

ประสิทธิภาพของชีวภัณฑ์ในการควบคุม  
ด้วงหมัดผัก (*Phyllotreta sinuate*) และ  
หนอนกระทู้ผัก (*Spodoptera litura*) ในระบบการผลิตกะน้า  
Efficiency of Bioformulation to *Phyllotreta sinuate*  
and *Spodoptera litura* Controls on  
Chinese Kale Production System

ประทุมพร พลอดภัย, พงศธร พรโลکانนธ์ และดุสิต อธิณัฐวัฒน์\*

สาขาการจัดการเกษตรอินทรีย์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ศูนย์รังสิต ตำบลคลองหนึ่ง อำเภอคลองหลวง จังหวัดปทุมธานี 12120

Pratumporn Plodpai, Phongsathon Poralokanon and Dusit Athinuwat\*

Major of Organic Farming Management, Faculty of Science and Technology,

Thammasat University, Rangsit Centre, Khlong Nueng, Khlong Luang, Pathum Thani 12120

## บทคัดย่อ

การศึกษาผลของการควบคุมแมลงศัตรูผักกะน้าโดยการใช้ชีวภัณฑ์ที่ผลิตขึ้นเองภายใต้สภาพแปลงผลิตผักกะน้าในพื้นที่อำเภอไทรน้อย จังหวัดนนทบุรี ประกอบด้วย 4 กรรมวิธี ได้แก่ การคลุกหรือไม่คลุกเมล็ดด้วยชีวภัณฑ์จากแบคทีเรียที่อยู่บริเวณรากพืชซึ่งทำหน้าที่ส่งเสริมการเจริญเติบโตของพืช (พีจีพีอาร์) *Pseudomonas fluorescens* เข้มข้น  $1 \times 10^8$  cfu/ml อัตรา 2 กรัม ต่อเมล็ด 1 กิโลกรัม ตามด้วยการพ่นใบด้วยชีวภัณฑ์จากราก่อโรคของแมลง *Beauveria bassiana* เข้มข้น  $1 \times 10^8$  spore/ml และ *Bacillus thuringiensis* (BT) เข้มข้น  $1 \times 10^8$  cfu/ml อัตรา 20 กรัม ต่อน้ำ 20 ลิตร ทุก 7 วัน จำนวน 4 ครั้ง เมื่อกะน้าอายุ 7, 14, 21 และ 28 วันหลังปลูก เปรียบเทียบกับการปฏิบัติของเกษตรกรที่ยังคงมีการใช้สารเคมีและปุ๋ยเคมีและกรรมวิธีที่ไม่มีการควบคุมใด ๆ ซึ่งทุกกรรมวิธีถูกวางแผนการทดลองแบบ RCB กรรมวิธีละ 4 ซ้ำ ผลการทดลองพบว่ากรรมวิธีที่มีการใช้ชีวภัณฑ์จากพีจีพีอาร์และจากราก่อโรคของแมลงทั้ง 2 กรรมวิธี มีประสิทธิภาพในการลดประชากรด้วงหมัดผัก (*Phyllotreta sinuate*) และหนอนกระทู้ผัก (*Spodoptera litura*) ได้อย่างแตกต่างทางสถิติกับกรรมวิธีควบคุม ( $p=0.05$ ) โดยในกรรมวิธีปฏิบัติของเกษตรกรและกรรมวิธีที่ไม่มีการควบคุมใด ๆ พบศัตรูพืชทั้ง 2 ชนิด ระบาดเกินระดับเศรษฐกิจในบางระยะการเจริญเติบโตของผักกะน้า อย่างไรก็ตาม ปริมาณผลิตผลผักกะน้าจากกรรมวิธีที่มีการใช้ชีวภัณฑ์ทั้ง 2 กรรมวิธี ไม่แตกต่างทางสถิติจากการปฏิบัติของเกษตรกร ( $p=0.05$ ) ยิ่งไปกว่านั้นยังพบว่าประชากรของ *P. fluorescens*, *B. bassiana* และ BT มีปริมาณเพิ่มขึ้นหลังมีการใช้ชีวภัณฑ์ชนิดต่าง ๆ และประชากรของ

