การใช้ไส้เดือนฝอยสายพันธุ์ไทยกำจัดแมลงศัตรูผักคะน้า
Application of Thai Entomopathogenic Nematode for Insect Pests of Chinese Kale Control

นุชนารถ ตั้งจิตสมคิด [1/] สาโรจน์ ประชาศรัยสรเดช [1/]

Nuchanart Tangchitsomkid [1/] Sarote Prachasaisoradet [1/]

ABSTRACT

A random count of the number and type of important insect pests infested Chinese kale grown in Nong Sua district, Pathum Thani province in the first growing season (January - March 2003) and 5 species of insects were found. Listed from the most dominant of the least were common cutworm (*Spodoptera litula* Fabricius), flea beetle (*Phyllotreta sinuata* Stephen), cabbage webworm (*Hellula undalis* Fabricius), cabbage looper (*Trichoplusia ni* Hubner) and beet armyworm (*Spodoptera exigua* Hubner). The highest number of insects was 1.12 larvae / plant at 48 days resulting in 76% unmarketable Chinese kale damage the crop. During the second and third seasons, tests were made on the use of Thai entomopathogenic nematodes (*Steinernema* sp., Thai isolate) on the same land to control insects. Five time of sprayings were made on the crop growing at rates of $1x10^5$, $1x10^6$ and $1.5x10^6$ nematodes / 5 m^2, compared with farmer's practices (7 insecticide sprays), hygienic's practices (5 insecticide sprays) and no chemical spray. Results were indicated that in the May - July 2003 season, common cutworm namely, flea beetle and cabbage looper were infested at the rates of 1.8, 1.2 and 0.7 insects / plant, respectively. Spray rate of 1 x 10^6 nematodes / 5 m^2 (60 plants) was effective at reducing insect pests by 57.63% and yielded 80.42 % (48.25 plants) marketable Chinese kale, and was not statistically different from farmer's and hygienic's practices. The five applications of nematodes on 5 m^2 plot cost 17.50 baht, producing a harvest of 7.68 kg of Chinese kale worth 192 baht. (Non-chemically treated Chinese kale fetched 25 baht/kg). This is in comparison with 7 sprays of insecticides

[1/] สำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช กรมวิชาการเกษตร จตุจักร กรุงเทพฯ 10900

Plant Protection Research and Development Office, Department of Agriculture, Chatuchak, Bangkok 10900

costing 22.75 baht, yielding 9.11 kg of Chinese kale worth 109.32 baht (chemically treated Chinese kale fetched 12 baht/kg). When kale was planted again during August-October 2003, common cutworm and cabbage looper were increased to 3.58 and 0.81 / plant. This required an increased rate of nematode at $1.5x10^6$ per 5 m^2 (60 plants), resulting in a 46.94% reduction of insect number. Yield was at 78.46% (47.08 plants), that was not significantly different from farmer's and hygienic's practice. The cost of nematodes for 5 applications was 26.25 baht and 22.75 baht for 7 insecticide applications. Marketable yields were 8.46 and 8.94 kg/ 5 m^2, worth 211.50 and 107.28 baht respectively. After deducting costs of nematodes and insecticides, it was found that the use of nematodes gave higher returns for both plantings. Therefore, the use of Thai entomopathogenic nematode to control insect pests in Chinese kale production at the rate of 1-1.5 x 10^6 nematodes / 5 m^2 gave higher marketable yield of higher priced organic Chinese kale than when using chemicals.

Key words : Thai entomopathogenic nematodes, insect pests, Chinese kale

บทคัดย่อ

การสุ่มนับปริมาณของแมลงศัตรูพืชในแปลงปลูกผักคะน้าของเกษตรกร อ.หนองเสือ จ.ปทุมธานี ระหว่างเดือนมกราคม-มีนาคม พ.ศ. 2546 พบแมลงศัตรูพืชสำคัญ 5 ชนิด เรียงจากมากไปน้อยคือ หนอนกระทู้ผัก (*Spodoptera litula* Fabricius) ด้วงหมัดผัก (*Phyllotreta sinuata* Stephen) หนอนเจาะยอดกะหล่ำ (*Hellula undalis* Fabricius) หนอนคืบกะหล่ำ (*Trichoplusia ni* Hubner) และหนอนกระทู้หอม (*Spodoptera exigua* Hubner) ระบาดทำความเสียหายสูงสุดที่คะน้าอายุ 48 วัน โดยประชากร 1.12 ตัว/ต้น ผลผลิตเสียหายจากการทำลายของแมลงและส่งขายตลาดไม่ได้ 76% ของผัก 1,440 ต้น เมื่อทำการปลูกผักคะน้าต่อเนื่องอีก 2 ฤดูปลูกในพื้นที่เดิม และทดสอบใช้ไส้เดือนฝอยสายพันธุ์ไทย (*Steinernema* sp., Thai isolate) กำจัดแมลงในแปลงปลูก โดยฉีดพ่นไส้เดือนฝอย 3 อัตรา คือ 1x105 $1x10^6$ และ $1.5x10^6$ ตัว/ 5 ตร.ม. จำนวน 5 ครั้ง เปรียบเทียบกับการกำจัดแมลงตามวิธีการของเกษตรกร (ฉีดพ่นสารป้องกันกำจัดแมลง 7 ครั้ง) วิธีการปลูกผักปลอดสารฯ (ฉีดพ่นสารป้องกันกำจัดแมลง 5 ครั้ง) และไม่ใช้สารใดๆ ผลการทดสอบพบว่าการปลูกผักคะน้าในช่วงพฤษภาคม-กรกฎาคม พ.ศ. 2546 (ครั้งที่ 1) มีหนอนกระทู้ผัก ด้วงหมัดผักและหนอนคืบกะหล่ำระบาดตลอดฤดูปลูก 1.8 1.2 และ 0.7 ตัว/ต้น ตามลำดับ เมื่อทำการฉีดพ่นไส้เดือนฝอยที่อัตรา $1x10^6$ ตัว/ 5 ตร.ม. (60 ต้น) ลดแมลงได้ 57.63% และให้ผลผลิตคัดส่งขายตลาดได้ 48 ต้น คิดเป็น 80.42 % ซึ่งไม่

