk injection จึงเป็นวิธีการที่เหมาะสมที่สุดในขณะนี้ เนื่องจากมีประสิทธิภาพป้องกันกำจัดหนอนหัวดำได้นานมากกว่า 3 เดือน ซึ่งจะสามารถตัดวงจรชีวิตของแมลงดำหนามทำให้การระบาดน้อยที่สุด หลังจากนั้นในระยะยาวเพื่อให้เกิดความสมดุลจึงใช้วิธีการปล่อยศัตรูธรรมชาติหรือการพ่นเชื้อบีที สำหรับการใช้สาร emamectin benzoate โดยวิธี Trunk injection นอกจากจะสามารถควบคุมการระบาดของหนอนหัวดำได้แล้ว ในพื้นที่ที่มีการระบาดทับซ้อนของแมลงดำหนามมะพร้าว วิธีการนี้จะมีประสิทธิภาพป้องกันกำจัดแมลงดำหนามมะพร้าวได้อีกด้วย เนื่องจากเป็นแมลงในกลุ่มของด้วงดังข้อมูลที่อ้างอิงไว้ข้างต้น นอกจากนี้แล้ววิธีการใช้สารแบบ Trunk injection ยังเป็นมิตรต่อสภาพแวดล้อม เนื่องจากไม่ต้องพ่นสารทำให้เป็นวิธีการที่ไม่มีผลกระทบต่อผู้ใช้ ผู้ที่อยู่อาศัยบริเวณใกล้เคียง และสัตว์เลี้ยง ในส่วนผลต่อศัตรูธรรมชาติ จะไม่มีผลกระทบโดยตรงเนื่องจากเป็นการใช้สารเฉพาะต้นต่อต้นโดยตรงไม่เหมือนกับการพ่นสาร อาจจะมีบ้างในกรณีของผลทางอ้อมที่ศัตรูธรรมชาติบังเอิญไปกินหรือเบียนหนอนหัวดำที่ได้รับสารเคมีไปแล้ว อย่างไรก็ตามสัญชาติญาณของตัวห้ำตัวเบียน มักจะทำลายศัตรูพืชที่แข็งแรงพร้อมที่จะเป็นอาหารที่จะให้ลูกหลานรอดชีวิต ดังนั้นวิธีการใช้สารแบบ Trunk injection จึงเป็นวิธีการที่ผลกระทบน้อยกว่าการพ่นสาร

จากผลการทดลองเมื่อพิจารณาจากประสิทธิภาพในการป้องกันกำจัดหนอนหัวดำมะพร้าว และข้อมูลพิษตกค้าง พบว่าการใช้สาร emamectin benzoate อัตรา 30 มิลลิลิตร/ต้น เป็นอัตราที่เหมาะสมและมีความคุ้มค่า เนื่องจากประสิทธิภาพใกล้เคียงกับอัตรา 50 มิลลิลิตร/ต้น โดยแนะนำ

เฉพาะมะพร้าวที่มีความสูงมากกว่า 12 เมตร ขึ้นไป ห้ามใช้กับมะพร้าวน้ำหอมและมะพร้าวกะทิ เนื่องจากผลวิจัยนี้ยังไม่ครอบคลุมถึง

## สรุปผลการทดลอง

การใช้สารโดยวิธีการเจาะลำต้นมะพร้าว (Trunk injection) ด้วยสารฆ่าแมลง ผลการตรวจสอบด้วยวิธี Bioassay พบว่าการใช้สาร emamectin benzoate (Proclaim 1.92%EC) อัตรา 30 และ 50 มิลลิลิตร/ต้น มีประสิทธิภาพป้องกันกำจัดหนอนหัวดำมะพร้าวดีกว่าสารชนิดอื่น สามารถป้องกันกำจัดหนอนหัวดำได้นานมากกว่า 3 เดือนหลังการใช้สาร นอกจากนี้ตลอดระยะเวลาทำการทดลองไม่พบอาการเกิดพิษของสาร (Phytotoxicity) ต่อมะพร้าว จากการนำผลมะพร้าวมาวิเคราะห์สารที่หลังการใช้สาร 3, 6, 10, 15, 30, 60 และ 90 วัน มาตรวจวิเคราะห์หาสารพิษตกค้าง abamectin และ emamectin benzoate ในตัวอย่างเนื้อและน้ำมะพร้าว ผลการวิเคราะห์ ตรวจไม่พบสารพิษตกค้างทั้งสองชนิดในทั้งเนื้อและน้ำมะพร้าว ยกเว้นตัวอย่างน้ำมะพร้าวในต้นที่ต่ำที่สุดในการทดลอง (8.6 เมตร) เพียงตัวอย่างเดียว และพบน้อยมากเท่ากับ 0.0017 มิลลิกรัม/ลิตร (ppm) ซึ่งเป็นค่าที่ปลอดภัยและต่ำกว่าค่ามาตรฐานสารพิษตกค้างสูงสุด (MRL) ของ emamectin benzoate ในมะพร้าว ที่สหภาพยุโรปกำหนดไว้ คือ 0.01 มิลลิกรัม/ลิตร (ppm)