\*ผู้รับผิดชอบบทความ : athinova6@hotmail.com

จุลินทรีย์เหล่านี้จะลดลงหลังการเก็บเกี่ยวผลผลิต แสดงให้เห็นถึงประสิทธิภาพของชีวภัณฑ์ที่ผลิตขึ้นเองในการควบคุมแมลงศัตรูที่สำคัญ ได้แก่ ตัวงหมัดผัก และหนอนกระทู้ผัก ซึ่งสามารถนำไปประยุกต์ในโปรแกรมการจัดการแบบผสมผสานเพื่อลดหรือทดแทนสารเคมีป้องกันกำจัดแมลงศัตรูพืชและปุ๋ยเคมี ตลอดจนพัฒนาไปสู่ระบบเกษตรอินทรีย์หรือเกษตรยั่งยืนต่อไป

**คำสำคัญ :** จุลินทรีย์ปฏิปักษ์; ตัวงหมัด; ผลผลิตพันธุ์จุลินทรีย์

## Abstract

Study on the effect of insect pests control by our bioformulations on Chinese kale production under field conditions at Sai Noi Subdistrict Municipality, Nonthaburi province. Four treatments included 2 g/1 kg seed treatment with or without bioformulation of plant growth promoting rhizobacteria (PGPR), *Pseudomonas fluorescens* ( $1 \times 10^8$  cfu/ml) followed by 4-foliar-spray-intervals with 20 g/ 20 L water of bioformulations of insect pathogens, *Beauveria bassiana* ( $1 \times 10^8$  spore/ml) and *Bacillus thuringiensis* (BT) ( $1 \times 10^8$  cfu/ml) at 7, 14, 21, and 28 days after planting compared to farming practice that using agrochemical and synthetic fertilizer and non-treated control. All treatments were managed in RCB with four replications. Two treatments including seed treatment with or without PGPR bioformulation and foliar spray with insect pathogen bioformulations resulted in significantly reduced of flea beetle (*Phyllotreta sinuata*) and common cutworm (*Spodoptera litura*) when compared to the control treatments ( $p = 0.05$ ). Insect pests were increased over economic threshold level at some growth stage of Chinese kale in farming practice and non-treated control but not in bioformulation treatments. However, marketable yield per rai of the bioformulation treatments and farmer practice were not significantly different ( $p = 0.05$ ). Moreover, *P. fluorescens*, *B. bassiana* and BT populations in the soil were increased after bioformulations application and decreased after harvested time. This study illustrates the potential of our bioformulations to suppress both important insects. They could become a component of an integrated program to reduce or replace the application of synthetic insecticide and fertilizer in Chinese kale production system and developing for organic farming or sustainable agriculture.

**Keywords:** antagonistic microorganism; flea beetle; bioproduct

## 1. บทนำ

คะน้าเป็นผักที่ตลาดมีความต้องการสูงมาก เนื่องจากเป็นผักที่นิยมบริโภคและมีคุณค่าทางอาหารสูง อย่างไรก็ตาม ในกระบวนการผลิตมักพบปัญหาการ

ถูกรบกวนจากศัตรูพืช ได้แก่ โรคพืช แมลงศัตรูพืช และวัชพืช อยู่เป็นประจำ ประกอบกับตลาดมีความต้องการผักที่มีคุณภาพสูงปราศจากรอยทำลายของแมลง ซึ่งแมลงศัตรูที่สำคัญของผักคะน้า ได้แก่ ตัวง