แตกต่างทางสถิติกับวิธีการของเกษตรกร และวิธีการปลูกผักปลอดสารฯ โดยใช้ต้นทุนการซื้อผลิตภัณฑ์ไส้เดือนฝอยเพื่อฉีดพ่นกำจัดแมลง 5 ครั้ง/ 5 ตร.ม. เป็นเงิน 17.50 บาท ได้ผลผลิต 7.68 กก. จำหน่ายได้ 192 บาท (ผักปลอดสารพิษกก.ละ 25 บาท) เปรียบเทียบกับการซื้อสารป้องกันกำจัดแมลง 7 ครั้ง เป็นเงิน 22.75 บาท ได้ผลผลิต 9.11 กก. จำหน่ายได้ 109.32 บาท (ผักทั่วไปกก.ละ 12 บาท) เมื่อปลูกผักคะน้าต่อเนื่องในเดือนสิงหาคม-ตุลาคม พ.ศ. 2546 (ครั้งที่ 2) พบจำนวนหนอนกระทู้ผักและหนอนคืบกะหล่ำในแปลงเพิ่มสูงขึ้นเป็น 3.58 และ 0.81 ตัว/ต้น ทำให้อัตราการใช้ไส้เดือนฝอยสูงขึ้นเป็น 1.5x106 ตัว/ 5 ตร.ม. (60 ต้น) แมลงศัตรูพืชลดลง 46.94 % ให้ผลผลิตคัดส่งขายตลาดได้ 47 ต้น คิดเป็น 78.46 % ซึ่งผลผลิตไม่แตกต่างทางสถิติกับวิธีการของเกษตรกร และวิธีการปลูกผักปลอดสารฯ ใช้ต้นทุนการซื้อผลิตภัณฑ์ไส้เดือนฝอยเพื่อฉีดพ่นกำจัดแมลง 5 ครั้ง คิดเป็นเงิน 26.25 บาท เปรียบเทียบกับการซื้อสารป้องกันกำจัดแมลง 7 ครั้ง รวม 22.75 บาท ได้ผลผลิต 8.46 และ 8.94 กก. / 5 ตร.ม. จำหน่ายได้ 211.50 และ 107.28 บาท ตามลำดับ เมื่อหักรายจ่ายการซื้อผลิตภัณฑ์ไส้เดือนฝอย และสารป้องกันกำจัดแมลงพบว่าการใช้ไส้เดือนฝอยกำจัดแมลงให้ผลตอบแทนที่สูงกว่าทั้ง 2 ฤดูปลูก ดังนั้น การใช้ไส้เดือนฝอยสายพันธุ์ไทยกำจัดแมลงศัตรูในแปลงผักคะน้าที่อัตรา 1-1.5 x10^6 ตัว/ 5 ตร.ม. (60 ต้น) ได้ผลผลิตที่ไม่มีการใช้สารพิษที่มีราคาจำหน่ายสูงกว่าผักทั่วๆ ไป

คำหลัก : ไส้เดือนฝอยกำจัดแมลงสายพันธุ์ไทย แมลงศัตรูพืช คะน้า

คำนำ

กระแสการตื่นตัวของผู้บริโภคพืชผักปลอดภัยจากสารพิษมีมากขึ้นเรื่อยๆ รวมทั้งนโยบายของรัฐบาลที่ให้ความสำคัญในเรื่องของความปลอดภัยด้านอาหาร ตั้งแต่ขั้นตอนการผลิตจากไร่นา จนถึงแปรรูปเป็นอาหารสู่ผู้บริโภค โดยรัฐบาลเร่งผลักดันให้หน่วยงานที่เกี่ยวข้องทำการวิจัยและพัฒนา เพื่อนำไปสู่การเกษตรที่ให้ผลิตผลปลอดภัยจากสารพิษ และเป็นที่ต้องการของตลาดทั้งในและต่างประเทศ สารชีวภัณฑ์กำจัดศัตรูพืช จึงเป็นงานวิจัยหนึ่งที่กรมวิชาการเกษตร ได้วิจัยและพัฒนาอย่างต่อเนื่อง เพื่อให้ได้ชีวภัณฑ์ที่มีประสิทธิภาพ นำมาทดแทน หรือลดการใช้สารป้องกันกำจัดศัตรูพืชลงในระดับที่ปลอดภัย ซึ่งผลงานวิจัยด้านสารชีวภัณฑ์ที่ประสบผลสำเร็จและนำไปใช้ประโยชน์ ได้แก่ การใช้ *Bacillus thuringiensis* (Bt) กำจัดหนอนใยผัก หนอนกระทู้หอมหนอนกระทู้ผัก และหนอนเจาะสมอฝ้าย ซึ่งเป็นศัตรูพืชผักที่สำคัญหลายชนิด (อัจฉรา, 2544) การใช้ไวรัส Nuclear Polyhedrosis Virus (NPV) ควบคุมหนอนกระทู้หอมในแปลงผัก (อุทัย, 2544) การใช้ *Bacillus subtilis* ควบคุมโรคกาบใบแห้งของข้าว (พากเพียรและคณะ, 2543) นอกจากนั้น ไส้เดือนฝอยกลุ่มกำจัดแมลง ยังเป็นอีกหนึ่งชีวภัณฑ์ที่ได้วิจัยและพัฒนาให้สามารถนำไปใช้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยมีการศึกษาและพัฒนาการผลิตไส้เดือนฝอย *Steinernema carpocapsae* และทดสอบประสิทธิภาพของไส้เดือนฝอยในการควบคุมแมลงศัตรูในพืชชนิดต่างๆ ได้แก่ การฉีดพ่นกำจัดด้วงหมัดผักในผักกาดหัว ในอัตรา 4 ล้านตัว/ 20 ตร.ม. หรือ 320 ล้านตัว/ไร่ จำนวน 5

ครั้ง/ฤดูปลูก การฉีดพ่นกำจัดหนอนกินใต้ผิวเปลือกลองกองอัตรา 2 ล้านตัว/ต้น จำนวน 2 ครั้ง การกำจัดหนอนกระทู้ดาวเรืองใช้ในอัตรา 40 ล้านตัว/ไร่ จำนวน 6 ครั้ง (วัชรีและพิมลพร, 2540) ไส้เดือนฝอยจึงเป็นอีกหนึ่งชีวภัณฑ์ที่มีศักยภาพในการกำจัดแมลงศัตรูพืช แต่อย่างไรก็ตาม ไส้เดือนฝอยที่มีจำหน่ายเป็นการค้ามีราคาค่อนข้างสูงและหาซื้อยาก อาจประสบปัญหาขณะขนส่งและเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ จึงทำให้การใช้ไม่แพร่หลายเท่าที่ควร