จากผลการทดลองสามารถแนะนำสาร emamectin benzoate ป้องกันกำจัดหนอนหัวดำมะพร้าวด้วยวิธี Trunk injection โดยใช้อัตรา 30 มิลลิลิตร/ต้น โดยแนะนำเฉพาะมะพร้าวที่มีความสูงมากกว่า 12 เมตร ขึ้นไป ห้ามใช้กับมะพร้าวน้ำหอมและมะพร้าวกะทิ เนื่องจากผลวิจัยนี้ยังไม่ครอบคลุมถึง

**ประโยชน์ที่ได้รับ**

1. กรมวิชาการเกษตร นำผลงานที่ได้ไปใช้ประโยชน์ในโครงการจัดการแมลงศัตรูมะพร้าวแบบผสมผสานในพื้นที่แปลงใหญ่ ที่ อำเภอเกาะสมุย จังหวัดสุราษฎร์ธานี และอำเภอกุยบุรี จังหวัดประจวบคีรีขันธ์
2. กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ นำผลงานไปใช้ประโยชน์ในโครงการควบคุมและกำจัดศัตรูมะพร้าว (หนอนหัวดำ) แบบครอบคลุมพื้นที่ โดยคณะกรรมการกลั่นกรองเรื่องเสนอคณะรัฐมนตรี คณะที่ 1 ฝ่ายเศรษฐกิจ ซึ่งมีรองนายกรัฐมนตรี (นายกิตติรัตน์ ณ ระนอง เป็นประธานกรรมการ ได้อนุมัติเมื่อวันที่ 29 กันยายน 2556 ให้ดำเนินการในพื้นที่นำร่อง ที่จังหวัดประจวบคีรีขันธ์ โดยให้ใช้จ่ายจากงบประมาณรายจ่ายประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2556 งบกลาง รายการเงินสำรองจ่ายเพื่อกรณีฉุกเฉินหรือจำเป็น ในวงเงิน 123, 624, 800 บาท โดยมีกรมส่งเสริมการเกษตร เป็นผู้รับผิดชอบโครงการ
3. ผลงานวิจัยมีการพัฒนาต่อยอด วิจัยเพิ่มเติมในมะพร้าวต้นที่มีความสูงน้อยกว่า 12 เมตร และมะพร้าวน้ำหอม ซึ่งผ่านความเห็นชอบของคณะกรรมการพิจาณาโครงการวิจัยเร่งด่วนของกรมวิชาการเกษตร แล้ว

**คำขอบคุณ**

ขอขอบคุณนางประไม จำปาเงิน นางสาววีณา ทิพย์สุขุม นางสาวกัญญาภัค ตาแก้ว นายปรีดี รักงาม และนายพรายงาม คงเปี่ยม ที่ช่วยดำเนินการทดลอง นายอำนาจ มณีแดง ประธานสหกรณ์ผู้ปลูกมะพร้าวทับสะแก อำเภอทับสะแก จังหวัดประจวบคีรีขันธ์ ที่ให้ความอนุเคราะห์เครื่องมือเจาะต้นมะพร้าว

## เอกสารอ้างอิง

กรมส่งเสริมการเกษตร. 2554. แมลงดำหนามมะพร้าว. [ระบบออนไลน์]. แหล่งที่มา http://forecast.doae.go.th/web/2011-06-30-07-04-11/341-2011-06-30-09-00-49/1245-2011-06-30-09-13-54.html

สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 2553. มะพร้าว : เนื้อที่ยืนต้น เนื้อที่ให้ผล ผลผลิต และผลผลิตต่อไร่ ปี 2553. [ระบบออนไลน์]. แหล่งที่มา:http://www.oae.go.th/main.php?filename= agri_production

Anonymous. 2012 a. Substances Banned in The EU Market. (onlines) http://www.pan-europe.info/Resources/Links/Banned_in_the_EU.pdf.