หมัดผัก หนอนกระทู้ผัก หนอนกระทู้หอม และหนอนใยผัก เป็นต้น โดยด้วงหมัดผัก เป็นแมลงศัตรูที่สำคัญของพืชผักตระกูลกะหล่ำ สามารถเข้าทำลายได้ทุกระยะการเจริญเติบโตของพืช ตัวอ่อนชอบกัดกินหรือซ่อนไข่เข้าไปกินอยู่บริเวณโคนต้น ลำต้น หรือราก ทำให้ผักเหี่ยวเฉาและไม่เจริญเติบโต ถ้ารากถูกทำลายเป็นจำนวนมาก จะส่งผลทำให้พืชผักตายได้ ตัวเต็มวัยจะกัดกินใบผักเป็นรูพรุน ทำให้ต้นกล้าผักมีอาการแคระแกร็นหรือตายไปในที่สุด วิธีการป้องกันกำจัดแมลงชนิดนี้เกษตรกรนิยมใช้สารเคมี เนื่องจากสะดวก รวดเร็ว และหาซื้อง่าย ได้แก่ คาร์บาริล ไดโครโตพอส โพรพิโนฟอส และฟิโนบูคาร์บ เป็นต้น สำหรับหนอนกระทู้ผัก จัดเป็นแมลงศัตรูที่สำคัญของพืชเศรษฐกิจหลายชนิด โดยในระยะแรกหนอนจะอยู่รวมกันเป็นกลุ่ม กัดกินใบพืชผักจนเหลือแต่เส้นใบ เมื่อผิวใบแห้งจะมองเห็นเป็นสีขาว เมื่อหนอนอยู่ในวัยที่ 2-3 จะแยกกลุ่มออกไปกัดกินใบพืช โดยจะกัดกินจากขอบใบเข้าไป อัตราการกินอาหารจะเพิ่มขึ้นตามวัยของหนอน ในตอนกลางวันอากาศร้อน หนอนจะทิ้งตัวลงไปอาศัยอยู่ตามรอยแตกของดินบริเวณโคนต้น และจะขึ้นมากัดทำลายใบพืชในช่วงกลางคืน สารเคมีที่นิยมใช้ในการป้องกันกำจัด ได้แก่ ไดอะเฟนโธริออน + ฟิโนบูคาร์บ เบทาไซเปอร์เมทริน และอะบาเม็กติน [1] แต่ในปัจจุบันผู้บริโภคหันมาคำนึงถึงปัญหาสุขภาพและสิ่งแวดล้อมที่มาจากพิษภัยของสารเคมีทางการเกษตรกันมากขึ้น ประกอบกับแมลงศัตรูพืชดื้อสารเคมี เกษตรกรกรมทางเลือกจึงกลับมาใช้ชีวภัณฑ์ที่สามารถตอบสนองความต้องการของผู้บริโภคในปัจจุบันได้เป็นอย่างดี อีกทั้งยังมีรายงานวิจัยเกี่ยวกับการใช้จุลินทรีย์สายพันธุ์ต่าง ๆ การใช้ศัตรูธรรมชาติ รวมทั้งการใช้สารสกัดพืชในการป้องกันกำจัดแมลงศัตรูพืชต่าง ๆ โดยเฉพาะกลุ่มพืชผักได้ดีทัดเทียมกับสารเคมี [2,7]

*Beauveria bassiana* เป็นราในดิน มีลักษณะ

เส้นใยเป็นสีขาว เป็นจุลินทรีย์ที่นำมาใช้ในการควบคุมแมลงศัตรูพืชหลายชนิดขึ้นอยู่กับสายพันธุ์ ซึ่งราในกลุ่มนี้มักจะเป็นสาเหตุก่อให้เกิดโรค “muscadine” ในแมลง โดยเรียกราคาชนิดนี้ว่า “white muscadine” เนื่องจากพบว่าเป็นสาเหตุให้เกิดโรคครั้งแรกกับหนอนไหม [18] นอกจากนี้แมลงอาศัยส่วนใหญ่อยู่ในกลุ่ม Lepidoptera, Coleoptera และ Hemiptera แต่บางครั้งอาจพบในกลุ่ม Diptera และ Hymenoptera [19] ราชนิดนี้จัดอยู่ใน Phylum: Ascomycota, Class: Sordariomycetes พบแพร่กระจายได้ทั่วไป และถูกนำมาผลิตเป็นชีวภัณฑ์ทางการค้าภายใต้ชื่อการค้าต่าง ๆ ในหลายประเทศ ได้แก่ Bea-sin ในเม็กซิโก Boverin ในรัสเซีย Boverol-spofo ในเช็กโกสโลวาเกีย Conidia ในโคลัมเบีย Mycotrol ในอเมริกา Ostrinil ในฝรั่งเศส และ Proecol ในเวเนซุเอลา เป็นต้น [20]

*Bacillus thuringiensis* (BT) เป็นแบคทีเรียที่พบแพร่กระจายได้ทั่วไป มีประสิทธิภาพในการฆ่าหนอนของแมลงได้ [2] ในต่างประเทศได้มีการพัฒนาจุลินทรีย์ *B. thuringiensis* ทั้งสายพันธุ์ที่คัดสรรจากธรรมชาติและสายพันธุ์ที่มาจาก การดัดแปลงพันธุกรรมเป็นชีวภัณฑ์สำหรับการค้ามากกว่า 3 ทศวรรษ [14] สำหรับประเทศไทยได้มีหน่วยงานรัฐและเอกชนบางแห่งคัดเลือก *B. thuringiensis* จากสภาพธรรมชาติมาพัฒนาเป็นชีวภัณฑ์และทดสอบในสภาพแปลงปลูกพืชของเกษตรกร [2,5,10] สำหรับ *Pseudomonas fluorescens* เป็นแบคทีเรียบริเวณรากพืชมีศักยภาพในการส่งเสริมการผลิตพืชนานาชนิด ด้วยคุณลักษณะพิเศษหลายประการ เช่น สามารถเจริญแข่งขันคลุมทับเชื้อโรคได้อย่างรวดเร็ว และผลิต siderophore ที่มีความจำเพาะเจาะจงในการจับกับอนุมูลของธาตุเหล็กในดิน ทำให้ธาตุเหล็กอยู่ในรูปแบบที่แบคทีเรียที่มีประโยชน์และพืชนำไปใช้ได้ดี ตลอดจนสามารถผลิต