ในปี พ.ศ. 2539-2543 นักวิชาการของกรมวิชาการเกษตร ได้สำรวจและค้นพบไส้เดือนฝอยกำจัดแมลงในสกุล *Steinernema* sp. ในเขตพื้นที่ จ.กาญจนบุรี และจากการศึกษาทางชีววิทยาและศักยภาพในการกำจัดแมลง พบว่ามีวงจรชีวิตในแมลงอาศัยสั้น (4 วัน) มีคุณสมบัติทนทานอุณหภูมิได้สูง (30-35°ซ) สามารถกำจัดแมลงในระดับห้องปฏิบัติการได้หลายชนิด ได้แก่ หนอนกระทู้หอม หนอนใยผัก หนอนเจาะดอกมะลิ หนอนเจาะสมอฝ้าย หนอนกินเส้นใยเห็ด หนอนด้วงกัดกินรากพืช ด้วงหมัดผัก รวมทั้งปลวกและแมลงสาบ นอกจากนั้นยังสามารถเพาะเลี้ยงและขยายปริมาณได้ดีในอาหารเทียมอีกด้วย (Tangchitsomkid, 2000)

ปี พ.ศ. 2544-2546 มีการศึกษาวิจัยและพัฒนาไส้เดือนฝอยสายพันธุ์ไทย อย่างเป็นระบบครบวงจร โดยเริ่มตั้งแต่การทดสอบประสิทธิภาพของสายพันธุ์ไทยเปรียบเทียบกับสายพันธุ์ที่ผลิตเป็นการค้า ศึกษากระบวนการผลิตในอาหารเทียมชนิดต่างๆ และการนำไปใช้กำจัดแมลงในสภาพไร่ พบว่า สายพันธุ์ไทยมีประสิทธิภาพเทียบได้กับสายพันธุ์การค้า เพาะเลี้ยงได้ดีในอาหารเทียมชนิดแข็งกึ่งเหลว ราคาถูก มีประสิทธิภาพในการกำจัดหนอนกระทู้หอม ทำลายดอกดาวเรือง และกำจัดด้วงหมัดผักในแปลงผักกาดหัว (นุชนารถและคณะ, 2544) นอกจากนั้นได้พัฒนากระบวนการเพาะเลี้ยงขยายปริมาณในอาหารเทียม ให้เป็นเทคโนโลยีการผลิตอย่างง่ายที่มีขั้นตอนไม่ยุ่งยาก สามารถถ่ายทอดสู่เกษตรกรเพาะเลี้ยงใช้เองได้ รวมทั้งมีต้นทุนการผลิตถูกลงเพื่อส่งต่อภาคเอกชนผลิตจำหน่ายเป็นการค้าในราคาที่ต่ำลงอีกด้วย (นุชนารถ, 2546)

อย่างไรก็ตาม การนำไส้เดือนฝอยสายพันธุ์ไทยไปใช้กำจัดแมลงศัตรูพืช จำเป็นต้องมีการศึกษาประสิทธิภาพ ในการฆ่าแมลงเป้าหมายแต่ละชนิดในสภาพแปลงเกษตรกร งานวิจัยจึงมุ่งเน้นการนำไส้เดือนฝอยไปใช้กำจัดแมลงในแปลงผักคะน้าซึ่งมีแมลงศัตรูพืชรบกวนหลายชนิด ได้แก่ หนอนกระทู้ผัก หนอนกระทู้หอม หนอนใยผัก ด้วงหมัดผัก หนอนเจาะยอด หนอนคืบ ตลอดจนคะน้าเป็นผักที่นิยมบริโภคสดมีการใช้สารป้องกันกำจัดแมลงในปริมาณสูงการนำไส้เดือนฝอยมาใช้กำจัดแมลงศัตรูผักคะน้า จึงเป็นการหาสารชีวภาพมาทดแทนสารเคมีที่เป็นอันตราย โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาวิธีการ และอัตราการใช้ไส้เดือนฝอยสายพันธุ์ไทยต่อพื้นที่ปลูกเพื่อกำจัดแมลงศัตรูผักคะน้าอย่างเหมาะสม ประโยชน์ที่ได้จากการทดลองจะเป็นข้อมูลสนับสนุนประสิทธิภาพของสายพันธุ์ไทย เพื่อเป็นคำแนะนำเกษตรกรในการใช้ไส้เดือนฝอยให้ประสบผลสำเร็จต่อไป

อุปกรณ์และวิธีการ

1. สำรวจปริมาณและชนิดของแมลงศัตรูพืชในแปลงเกษตรกร

สำรวจปริมาณและชนิดของแมลงศัตรูพืชในแปลงปลูกผักคะน้าของเกษตรกรเขตพื้นที่ อ.หนองเสือ จ.ปทุมธานี ระหว่างวันที่ 24 มกราคม - 17 มีนาคม พ.ศ. 2546 โดยไม่มีการฉีดพ่นสารป้องกันกำจัดศัตรูพืชใดๆ บันทึกปริมาณและชนิดของแมลงศัตรูพืชในแปลงขนาด 4x25 เมตร จำนวน 3 แปลง เมื่อพืชอายุ 20 27 34 41 และ 48 วัน โดยวิธีสุ่มแบบซิกแซก จำนวน 80 ต้น/แปลง รวม 240 ต้น นับจำนวนผลรวมของแมลงตลอดฤดูปลูก และจำนวนแมลงศัตรูพืชต่อต้น คำนวณเปอร์เซ็นต์ของผลผลิต ที่สามารถคัดส่งขายตลาดได้และส่วนคัดทิ้ง