Anonymous. 2012 b. Table of MRLs for Agrocamical. (onlines) http://www.m5.ws001.squarestart.ne.jp/foundation/agrdtl.php?a_inq=11900

Anonymous. 2012 c. Emamectin benzoate (2.15%) Safety data sheet. (onlines) http://www.syngenta.com/country/au/SiteCollectionDocuments/Labels/PROCLAIM%20INSECTICIDE%20MSDS.pdf

Anonymous. 2013. Commission Regulation (EU) no.293/2013. Official Journal of the Uropean Union. (onlines) http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2013:096:0001:0030:EN:PDF

Codex. 2012. Draft and Proposed Draft Maximum Residue Limits in Foods and Feeds at Steps 7 and 4. Joint FAO/WHO Food Standard Programme, Codex Committee on Pesticide Residues 44th session, Shanghai, P.R. China. 230 p.

Grosman, D.M., S.R.Clavke and W.W.Upton. 2009. Efficacy of Two Systemic Insecticides Injection into Loblolly Pine for Protection Against Southern Pine Bark Beetle(Coleoptera:Curculionidae). J.Econ.Entomol. 120(3):1062-41069.

He, L.S., K.H. Ong, C.P.Yik, Y.K. Fong and H.J.A. Chan. 2005. Chemical control of hispid beetles (*Brontispa longissima*) on palms. Singapore J.Pri.Ind. Vol.32 (80):80-92.

Kanagaratnam, P. and Pinto, J.L.J.G. 1985. Effect of monocrotophos on the leaf eating

caterpillar *Opisina arenosella* Walker, when injected into the Trunk of the coconut palm. [Online]. Available: http://www.sljol.info/sljol/index.php/COCOS/ article/viewFile/816/784

Shivashankar, T., Annadurai, R. S., Srinivas, M., Preethi, G., Sharada, T. B., Paramashivappa, R., Srinivasa Rao, A., Prabhu, K. S., Ramadoss, C. S., Veeresh, G. K. & Subba Rao, P. V. 2000. Control of coconut black-headed caterpillar (*Opisina arenosella* Walker) by systemic application of 'Soluneem' – A new water-soluble neem insecticide formulation. [Online]. Available: http://www.ias.ac.in/currsci/jan252000/ articles7.htm

Smitey, D.R. 2011. Emamectin benzoate trunk injection as diagnostic tool. (onlines) http://msue.anr.msu.edu/news/emamectin_benzoate_trunk_injections_as_a_diagnostic_tool

Smitey, D.R, J.J.Doccola and D.L.Cox. 2010. Multiple year Protection of Ash Trees from Emerald Ash Borer with a Single Trunk Injection of Emamectin benzoate and Single year Protection with an imidacloprid Basal Drench. Arboriculture and Urban Forestry. 36(5): 206-211.

VarcaL.M. and L.E. Fabro. 2008. Residual effect of pesticide applied against *Brontispa longissima* in coconut. (onlines). PCARRD Highlights:86-87

**Table 1.** Mortality of Black-headed Caterpillar at 72 hr. after feeding on coconut leaves sample from trunk injection trees (Location 1: Amphoe Maung, Prachuab Khirikhan)

| Treatment | Application Rate | Mortality (%) | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | 15 days after injection | 30 days after injection | 60 days after injection | 90 days after injection |
| 1. flubendiamide 20%WG | 5 g/tree | 22.5 c | 0 c | 0 c | 0 c |
| 2. chlorantraniliprole 5.17%SC | 20 ml/tree | 17.5 c | 0 c | 12.5 bc | 0 c |
| 3. ema. Benzoate 1.92%EC | 30 ml/tree | 90.0 a | 90.0 a | 92.5 a | 90.0 a |
| 4. ema. Benzoate 1.92%EC | 50 ml/tree | 97.5 a | 97.5 a | 100 a | 100 a |
| 5. abamectin 1.8%EC | 30 ml/tree | 85.0 a | 87.5 a | 25.0 b | 30.0 b |
| 6. acephate 75%SP | 35 g/tree | 60.0 b | 37.5 b | 0 c | 12.5 c |
| 7. Untreated | - | 22.5 c | 5.0 c | 0 c | 0 c |
| CV (%) | | 29.4 | 34.7 | 36.5 | 31.0 |