สารปฏิชีวนะหลายชนิดยับยั้งเชื้อโรคได้โดยตรง รวมทั้งสามารถผลิตฮอร์โมนพืช indole-3-acetic acid (IAA) และ gibberellin กระตุ้นให้พืชเศรษฐกิจเจริญเติบโตสมบูรณ์แข็งแรงอย่างรวดเร็ว รวมทั้งการผลิตสารต่าง ๆ ในระบบภูมิคุ้มกัน ได้แก่ salicylic acid, jasmonic acid,  $\beta$ -1,3-glucanase, peroxidase, phenolics, guaiacol peroxidase และ glucanase ที่ช่วยยับยั้งการเข้าทำลายของโรคและแมลง [15-17] ซึ่งส่งผลให้พืชมีผลผลิตที่มีคุณภาพเพิ่มขึ้น การศึกษาวิจัยในครั้งนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาประสิทธิภาพของชีวภัณฑ์ชนิดผงที่ผลิตขึ้นเอง ได้แก่ *Pseudomonas fluorescens*, *Beauveria bassiana* และ *Bacillus thuringiensis* (BT) ในการควบคุมด้วงหมัดผักและหนอนกระทู้ผักในสภาพแปลงปลูกผักคะน้าของเกษตรกร สำหรับเป็นแนวปฏิบัติในการลดหรือลดการใช้สารเคมีป้องกันกำจัดแมลงศัตรูพืช ตลอดจนเป็นแนวทางในการยกระดับการผลิตผักคะน้าให้ได้มาตรฐานเกษตรอินทรีย์ต่อไป

## 2. อุปกรณ์และวิธีการ

### 2.1 การวางแผนการทดลอง

การทดสอบประสิทธิภาพชีวภัณฑ์ชนิดผงที่ผลิตขึ้นเอง 3 สูตร ซึ่งดำเนินการในแปลงปลูกพืชของเกษตรกร อำเภอไทรน้อย จังหวัดนนทบุรี ระหว่างเดือนมีนาคม - พฤษภาคม พ.ศ. 2557 ประกอบด้วย 4 กรรมวิธี คือ (1) การคลุมเมล็ดด้วยชีวภัณฑ์แบคทีเรียจากบริเวณรากพืชที่ทำหน้าที่ส่งเสริมการเจริญเติบโตของพืช (plant growth promoting rhizobacterium, PGPR) *Pseudomonas fluorescens* (ความเข้มข้น  $1 \times 10^8$  cfu/ml) อัตรา 2 กรัม ต่อเมล็ด 1 กิโลกรัม [17] ตามด้วยการพ่นใบด้วยชีวภัณฑ์กำจัดแมลงชนิดผง *Beauveria bassiana* ( $1 \times 10^8$  spore/ml) ร่วมกับชีวภัณฑ์แบคทีเรียกำจัดแมลงชนิดผง

*Bacillus thuringiensis* (BT) ( $1 \times 10^8$  cfu/ml) อัตราเดียวกัน 20 กรัม ต่อน้ำ 20 ลิตร ทุก 7 วัน จำนวน 4 ครั้ง เมื่อคะน้าอายุ 7, 14, 21 และ 28 วันหลังปลูก (2) การพ่นใบด้วยชีวภัณฑ์ *B. bassiana* ( $1 \times 10^8$  spore/ml) ร่วมกับชีวภัณฑ์ BT ( $1 \times 10^8$  cfu/ml) อัตรา 20 กรัม ต่อน้ำ 20 ลิตร ทุก 7 วัน จำนวน 4 ครั้ง เมื่อคะน้ามีอายุ 7, 14, 21 และ 28 วันหลังปลูก (3) การปฏิบัติของเกษตรกรที่ใช้สารเคมีป้องกันกำจัดแมลงศัตรูพืชทุก 3-5 วัน และปุ๋ยเคมีอัตรา 10 กิโลกรัมต่อไร่ เมื่อคะน้าอายุ 10 วัน และ 30 วัน โดยขณะพ่นสารเคมีจะใช้ผ้าพลาสติกกันเหนื่อลมเพื่อป้องกันสารเคมีปนเปื้อน และ (4) กรรมวิธีที่ไม่มีการควบคุมใด ๆ