2. การทดสอบใช้ไส้เดือนฝอยสายพันธุ์ไทยกำจัดแมลงศัตรูพืชใน 2 ฤดูปลูกติดต่อกัน

เตรียมแปลงขนาด 1x5 เมตร จำนวน 24 แปลง ทำการปลูกโดยวิธีเพาะกล้าผักคะน้าอายุ 15 วัน และย้ายปลูก ใช้ระยะปลูก 25x25 ซม. จำนวน 3 แถวๆ ละ 20 ต้น รวม 60 ต้น/แปลง โดยวางแผนการทดลองแบบ RCB ประกอบด้วย 4 ซ้ำ 6 กรรมวิธี คือ กรรมวิธีที่ 1 วิธีการเกษตรกร : ฉีดพ่นสารกำจัดแมลงโพรไทโอฟอส (50% EC) 5 มล. ผสมน้ำ 2.5 ลิตร ฉีดพ่นในพื้นที่ 5 ตร.ม. ทุก 5-7 วัน รวม 7 ครั้ง (ฉีดพ่นที่พืชอายุ 17 24 29 34 39 44 และ 49 วัน) กรรมวิธีที่ 2 วิธีปลูกผักปลอดสารฯ : ฉีดพ่นสารกำจัดโพรไทโอฟอส (50% EC) 5 มล. ผสมน้ำ 2.5 ลิตร ฉีดพ่นในพื้นที่ 5 ตร.ม. ทุก 5-7 วัน รวม 5 ครั้ง และหยุดฉีดพ่น ก่อนเก็บผลผลิต 7 วัน กรรมวิธีที่ 3 4 และ 5 ฉีดพ่นไส้เดือนฝอยสายพันธุ์ไทย ทุก 5-7 วัน อัตรา $5x10^5$ $1x10^6$ และ $1.5x10^6$ ตัว/น้ำ 2.5 ลิตร ตามลำดับของกรรมวิธีที่ 3 4 และ 5 ฉีดพ่นในพื้นที่ 5 ตร.ม. รวม 5 ครั้ง (กรรมวิธีที่ 2-5 เริ่มฉีดพ่นเมื่อพบแมลงศัตรู 0.5-1 ตัวต่อต้น) และกรรมวิธีที่ 6 ไม่ใช้สารใดๆ (control)

บันทึกปริมาณและชนิดของแมลงศัตรูพืชในแต่ละกรรมวิธีก่อนการพ่นสารฯ และนับปริมาณแมลงอีกครั้งหลังจากพ่นสารฯ แล้ว 2 วัน โดยวิธีสุ่มนับ 10 ต้น/แปลง กำหนดแถวซ้ายและขวา ต้นที่ 5 10 และ 15 และแถวกลาง ต้นที่ 2 8 14 และ 20 (นับต้นเดิมตลอดฤดูปลูก) เก็บเกี่ยวผลผลิตเมื่อพืชอายุ 51 วัน และคัดผักคะน้า 2 ระดับ คือ ส่งขายตลาดและคัดทิ้ง วิเคราะห์ผลการตรวจนับปริมาณแมลงศัตรูพืชทางสถิติ และคำนวณเปอร์เซ็นต์การลดลงของแมลงหลังฉีดพ่นสารฯ ในแต่ละกรรมวิธีตลอดฤดูปลูก คำนวณน้ำหนักผลผลิตผักคะน้าที่ส่งขายตลาดได้ และส่วนคัดทิ้งตามแผนการทดลองในแต่ละกรรมวิธี เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของข้อมูลโดยวิธี Duncan's multiple range test (DMRT) โดยดำเนินการในแปลงเกษตรกรของพื้นที่ปลูกผัก อ.หนองเสือ จ.ปทุมธานี การปลูกครั้งที่ 1 เริ่มดำเนินงานเมื่อวันที่ 12 พฤษภาคม ถึง 18 กรกฎาคม พ.ศ. 2546 และปลูกครั้งที่ 2 เริ่ม 23 สิงหาคม ถึง 30 ตุลาคม พ.ศ. 2546

ผลการทดลองและวิจารณ์

1. ผลการสำรวจปริมาณและชนิดของแมลงศัตรูพืชในแปลงเกษตรกร

ในการสุ่มนับปริมาณและชนิดของแมลงที่เป็นศัตรูพืชในแปลงปลูกผักคะน้า พบแมลงศัตรูสำคัญรวม 5 ชนิด เรียงลำดับปริมาณการพบมากถึงน้อยคือ หนอนกระทู้ผัก (common cutworm, *Spodoptera litula* Fabricius) ด้วงหมัดผัก (flea beetle, *Phyllotreta sinuata* Stephen) หนอนเจาะยอดกะหล่ำ (cabbage webworm, *Hellula undalis* Fabricius) หนอนคืบกะหล่ำ (cabbage looper, *Trichoplusia ni* Hubner) และหนอนกระทู้หอม (beet armyworm, *Spodoptera exigua* Hubner) ซึ่งมีการระบาดและทำความเสียหายให้กับผักคะน้าเมื่อตรวจนับจำนวนแมลงชนิดต่างๆ ในขณะพืชอายุ 20 27 34 41 และ 48 วัน รวม 5 ครั้ง โดยพบว่าปริมาณแมลงเพิ่มขึ้นตามอายุพืชที่มีการเจริญเติบโตของลำต้นและส่วนใบ ซึ่งใบผักเป็นแหล่งอาหารสำคัญของตัวหนอนวัยต่างๆ โดยตัวเต็มวัยของแมลงวางไข่เป็นกลุ่มซึ่งอยู่ใต้ใบ หรือวางไข่ในดิน ทำให้พบความเสียหายของผักคะน้าในส่วนของใบเป็นรู เนื่องจากแมลงระยะตัวหนอนกัดกินเสียหาย เมื่อถึงระยะเก็บเกี่ยวผลผลิตถูกคัดทิ้งไม่สามารถส่งขายตลาดได้ถึง 76 % ของผักคะน้าจำนวน 1,440 ต้น และจากการประเมินการระบาดของแมลงศัตรูพืชในพื้นที่ปลูก กับจำนวนต้นทั้งหมด พบว่า มีการระบาดของแมลง 1.12 ตัว/ 1 ต้น โดยนับปริมาณแมลงเมื่อพืชอายุ 48 วัน (Table 1)

การตรวจนับปริมาณและประเมินการระบาดของแมลงศัตรูพืชในพื้นที่ปลูก พบว่า แมลงศัตรูที่สำคัญและพบมากคือ หนอนกระทู้ผัก รองลงมาคือ ด้วงหมัดผัก และหนอนเจาะยอด โดยหนอนกระทู้ผักมีพฤติกรรมการเข้าทำลายตั้งแต่เป็นหนอนวัยแรก โดยรวมเป็นกลุ่มใต้ใบ กัดกินผิวใบและเนื้อใบด้านล่าง เมื่อเป็นวัยที่ 2-3 กระจายตัวหากินเดี่ยวๆ ในช่วงเวลากลางวันจะหลบแสงแดด และออกจากที่ซ่อนกัดกินใบพืชในช่วงเย็นหรือกลางคืน ส่วนหนอนเจาะยอดทำลายผักโดยการกัดกินยอดและใบผัก สำหรับด้วงหมัดผักเข้าทำลายผักคะน้าในระยะตัวเต็มวัยโดยกัดกินใบพืช จากข้อมูลชนิดและการระบาดของแมลงเบื้องต้น นำมาใช้ในการวางแผนควบคุมแมลงในกลุ่มหนอนผีเสื้อ และกลุ่มด้วงหมัดผัก โดยกำหนดวิธีการใช้และอัตราการฉีดพ่นให้เหมาะสมตามชนิดของแมลงศัตรูที่ระบาดในพื้นที่ดังกล่าวในฤดูปลูกต่อไป (Table 1)