1/ Mean (from 4 replications) followed by a common letter are not significantly different at 95% by DMRT

**Table 2.** Mortality of Black-headed Caterpillar at 72 hr. after feeding on coconut leaves sample from trunk injection trees (Location 2: Amphoe Thab Sakhae, Prachuab Khirikhan)

| Treatment | Application Rate | Mortality (%) | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | 15 days after injection | 30 days after injection | 60 days after injection | 90 days after injection |
| 1. flubendiamide 20%WG | 5 g/tree | 10.0 bc | 7.5 b | 2.5 c | 0 d |
| 2. chlorantraniliprole 5.17%SC | 20 ml/tree | 0 c | 7.5 b | 2.5 c | 0 d |
| 3. ema. Benzoate 1.92%EC | 30 ml/tree | 20.0 b | 70.0 a | 47.5 b | 67.5 b |
| 4. ema. Benzoate 1.92%EC | 50 ml/tree | 67.5 a | 72.5 a | 82.5 a | 95.0 a |
| 5. abamectin 1.8%EC | 30 ml/tree | 20.0 b | 50.0 a | 12.5 c | 30.0 c |
| 6. acephate 75%SP | 35 g/tree | 65.0 a | 47.5 a | 2.5 c | 0 d |
| 7. Untreated | - | 5.0 c | 0 b | 0 c | 0 d |
| CV (%) | | 45.2 2/ | 61.6 2/ | 50.2 2/ | 53.4 2/ |

1/ Mean (from 4 replications) followed by a common letter are not significantly different at 95% by DMRT

2/ Data were transform to square root X+0.5 before analyzed.

**Table 3.** Residue of abamectin from trunk injection trees coconut

| Date | Treatment | Code | Sample | Location | Kernel | water |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 11 May 2012 (15 days after injection) | Abamectin 30 | 009 | T4R1 | Thab Sakhae | ND | ND |
| | | 010 | T4R2 | Thab Sakhae | ND | ND |
| | | 011 | T4R3 | Thab Sakhae | ND | ND |
| | | 012 | T4R4 | Thab Sakhae | ND | ND |
| | | 021 | T4R1 | Maung | ND | ND |
| | | 022 | T4R2 | Maung | ND | ND |
| | | 023 | T4R3 | Maung | ND | ND |
| | | 024 | T4R4 | Maung | ND | ND |
| 25 May 2012 (30 days after injection) | Abamectin 30 | 033 | T4R1 10,17 | Thab Sakhae | ND | ND |
| | | 034 | T4R2 38,41 | Thab Sakhae | ND | ND |
| | | 035 | T4R3 59,72 | Thab Sakhae | ND | ND |
| | | 036 | T4R4 82,101 | Thab Sakhae | ND | ND |
| | | 045 | T4R1 12,15 | Maung | ND | ND |
| | | 046 | T4R2 27,52 | Maung | ND | ND |
| | | 047 | T4R3 65,66 | Maung | ND | ND |
| | | 048 | T4R4 80,103 | Maung | ND | ND |
| 29 June 2012 (60 days after injection) | Abamectin 30 | 057 | T4R1 10,17 | Thab Sakhae | ND | ND |
| | | 058 | T4R2 38,41 | Thab Sakhae | ND | ND |
| | | 059 | T4R3 59,72 | Thab Sakhae | ND | ND |
| | | 060 | T4R4 82,101 | Thab Sakhae | ND | ND |
| | | 069 | T4R1 12,15 | Maung | ND | ND |
| | | 070 | T4R2 27,52 | Maung | ND | ND |
| | | 071 | T4R3 65,66 | Maung | ND | ND |
| | | 072 | T4R4 80,103 | Maung | ND | ND |
| 26 July 2012 (90 days after injection) | Abamectin 30 | 081 | T4R1 10,17 | Thab Sakhae | ND | ND |
| | | 082 | T4R2 38,41 | Thab Sakhae | ND | ND |
| | | 083 | T4R3 59,72 | Thab Sakhae | ND | ND |
| | | 084 | T4R4 82,101 | Thab Sakhae | ND | ND |
| | | 093 | T4R1 12,15 | Maung | ND | ND |
| | | 094 | T4R2 27,52 | Maung | ND | ND |
| | | 095 | T4R3 65,66 | Maung | ND | ND |
| | | 096 | T4R4 80,103 | Maung | ND | ND |