### 2.2 การเตรียมพื้นที่ปลูก

แบ่งแปลงทดลองออกเป็นแปลงย่อยขนาด  $4 \times 6$  เมตร จำนวน 16 แปลง โดยเกลี่ยดิน ให้ทุกแปลงย่อยมีความสม่ำเสมอ [4] ซึ่งทุกกรรมวิธีถูกวางแผนการทดลองแบบ RCB กรรมวิธีละ 4 ซ้ำ ภายใต้ปัจจัยควบคุม คือ ทุกแปลงหลังหว่านเมล็ดคะน้าจะคลุมแปลงปลูกด้วยฟางข้าวเพื่อป้องกันนกจิกกินเมล็ดพืชและรักษาความชุ่มชื้นของแปลงปลูก รดน้ำวันละ 2 ครั้ง คือ เช้าและเย็น นอกจากนี้มีการพ่นน้ำหมักมูลสุกร อัตรา 10 ลิตร ต่อน้ำ 60 ลิตร และใส่ปุ๋ยคอกหมัก อัตรา 1 ตันต่อไร่ โดยแบ่งใส่ในขั้นเตรียมดิน และเมื่อพืชอายุ 10 และ 30 วัน ตามลำดับ รวมทั้งมีการกำจัดวัชพืชด้วยวิธีกล (ถอน)

### 2.3 การเก็บข้อมูลการเจริญเติบโตและผลผลิตคะน้า

เก็บข้อมูลด้านการเจริญเติบโตจากคะน้า 20 ต้น ต่อแปลง ได้แก่ ความสูงต้นโดยวัดจากข้อใบเลี้ยงถึงปลายใบ น้ำหนักเฉลี่ยต่อต้น ปริมาณผลผลิตก่อนตัดแต่งและหลังตัดแต่ง รวมทั้งสำรวจประชากรของด้วงหมัดผักและหนอนกระทู้ผักทุก 7 วัน จนกระทั่งเก็บเกี่ยว

## 2.4 วิเคราะห์ปริมาณจุลินทรีย์ในแปลงปลูก

### พืช

สุ่มเก็บตัวอย่างดินในแปลงปลูกคะน้าที่มีการใช้ชีวภัณฑ์จากจุลินทรีย์ชนิดต่าง ๆ โดยเก็บตัวอย่างดินลึกจากผิวดินประมาณ 15-20 เซนติเมตร จำนวน 4 ครั้ง ได้แก่ ก่อนการปลูกพืช เมื่อพืชอายุ 15 วัน เมื่อพืชอายุ 30 วัน และหลังการเก็บเกี่ยว 7 วัน โดยเก็บแบบสุ่มกระจายทั่วแปลงจุดละ 1 กิโลกรัม เป็นจำนวน 10 จุด ต่อแปลงในลักษณะตัวอักษร W มาผสมคลุกเคล้าให้เข้ากันและแยกเชื้อด้วยวิธี soil dilution plate โดยการนำตัวอย่างดินจำนวน 1 กรัม ผสมลงในน้ำกลั่นนิ่งฆ่าเชื้อ 9 มิลลิลิตร ผสมให้เข้ากันด้วยเครื่อง vortex mixer ปลอ่ยให้ดินตกตะกอน 10 นาที และเก็บเฉพาะส่วนของน้ำมาเจือจาง ด้วยวิธีการ ten-fold serial dilution จากนั้นใช้ micropipette ดูด suspension ปริมาตร 0.1

มิลลิลิตร กระจายให้ทั่วบนอาหารกึ่งเลือกเฉพาะที่เหมาะสมต่อจุลินทรีย์แต่ละชนิด นำไปบ่มไว้ที่อุณหภูมิห้อง นาน 48 ชั่วโมง ตรวจนับโคโลนีของจุลินทรีย์เป้าหมายพร้อมยืนยันสายพันธุ์จุลินทรีย์แต่ละชนิดด้วยเทคนิค PCR โดยใช้ primer จำเพาะ