2. การใช้ไส้เดือนฝอยสายพันธุ์ไทยกำจัดแมลงศัตรูพืช

2.1 การปลูกผักคะน้าในช่วงเดือนพฤษภาคม-กรกฎาคม พ.ศ. 2546

การสุ่มนับปริมาณแมลงศัตรูพืชในแปลงปลูกผักคะน้า พบแมลงศัตรูสำคัญ 3 ชนิด พบในระดับที่เกิดความเสียหายให้กับพืช คือ หนอนกระทู้ผัก ด้วงหมัดผัก และหนอนคืบกะหล่ำ โดยมีอัตราเฉลี่ยตลอดฤดูปลูก เท่ากับ 0.84 0.62 และ 0.55 ตัว/ต้น ตามลำดับ พบปริมาณมากที่สุดในช่วงพืชอายุ 44 วัน นับปริมาณได้ 1.8 1.2 และ 0.7 ตัว/ต้น ตามลำดับ เมื่อมีการฉีดพ่นสารต่างๆ เพื่อกำจัดแมลงตามกรรมวิธีกำหนด เปรียบเทียบกับกรรมวิธีที่ไม่ใช้สารใดๆ พบว่าปริมาณแมลงก่อนและหลังพ่นสารฯ 2 วัน ที่พืชอายุ 44 วัน มี

การลดลง และปริมาณแมลงมีความแตกต่างทางสถิติหลังการฉีดพ่นสารฯ 2 วัน ซึ่งคิดเป็นเปอร์เซ็นต์แมลงลดลงได้ในแต่ละกรรมวิธี (Table 2)

เมื่อพิจารณาผลรวมของปริมาณแมลงที่สุ่มนับจาก 40 ต้น เฉลี่ยตลอดฤดูปลูกในแต่ละกรรมวิธีพบว่า ในกรรมวิธีเกษตรกร (ฉีดพ่นสารกำจัดแมลงตลอดฤดูปลูก 7 ครั้ง) นับแมลงก่อนพ่นสารฯ ได้ 69 ตัว และหลังพ่นสารฯ 2 วัน เหลือ 18 ตัว คิดเป็นปริมาณแมลงลดลง 73.91% ในกรรมวิธีปลูกผักปลอดสารฯ (ฉีดพ่นสารฯ 5 ครั้ง) นับแมลงก่อนพ่นสารฯได้ 67 ตัว และหลังพ่นสารฯ 2 วัน เหลือ 32 ตัว คิดเป็นปริมาณแมลงลดลง 52.24% สำหรับในกรรมวิธีที่ใช้ไส้เดือนฝอยฉีดพ่นในอัตรา $5x10^5$ $1x10^6$ และ $1.5x10^6$ ล้านตัว/ 5 ตร.ม. จำนวน 5 ครั้งตลอดฤดูปลูก นับแมลงก่อนพ่นสารฯ ได้ 54 34 และ 41 ตัว และหลังพ่นสารฯ 2 วัน เหลือ 37 20 และ 23 ตัว คิดเป็นแมลงลดลง 31.48 41.18 และ 43.90 % ตามลำดับ โดยในกรรมวิธีที่ไม่ใช้สารใดๆ มีปริมาณแมลงก่อนพ่นสารฯ 98 ตัว หลังพ่นสารฯ 159 ตัว เพิ่มขึ้น 62.24 % ซึ่งมีความสัมพันธ์กับผลผลิตผักคะน้าที่สามารถคัดส่งขายตลาดได้และส่วนที่คัดทิ้งพบว่า การใช้ไส้เดือนฝอยฉีดพ่นในอัตรา $1x10^6$ และ $1.5x10^6$ ตัว/ 5 ตร.ม. จำนวน 5 ครั้ง/ฤดูปลูก ให้ผลผลิตคัดขายตลาดได้เฉลี่ย 48.25 และ 51.50 ต้น คิดเป็น 80.42 และ 85.83 % ของผัก 60 ต้น ตามลำดับ ซึ่งไม่แตกต่างทางสถิติกับการฉีดพ่นสารกำจัดแมลงตามวิธีของเกษตรกร และการฉีดพ่นสารตามวิธีการปลูกผักปลอดสารฯ แต่การใช้ไส้เดือนฝอยฉีดพ่นในอัตรา $5x10^5$ ตัว/ 5 ตร.ม. และไม่ใช้สารใดๆ พบว่าผลผลิตคัดส่งขายตลาดได้ 39.75 และ 39.00 ต้น คิดเป็น 66.25 และ 65.00 % ของผัก 60 ต้น ตามลำดับ ซึ่งทั้งสองกรรมวิธีนี้มีความแตกต่างทางสถิติกับกรรมวิธีอื่นๆ (Table 4)