Note: ND = Not detectable

**Table 4**. Residue of emamectin benzoate from trunk injection trees coconut

| Date | Treatment | Code | Sample | Location | Kernel | water |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 11 May 2012 (15 days after injection) | emamectin b. 30 | 001 | T3R1 | Thab Sakhae | ND | ND |
| | | 002 | T3R2 | Thab Sakhae | ND | ND |
| | | 003 | T3R3 | Thab Sakhae | ND | ND |
| | | 004 | T3R4 | Thab Sakhae | ND | ND |
| | | 013 | T3R1 | Maung | ND | ND |
| | | 014 | T3R2 | Maung | ND | ND |
| | | 015 | T3R3 | Maung | ND | ND |
| | | 016 | T3R4 | Maung | ND | ND |
| 11 May 2012 (15 days after injection) | emamectin b. 50 | 005 | T10R1 | Thab Sakhae | ND | ND |
| | | 006 | T10R2 | Thab Sakhae | ND | ND |
| | | 007 | T10R3 | Thab Sakhae | ND | ND |
| | | 008 | T10R4 | Thab Sakhae | ND | ND |
| | | 017 | T10R1 | Maung | ND | ND |
| | | 018 | T10R2 | Maung | ND | ND |
| | | 019 | T10R3 | Maung | ND | ND |
| | | 020 | T10R4 | Maung | ND | ND |
| 25 May 2012 (30 days after injection) | emamectin b. 30 | 025 | T4R1 12,15 | Thab Sakhae | ND | ND |
| | | 026 | T4R2 27,52 | Thab Sakhae | ND | ND |
| | | 027 | T4R3 63,68 | Thab Sakhae | ND | ND |
| | | 028 | T4R4 79,104 | Thab Sakhae | ND | ND |
| | | 037 | T4R1 11,16 | Maung | ND | ND |
| | | 038 | T4R2 38,41 | Maung | ND | ND |
| | | 039 | T4R3 64,67 | Maung | ND | ND |
| | | 040 | T4R4 79,104 | Maung | ND | ND |
| 25 May 2012 (30 days after injection) | emamectin b. 50 | 029 | T4R1 9,18 | Thab Sakhae | ND | ND |
| | | 030 | T4R2 28,51 | Thab Sakhae | ND | ND |
| | | 031 | T4R3 62,69 | Thab Sakhae | ND | ND |
| | | 032 | T4R4 91,92 | Thab Sakhae | ND | ND |
| | | 041 | T4R1 7,20 | Maung | ND | ND |
| | | 042 | T4R2 36,43 | Maung | ND | ND |
| | | 043 | T4R3 62,69 | Maung | ND | ND |
| | | 044 | T4R4 83,100 | Maung | ND | ND |