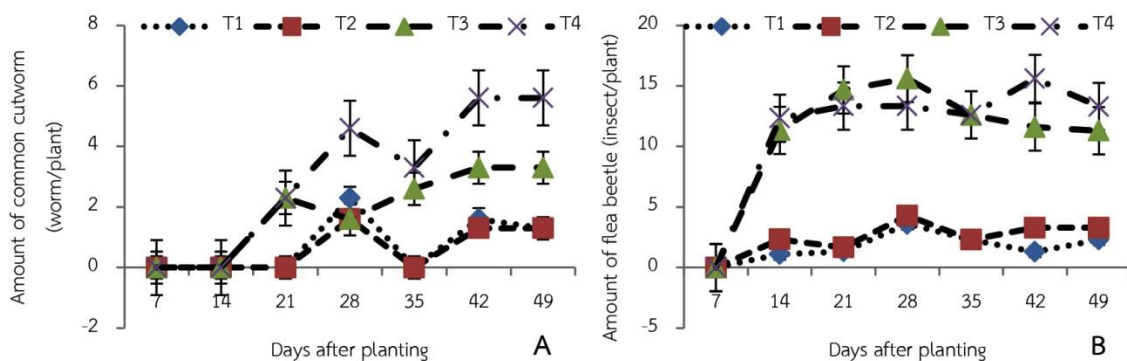
## 2.5 วิเคราะห์ข้อมูล และค่าความแปรปรวนทางสถิติ

นำข้อมูลที่ได้นำมาวิเคราะห์ผลและ ความแปรปรวนด้วยวิธี ANOVA และเปรียบเทียบความแตกต่างค่าเฉลี่ยในแต่ละชุดการทดลองด้วย วิธี Duncan's new multiple range tests

## 3. ผลการวิจัย

### 3.1 ปริมาณหนอนกระทู้ผักและด้วงหมัดผัก

เมื่อวิเคราะห์ผลการสำรวจประชากรของหนอนกระทู้ผัก (รูปที่ 1A) และด้วงหมัดผัก (รูปที่ 1B)



รูปที่ 1 ประชากรหนอนกระทู้ผักและด้วงหมัดผักในแปลงเกษตรกร อำเภอไทรน้อย จังหวัดนนทบุรี ระหว่างเดือนมีนาคม-พฤษภาคม พ.ศ. 2557 โดย T1 = คลุกเมล็ดด้วยชีวภัณฑ์ *Pseudomonas fluorescens* อัตรา 2 กรัม ต่อเมล็ด 1 กิโลกรัม และพ่นใบด้วยชีวภัณฑ์ *Beauveria bassiana* ร่วมกับชีวภัณฑ์ *Bacillus thuringiensis* (BT) อัตรา 20 กรัม ต่อน้ำ 20 ลิตร ทุก 7 วัน จำนวน 4 ครั้ง เมื่อคะน้าอายุ 7, 14, 21 และ 28 วันหลังปลูก T2 = พ่นใบด้วยชีวภัณฑ์ *B. bassiana* ร่วมกับชีวภัณฑ์ BT อัตรา 20 กรัม ต่อน้ำ 20 ลิตร ทุก 7 วัน จำนวน 4 ครั้ง เมื่อคะน้ามีอายุ 7, 14, 21 และ 28 วันหลังปลูก T3 = การปฏิบัติของเกษตรกรที่ใช้สารเคมีป้องกันกำจัดแมลงศัตรูพืชทุก 3-5 วัน และปุ๋ยเคมีอัตรา 10 กิโลกรัมต่อไร่ เมื่อคะน้าอายุ 10 วัน และ 30 วัน และ T4 = กรรมวิธีที่ไม่มีการควบคุมใด ๆ