เมื่อคำนวณต้นทุนการผลิตผักคะน้า และรายได้ที่ได้รับจากการขายผลผลิต โดยพิจารณารายจ่ายการซื้อผลิตภัณฑ์ไส้เดือนฝอยสายพันธุ์ไทย (10 ล้านตัว ราคาจำหน่าย 35 บาท) เพื่อใช้กำจัดแมลงศัตรูพืช พบว่าการใช้ไส้เดือนฝอยที่อัตรา 1 ล้านตัว/พื้นที่ 5 ตร.ม. (ปลูก 60 ต้น) ฉีดพ่น 5 ครั้ง/ฤดูปลูก คิดเป็นรายจ่ายในการซื้อผลิตภัณฑ์ 17.50 บาท ผลผลิตคัดส่งขายตลาดได้ 7.68 กก. ผลผลิตที่ได้จัดเป็นผักปลอดสารพิษสามารถส่งขายตลาดได้ราคาสูงกว่าผักทั่วไปประมาณสองเท่า (25 บาท/กก.) คิดเป็นเงินเท่ากับ 192 บาท เมื่อเปรียบเทียบกับการซื้อสารป้องกันกำจัดแมลงศัตรูพืช (สารโพรไทโอฟอส 50%EC ราคา 1 ลิตร 650 บาท) ในอัตรา 5 มล./ 5 ตร.ม. ฉีดพ่น 7 ครั้ง/ฤดูปลูก คิดเป็นรายจ่าย 22.75 บาท/ 5 ตร.ม. ได้ผลผลิตผักคะน้าคัดส่งขายตลาดได้เฉลี่ย 9.11 กก. ส่งขายได้ 109.32 บาท (ผักปลูกแบบใช้สารป้องกันกำจัดแมลง ราคาขายส่ง 12 บาท/กก.) เมื่อนำมาหักค่าใช้จ่าย การซื้อผลิตภัณฑ์ไส้เดือนฝอยสายพันธุ์ไทยและสารป้องกันกำจัดแมลง ได้ผลตอบแทนเป็นเงิน 174.05 และ 86.57 บาท ตามลำดับ ดังนั้น การใช้ไส้เดือนฝอยกำจัดแมลง นอกจากเป็นสารชีวภัณฑ์ที่มีความปลอดภัยต่อสิ่งมีชีวิตและสภาพแวดล้อม ยังทำให้ได้ผลผลิตปลอดสารพิษส่งผลให้ราคาผลผลิตผักสูงกว่าผักทั่วไป และให้ผลตอบแทน 87.93 บาท ซึ่งสูงกว่าการใช้สารป้องกันกำจัดแมลง

2.2 การปลูกผักคะน้าในช่วงเดือนสิงหาคม-ตุลาคม พ.ศ. 2546

ปริมาณแมลงศัตรูพืชในการปลูกต่อเนื่องครั้งที่ 2 พบแมลงศัตรู 2 ชนิด ที่เป็นปัญหาสำคัญในพื้นที่ปลูก โดยเฉพาะหนอนกระทู้ผักพบในอัตราสูงที่สุดเมื่อผักอายุที่ 44 วัน จำนวน 3.58 ตัว/ต้น รองลงมาคือ หนอนคืบกะหล่ำ 0.81 ตัว/ต้น เมื่อมีการฉีดพ่นสารต่างๆ เพื่อกำจัดแมลงตามกรรมวิธีกำหนด เปรียบเทียบกับแปลงที่ไม่ใช้สารใดๆ พบว่า ปริมาณแมลงหลังจากพ่นสารฯ แล้ว 2 วัน ที่พืชอายุ 44 วัน มีการเปลี่ยนแปลงขึ้น-ลง และแตกต่างทางสถิติหลังการฉีดพ่นสารฯ 2 วัน (Table 3)

เมื่อพิจารณาผลรวมของปริมาณแมลงเฉลี่ยตลอดฤดูปลูกในแต่ละกรรมวิธีพบว่า ในกรรมวิธีเกษตรกร (ฉีดพ่นสารกำจัดแมลงตลอดฤดูปลูก 7 ครั้ง) นับแมลงก่อนพ่นสารฯ ได้ 311 ตัว และหลังพ่นสารฯ 2 วัน เหลือ 122 ตัว คิดเป็นปริมาณแมลงลดลง 60.77% ส่วนในกรรมวิธีปลูกผักปลอดสารฯ (ฉีดพ่นสารฯ 5 ครั้ง) นับแมลงก่อนพ่นสารฯ ได้จำนวน 402 ตัว และหลังพ่นสารฯ 2 วัน เหลือ 149 ตัว คิดเป็นปริมาณแมลงลดลง 62.94% สำหรับในกรรมวิธีที่ใช้ไส้เดือนฝอยฉีดพ่นในอัตรา $5x10^5$ $1x10^6$ และ $1.5x10^6$ ตัว/ 5 ตร.ม. จำนวน 5 ครั้งตลอดฤดูปลูก นับแมลงก่อนพ่นสารฯ ได้ 411 415 และ 368 ตัว และหลังพ่นสารฯ 2 วัน เหลือ 258 266 และ 209 ตัว ลดลง 37.23 35.90 และ 43.21% ตามลำดับ โดยในกรรมวิธีที่ไม่ใช้สารใดๆ มีปริมาณแมลงก่อนพ่นสารฯ 557 ตัว หลังพ่นสารฯ เพิ่มเป็น 586 ตัว เพิ่มขึ้น 5.21% ซึ่งมีความสัมพันธ์กับผลผลิตผักคะน้าที่สามารถคัดส่งตลาดได้และส่วนที่คัดทิ้ง พบว่าการใช้ไส้เดือนฝอยฉีดพ่นในอัตรา $1.5x10^6$ ตัว/ 5 ตร.ม. จำนวน 5 ครั้ง/ฤดูปลูก ให้ผลผลิตคัดขายตลาดได้ 47.08 ต้น คิดเป็น 78.46 % ของผัก 60 ต้น ซึ่งไม่แตกต่างทางสถิติกับการฉีดพ่นสารกำจัดแมลงตามวิธีของเกษตรกร และการฉีดพ่นสารตามวิธีการปลูกผักปลอดสารฯ จำนวน 48.62 และ 45.77 ต้น คิดเป็น 81.04 และ 76.29 % ของผัก 60 ต้น ตามลำดับ แต่การใช้ไส้เดือนฝอยฉีดพ่นในอัตรา $5x10^5$ และ $1x10^6$ ตัว/ 5 ตร.ม. และไม่ใช้สารใดๆ พบว่า ผลผลิตคัดส่งขายตลาดได้น้อยกว่า โดยคัดผักที่ขายได้ 37.23 38.80 และ 35.44 ต้น คิดเป็น 62.05 64.66 และ 59.06 % ของผัก 60 ต้น ตามลำดับ และมีความแตกต่างทางสถิติ (Table 4)