**Table 4**. (continue**)**

| Date | Treatment | Code | Sample | Location | Kernel | water |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 29 June 2012 | emamectin b. 30 | 049 | T3R1 12,15 | Thab Sakhae | ND | ND |
| (60 days after | | 050 | T3R2 27,52 | Thab Sakhae | ND | ND |
| injection) | | 051 | T3R3 63,68 | Thab Sakhae | ND | ND |
| | | 052 | T3R4 79,104 | Thab Sakhae | ND | ND |
| | | 061 | T3R1 11,16 | Maung | ND | ND |
| | | 062 | T3R2 38,41 | Maung | ND | ND |
| | | 063 | T3R3 64,67 | Maung | ND | 0.0017* |
| | | 064 | T3R4 79,104 | Maung | ND | ND |
| 29 June 2012 | emamectin b. 50 | 053 | T10R1 9,18 | Thab Sakhae | ND | ND |
| (60 days after | | 054 | T10R2 28,51 | Thab Sakhae | ND | ND |
| injection) | | 055 | T10R3 62,69 | Thab Sakhae | ND | ND |
| | | 056 | T10R4 91,92 | Thab Sakhae | ND | ND |
| | | 065 | T10R1 7,20 | Maung | ND | ND |
| | | 066 | T10R2 36,43 | Maung | ND | ND |
| | | 067 | T10R3 62,69 | Maung | ND | ND |
| | | 068 | T10R4 83,100 | Maung | ND | ND |
| 26 July 2012 | emamectin b. 30 | 073 | T4R1 12,15 | Thab Sakhae | ND | ND |
| (90 days after | | 074 | T4R2 27,52 | Thab Sakhae | ND | ND |
| injection) | | 075 | T4R3 63,68 | Thab Sakhae | ND | ND |
| | | 076 | T4R4 79,104 | Thab Sakhae | ND | ND |
| | | 085 | T4R1 11,16 | Maung | ND | ND |
| | | 086 | T4R2 38,41 | Maung | ND | ND |
| | | 087 | T4R3 64,67 | Maung | ND | ND |
| | | 088 | T4R4 79,104 | Maung | ND | ND |
| 26 July 2012 | emamectin b. 50 | 077 | T4R1 9,18 | Thab Sakhae | ND | ND |
| (90 days after | | 078 | T4R2 28,51 | Thab Sakhae | ND | ND |
| injection) | | 079 | T4R3 62,69 | Thab Sakhae | ND | ND |
| | | 080 | T4R4 91,92 | Thab Sakhae | ND | ND |
| | | 089 | T4R1 7,20 | Maung | ND | ND |
| | | 090 | T4R2 36,43 | Maung | ND | ND |
| | | 091 | T4R3 62,69 | Maung | ND | ND |
| | | 092 | T4R4 83,100 | Maung | ND | ND |

Note : ND = Not detectable, * Unit= ml/liter(ppm)

**Table 5.** Residue of emamectin benzoate from coconut trunk injection at 3, 6 and 10 days after trunk injection

| Trial 1: Tambol Saeng Arroon Amphoe Thab Sakhae (Less than 12 meters height) | | | Trial 2: Tambol Houy Yang Amphoe Thab Sakhae (More than 12 meters height) | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Residue of emamectin benzoate in the kernel of immature coconut | | | | | |
| days after trunk injection | Residue | | days after trunk injection | Residue | |
| | 30 ml/tree | 50 ml/tree | | 30 ml/tree | 50 ml/tree |
| 3 | ND | ND | 3 | ND | ND |
| 6 | ND | ND | 6 | ND | ND |
| 10 | ND | ND | 10 | ND | ND |
| Residue of emamectin benzoate in the kernel of mature coconut | | | | | |
| days after trunk injection | Residue | | days after trunk injection | Residue | |
| | 30 ml/tree | 50 ml/tree | | 30 ml/tree | 50 ml/tree |
| 3 | ND | ND | 3 | ND | ND |
| 6 | ND | ND | 6 | ND | ND |
| 10 | ND | ND | 10 | ND | ND |
| Residue of emamectin benzoate in the water of immature coconut | | | | | |
| days after trunk injection | Residue | | days after trunk injection | Residue | |
| | 30 ml/tree | 50 ml/tree | | 30 ml/tree | 50 ml/tree |
| 3 | ND | ND | 3 | ND | ND |
| 6 | ND | ND | 6 | ND | ND |
| 10 | ND | ND | 10 | ND | ND |
| Residue of emamectin benzoate in the water of mature coconut | | | | | |
| days after trunk injection | Residue | | days after trunk injection | Residue | |
| | 30 ml/tree | 50 ml/tree | | 30 ml/tree | 50 ml/tree |
| 3 | ND | ND | 3 | ND | ND |
| 6 | ND | ND | 6 | ND | ND |
| 10 | ND | ND | 10 | ND | ND |
| Residue of emamectin benzoate from coconut leaves sample | | | | | |
| days after trunk injection | Residue | | days after trunk injection | Residue | |
| | 30 ml/tree | 50 ml/tree | | 30 ml/tree | 50 ml/tree |
| 3 | 0.050 | 0.072 | 3 | 0.005 | 0.012 |
| 6 | 0.048 | 0.525 | 6 | 0.117 | 0.027 |
| 10 | 0.498 | 1.066 | 10 | 0.149 | 0.216 |

Note : ND = Not detectable, * Unit= ml/liter(ppm)

**Figure 1**. larva and pupa of black-headed caterpillar

**Figure 2**. adult of  black- headed caterpillar

**Figure 3**. Trunk injection

**Figure 4**. insecticide injection

**Figure 5.** closed the hole by plasticine

**Figure 6.** larva died by emamectin benzoate