ในแต่ละกรรมวิธี พบว่ากรรมวิธีที่ 1 และ 2 ที่มีการใช้ชีวภัณฑ์ *Pseudomonas fluorescens* ( $1 \times 10^8$  cfu/ml) คลุกหรือไม่คลุกเมล็ดค่น้ำ อัตรา 2 กรัม ต่อเมล็ด 1 กิโลกรัม ตามด้วยการพ่นใบด้วยชีวภัณฑ์ *Beauveria bassiana* ( $1 \times 10^8$  spore/ml) และชีวภัณฑ์ *Bacillus thuringiensis* (BT) ( $1 \times 10^8$  cfu/ml) อัตรา 20 กรัม ต่อน้ำ 20 ลิตร ทุก 7 วัน จำนวน 4 ครั้ง เมื่อค่น้ำอายุ 7, 14, 21 และ 28 วันหลังปลูก (กรรมวิธีที่ 1 และ 2 ตามลำดับ) พบประชากรของหนอนกระทู้ผักและด้วงหมัดผักในเฉพาะบางช่วงการเจริญเติบโตของค่น้ำแตกต่างทางสถิติกับกรรมวิธีควบคุมทั้งการปฏิบัติของเกษตรกร (กรรมวิธีที่ 3) และกรรมวิธีที่ไม่มีการควบคุมใด ๆ (กรรมวิธีที่ 4) ( $p=0.05$ ) โดยพบหนอนกระทู้ผัก เมื่อค่น้ำมีอายุ 28, 42 และ 49 วัน และพบด้วงหมัดผักตั้งแต่ค่น้ำอายุ 14 วัน เป็นต้นไป (ซึ่งในการพบแต่ละครั้งประชากรของหนอนกระทู้ผักและด้วงหมัดผักอยู่ในระดับต่ำกว่าระดับเศรษฐกิจ ได้แก่ ผีเสื้อหนอนกระทู้ผัก 1 ตัวต่อต้น และด้วงหมัดผัก 0.1-0.6 ตัวต่อต้น) [1] ขณะที่กรรมวิธีที่ 3 การปฏิบัติของเกษตรกร พบการระบาดของหนอนกระทู้ผักและด้วงหมัดผักตั้งแต่อายุ 21 และ 14 วัน เป็นต้นไป ตามลำดับ จนกระทั่งเก็บเกี่ยว และบางครั้งพบการระบาดเกินระดับเศรษฐกิจ ดังภาพที่ 1A และ 1B

### 3.2 การเจริญเติบโตและผลผลิตค่น้ำ

ผลของการใช้ชีวภัณฑ์ *P. fluorescens* คลุกหรือไม่คลุกเมล็ดค่น้ำ ตามด้วยการพ่นใบด้วยชีวภัณฑ์ *B. bassiana* และชีวภัณฑ์ BT (กรรมวิธีที่ 1 และ 2 ตามลำดับ) พบว่ามีประสิทธิภาพในการส่งเสริมการเจริญเติบโตของผักค่น้ำด้านความสูงของลำต้น น้ำหนักเฉลี่ยต่อต้น ปริมาณผลผลิตก่อนตัดแต่งและหลังตัดแต่งไม่แตกต่างทางสถิติกับกรรมวิธีของเกษตรกรที่มีการใช้ปุ๋ยเคมีและสารเคมี (กรรมวิธีที่ 3)

แต่แตกต่างทางสถิติกับกรรมวิธีควบคุม (กรรมวิธีที่ 4) ( $p=0.05$ ) ดังรายละเอียดในตารางที่ 1 โดยพบว่ากรรมวิธีที่ 1 และ 2 ผักค่น้ำมีความสูงของลำต้น; น้ำหนักเฉลี่ยต่อต้น; ผลผลิตก่อนตัดแต่ง; และผลผลิตหลังตัดแต่ง เท่ากับ 34.2 และ 33.4 เซนติเมตร; 24.2 และ 25.3 กรัม; 910 และ 895 กิโลกรัมต่อไร่; และ 728 และ 715 กิโลกรัมต่อไร่ ตามลำดับ ขณะที่กรรมวิธีที่ 3 การปฏิบัติของเกษตรกร ผักค่น้ำมีความสูงของลำต้น 35.5 เซนติเมตร น้ำหนักเฉลี่ยต่อต้น 25.5 กรัม ผลผลิตก่อนตัดแต่งและหลังตัดแต่ง 914 และ 740 กิโลกรัมต่อไร่ ตามลำดับ และกรรมวิธีที่ 4 กรรมวิธีที่ไม่มีการควบคุมใด ๆ ซึ่งเป็นกรรมวิธีควบคุมผักค่น้ำมีความสูงของลำต้น 25.3 เซนติเมตร น้ำหนักเฉลี่ยต่อต้น 18.9 กรัม ผลผลิตก่อนตัดแต่งและหลังตัดแต่ง 615 และ 455 กิโลกรัมต่อไร่ ตามลำดับ (ตารางที่ 1)

เมื่อวิเคราะห์เปอร์เซ็นต์การสูญเสียหลังตัดแต่งก็พบว่าไม่มีความแตกต่างกันในแต่ละกรรมวิธีที่มีการใช้ชีวภัณฑ์จากจุลินทรีย์สายพันธุ์ต่าง ๆ ชนิดผงและสารเคมีในการควบคุมแมลงศัตรูพืชที่สำคัญ โดยพบว่ามูลค่าเฉลี่ยของการสูญเสียหลังการตัดแต่ง 20 % ขณะที่กรรมวิธีที่ไม่มีการควบคุมใด ๆ เกิดการสูญเสียจากการตัดแต่ง 27 %