ในการคำนวณต้นทุนการผลิตผักคะน้าและรายได้ที่ได้รับจากการขายผลผลิต พบว่า การใช้ไส้เดือนฝอยที่อัตรา 1.5 ล้านตัว/ 5 ตร.ม. ฉีดพ่น 5 ครั้งตลอดฤดูปลูก คิดเป็นรายจ่ายของผลิตภัณฑ์ 26.25 บาท ได้ผลผลิตคัดส่งขายตลาดเฉลี่ย 8.46 กก. เป็นเงิน 216 บาท (8.46 x 25 = 216) โดยเปรียบเทียบกับการซื้อสารป้องกันกำจัดแมลงศัตรูพืช คิดเป็นรายจ่าย 22.75 บาท ได้ผลผลิตคัดส่งขายตลาดได้ 8.94 กก. เป็นเงิน 107.28 บาท (8.94 x 12 = 107.28) เมื่อนำมาหักค่าใช้จ่ายการซื้อผลิตภัณฑ์ไส้เดือนฝอยสายพันธุ์ไทยและสารป้องกันกำจัดแมลง ได้ผลตอบแทน 189.75 และ 84.53 บาทตามลำดับ ซึ่งการใช้ไส้เดือนฝอยกำจัดแมลงให้ผลตอบแทนสูงกว่า 105.22 บาท

อย่างไรก็ตาม ไส้เดือนฝอยเป็นชีวภัณฑ์ที่มีขนาดเล็กไม่ทนทานต่อแสง UV จึงควรฉีด

Table 1. The number and type of insect pests by random counting in 24 Chinese kale plots (10 plants/plot) and distribution of insect pests in Chinese kale field using data from total plants in the plot experiments at the age of 20, 27, 34, 41 and 48 days during January 24 and March 17, 2003.

Insect species	The number of insect pests from 240 plants at the plant age (days)					Total
	20	27	34	41	48	
Spodoptera litula Fabricius	36	42	65	72	88	303
Trichoplusia ni Hubner	10	18	11	38	37	114
Hellula undalis Fabricius	28	21	22	52	59	182
Phyllotreta sinuata Stephen	5	20	57	73	64	219
Spodoptera exigua Hubner	8	14	11	10	21	64
Total	87	115	166	245	269	882
Number of insect pests/plant	0.36[1/]	0.48	0.69	1.02	1.12	

[1/] Number of plant in 120 m^2 = 1,440 plants (Y1) and number of sampling plants = 240 plants (Y2) following the formular :-

Number insect per number total plant (X) = $\frac{\text{Total of insects at each plant age}}{Y2} \times Y1$

Number insect pests/plant = X/Y1

Table 2. The number of insect pests in Chinese kale plots (May-July 2003 season) by random counting before and after spraying and reduction rate of the insect pests at plant age of 44 days.

Treatments	No. of insect pests at the plant age of 44 days		Insect reduction[1/](%)
	Before spraying	After spraying for 2 days	
1. Farmers' practice [2/]	14.5 bc[5/]	5.5 a	62.07
2. Hygienics' practice [3/]	13.5 ab	6.0 a	55.56
3. Nematode sprays ($5x10^5$) / 5 m^2 [4/]	12.8 ab	5.5 a	57.03
4. Nematode sprays ($1x10^6$) / 5 m^2 [4/]	11.8 a	5.0 a	57.63
5. Nematode sprays ($1.5x10^6$) / 5 m^2 [4/]	11.8 a	5.3 a	55.08
6. Control (no chemical spray)	16.3 c	15.5 b	4.91
CV (%)	40.11	38.98	

[1/] insect reduction (%) = $\frac{\text{No. of insect pests (before spraying - After spraying for 2 days)}}{\text{No. of insect pests before spraying}} \times 100$

[2/] 7 Insecticide sprays 3/5 Insecticide sprays

[4/] 5 Nematode sprays

[5/] Numbers followed with the same letters in the same column are not significantly different at the 5 % level by DMRT

Table 3. The number of insect pests in Chinese kale plots (August-October 2003 season) by random counting before and after spraying and reduction rate of the insect pests at plant age of 44 days.

Treatments	No. of insect pests at the plant age of 44 days		Insect reduction[1/](%)
	Before spraying	After spraying for 2 days	
1. Farmers' practice [2/]	14.5 a[5/]	5.5 a	62.07
2. Hygienics' practice [3/]	14.5 a	5.3 a	63.45
3. Nematode sprays ($5x10^5$) / 5 m^2 [4/]	20.8 ab	13.0 ab	37.50
4. Nematode sprays ($1x10^6$) / 5 m^2 [4/]	24.3 ab	16.0 b	34.16
5. Nematode sprays ($1.5x10^6$) / 5 m^2 [4/]	24.5 ab	13.0 ab	46.94
6. Control (no chemical spray)	27.8 b	28.5 c	-2.52
CV (%)	30.05	36.84	

[1/] % insect reduction = $\frac{\text{No. of insect pests (before spraying - After spraying for 2 days)}}{\text{No. of insect pests before spraying}} \times 100$

[2/] 7 Insecticide sprays 3/5 Insecticide sprays

[4/] 5 Nematode sprays

[5/] Numbers followed with the same letters in the same column are not significantly different at the 5 % level by DMRT

Table 4. Marketable quality and weight of Chinese kale yield (60 plants per 5 m^2 area) in the first and second growing seasons

Treatments	Marketable quality of Chinese kale yield			
	May-July 2003 season		August-October 2003 season	
	No. of plant	Weight (kg)	No. of plant	Weight (kg)
1. Farmers' practice [1/]	51.00 a[4/]	9.11 a	48.62 a	8.94 a
2. Hygienics' practice [2/]	51.25 a	10.05 a	45.77 a	8.70 a
3. Nematode sprays ($5x10^5$) / 5 m^2 [3/]	39.75 b	5.74 b	37.23 b	6.98 b
4. Nematode sprays ($1x10^6$) / 5 m^2 [3/]	48.25 a	7.68 ab	38.80 b	7.42 b
5. Nematode sprays ($1.5x10^6$) / 5 m^2 [3/]	51.50 a	7.61 ab	47.08 a	8.46 a
6. Control (no chemical spray)	39.00 b	5.21 b	35.44 b	6.59 b
CV (%)	6.84	21.65	7.10	8.02

[1/] 7 Insecticide sprays

[2/] 5 Insecticide sprays

[3/] 5 Nematode sprays

[4/] Numbers followed with the same letters in the same column are not significantly different at the 5 % level DMRT

พ่นในช่วงเย็น รวมทั้งไส้เดือนฝอยยังต้องการความชื้นที่เหมาะสม บริเวณยึดเกาะสำหรับกระโดดเข้าหาแมลงเหยื่อ ข้อจำกัดต่างๆ เหล่านี้ ผู้ใช้หรือเกษตรกรต้องมีความรู้ความเข้าใจ จึงจะทำให้การใช้ชีวภัณฑ์ไส้เดือนฝอยประสบผลสำเร็จ นอกจากนั้น การนำไส้เดือนฝอยไปใช้กำจัดแมลงในแปลงปลูก ต้องคำนึงถึงความแข็งแรงของไส้เดือนฝอยที่บรรจุอยู่ในผลิตภัณฑ์ ดังนั้น ชีวภัณฑ์ไส้เดือนฝอยที่ผลิตเป็นการค้าควรต้องมีคำอธิบายวิธีการใช้อย่างละเอียด วิธีการตรวจสอบความแข็งแรง และปริมาณบรรจุที่สามารถตรวจสอบได้ง่ายในระดับเกษตรกร และข้อควรระวังในการใช้ต่างๆ ซึ่งจะทำให้การใช้ไส้เดือนฝอยประสบผลสำเร็จสูงที่สุดในสภาพไร่-นา

สรุปผลการทดลอง

การใช้ไส้เดือนฝอยสายพันธุ์ไทย มีประสิทธิภาพในการควบคุมแมลงศัตรูในแปลงปลูกผักคะน้า เทียบเท่ากับวิธีการฉีดพ่นสารป้องกันกำจัดแมลง 7 ครั้งตามวิธีการของเกษตรกร และวิธีการปลูกผักปลอดสารฯ ฉีดพ่น 5 ครั้งตลอดฤดูปลูก โดยฉีดพ่นไส้เดือนฝอยในอัตรา 1-1.5 ล้านตัว/ 5 ตร.ม. จำนวน 5 ครั้ง ให้ผลผลิตคัดส่งขายได้ ไม่แตกต่างทางสถิติกับวิธีของเกษตรกรและวิธีปลูกผักปลอดสารฯ ดังนั้นการใช้ไส้เดือนฝอยสายพันธุ์ไทยซึ่งเป็นสารชีวภัณฑ์อีกชนิดหนึ่ง สามารถแนะนำสู่เกษตรกรเพื่อใช้ในการกำจัดแมลงศัตรูผักคะน้า โดยเฉพาะฉีดพ่นกำจัดหนอนกระทู้ผักและหนอนคืบกะหล่ำ ได้ในอัตราที่เหมาะสม ทดแทนการใช้สารป้องกันกำจัดแมลงที่มีอันตรายต่อผู้ใช้ และมีสารพิษตกค้างในผลผลิต นอกจากนั้นผักคะน้าที่ปลูกโดยไม่ใช้สารป้องกันกำจัดแมลง สามารถจำหน่ายได้ในราคาที่สูงกว่าผักคะน้าที่ใช้สารฯ เช่นในกรณีผักอินทรีย์ที่ได้รับการรับรองมาตรฐานจากกรมวิชาการเกษตร มีราคาจำหน่ายต่อกิโลกรัมสูงกว่าผักปลอดสารฯ หรือผักทั่วไป 30-50 % ดังนั้น ไส้เดือนฝอยสายพันธุ์ไทย จึงเป็นอีกหนึ่งทางเลือกในการกำจัดแมลงสำหรับเกษตรปลอดสารฯ และเกษตรอินทรีย์ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

คำขอบคุณ

งานวิจัยนี้ได้รับเงินทุนอุดหนุนจากกองทุนสนับสนุนการวิจัยด้านการเกษตร กรมวิชาการเกษตร ภายใต้โครงการการใช้ไส้เดือนฝอย *Steinernema thailandense* ควบคุมแมลงศัตรูพืช และขอขอบคุณ รศ.ดร. จริยา จันทร์ไพแสง ช่วยอนุเคราะห์จำแนกชนิดของแมลงศัตรูพืช ตลอดจนนายวิรัช จันทรัศมี และ ดร. วันเพ็ญ ศรีทองชัย ที่กรุณาช่วยตรวจแก้ไข

เอกสารอ้างอิง

นุชนารถ ตั้งจิตสมคิด สาโรจน์ ประชาศรัยสรเดช พรพิมล อธิปัญญาคม และหิรัญ หิรัญประดิษฐ์. 2544. งานวิจัยและพัฒนาไส้เดือนฝอยกำจัดแมลงสายพันธุ์ไทย *Steinernema thailandensis* n. sp. : การจำแนกชนิด คัดเลือกสายพันธุ์ และการผลิตขยายปริมาณ. หน้า 1-71. *ใน* : รายงานผลงานวิจัยกองโรคพืชและจุลชีววิทยา 2544. กองโรคพืชและจุลชีววิทยา กรมวิชาการเกษตร.

นุชนารถ ตั้งจิตสมคิด. 2546. การเพาะเลี้ยงไส้เดือนฝอยกำจัดแมลงอย่างง่าย. เอกสาร

ประกอบการฝึกอบรม. สำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช กรมวิชาการเกษตร. 20 หน้า.

พากเพียร อรัญนารถ นงรัตน์ นิลพานิชย์ วิชิต ศิริสันธนะ และสมคิด ดิสถาพร. 2543. ประสิทธิภาพของชีวภัณฑ์ *Bacillus subtilis* ในการควบคุมโรคกาบใบแห้งของข้าว. *ข่าวสารโรคพืชและจุลชีววิทยา* 10 (2) : 2-8.

วัชรี สมสุข และพิมลพร นันทะ. 2540. โครงการนำร่องการผลิตไส้เดือนฝอย *Steinernema (Neoaplectana) carpocapsae.* หน้า 331-336. *ใน* : เอกสารวิชาการ การป้องกันกำจัดศัตรูพืชโดยวิธีผสมผสาน. กองกีฏและสัตววิทยา กรมวิชาการเกษตร.

อุทัย เกตุนุติ. 2544. การควบคุมแมลงศัตรูพืชด้วยไวรัส เอ็น พี วี. หน้า 140-145. *ใน* : หลักและวิธีการผลิตผักอนามัย. กรมวิชาการเกษตร.

อัจฉรา ตันติโชดก. 2544. บีที สารชีวินทรีย์กำจัดแมลงศัตรูพืช. หน้า 146-148. *ใน* : หลักและวิธีการผลิตผักอนามัย. กรมวิชาการเกษตร.

Tangchitsomkid, N. 2000. A new entomopathogenic nematode (Rhabditida : Steinernematidae) in Thailand : Taxonomy, biology and Its potential for biological control. Ph.D. thesis, Kasetsart University, Bangkok. 105 p.