### 3.3 ปริมาณจุลินทรีย์ในแปลงปลูกพืช

การวิเคราะห์ปริมาณของ *Pseudomonas fluorescens*, *Beauveria bassiana* และ *Bacillus thuringiensis* ในแปลงเกษตรกร อำเภอไทรน้อย จังหวัดนนทบุรี ในช่วงเวลาต่าง ๆ ของการทดลอง ซึ่งมีการใช้ชีวภัณฑ์จากจุลินทรีย์ชนิดต่าง ๆ พบว่าก่อนการปลูกพืชไม่พบจุลินทรีย์ทั้ง 3 ชนิด ในแปลงปลูกพืชของเกษตรกร เมื่อวิเคราะห์ปริมาณจุลินทรีย์ทั้ง 3 ชนิด เมื่อค่น้ำมีอายุ 15 วัน พบปริมาณ *P. fluorescens*, *B. bassiana* และ *B. thuringiensis*

เท่ากับ  $2.3 \times 10^{11}$ ,  $1.4 \times 10^8$  และ  $2.1 \times 10^{10}$  cfu/g soil ของจุลินทรีย์ทั้ง 3 ชนิด จะคงที่เมื่อค่น้ำมีอายุ 30 วัน ซึ่งเพิ่มขึ้นจากปริมาณจุลินทรีย์เริ่มต้น (inoculum) ใน แต่ปริมาณจุลินทรีย์ทั้ง 3 ชนิดจะลดลงเมื่อวิเคราะห์ชีวภัณฑ์จากจุลินทรีย์ชนิดต่าง ๆ ( $1 \times 10^8$ ) โดยปริมาณ ปริมาณจุลินทรีย์ในดินหลังการเก็บเกี่ยว

**ตารางที่ 1** ผลของการใช้ชีวภัณฑ์จากจุลินทรีย์สายพันธุ์ต่าง ๆ ชนิดผ่งร่วมในการผลิตผักคะน้าในแปลงเกษตรกรอำเภอไทรน้อย จังหวัดนนทบุรี ระหว่างเดือนมีนาคม - พฤษภาคม พ.ศ. 2557

| กรรมวิธี <sup>1/</sup> | ความสูงต้น<br>(ซม.) | ผลผลิตก่อนตัดแต่ง<br>(กก./ไร่) | ผลผลิตหลังตัดแต่ง<br>(กก./ไร่) | น้ำหนักเฉลี่ยต่อต้น<br>(กรัม) |
|------------------------|---------------------|--------------------------------|--------------------------------|-------------------------------|
| T1                     | 34.2±0.04a          | 910±3.77a                      | 728±1.79a                      | 24.2±0.17a                    |
| T2                     | 33.4±0.55a          | 895±2.63a                      | 715±2.56a                      | 25.3±0.09a                    |
| T3                     | 35.5±0.22a          | 914±3.11a                      | 740±1.92a                      | 25.5±0.03a                    |
| T4                     | 25.3±0.58b          | 615±1.28b                      | 455±2.63b                      | 18.9±0.05b                    |

<sup>1/</sup>T1 = คลุกเมล็ดด้วยชีวภัณฑ์ *Pseudomonas fluorescens* อัตรา 2 กรัม ต่อเมล็ด 1 กิโลกรัม และพ่นใบด้วยชีวภัณฑ์ *Beauveria bassiana* ร่วมกับชีวภัณฑ์ *Bacillus thuringiensis* (BT) อัตรา 20 กรัม ต่อน้ำ 20 ลิตร ทุก 7 วัน จำนวน 4 ครั้ง เมื่อค่น้ำมีอายุ 7, 14, 21 และ 28 วันหลังปลูก T2 = พ่นใบด้วยชีวภัณฑ์ *B. bassiana* ร่วมกับชีวภัณฑ์ BT อัตรา 20 กรัม ต่อน้ำ 20 ลิตร ทุก 7 วัน จำนวน 4 ครั้ง เมื่อค่น้ำมีอายุ 7, 14, 21 และ 28 วันหลังปลูก T3 = การปฏิบัติของเกษตรกรที่ใช้สารเคมีป้องกันกำจัดแมลงศัตรูพืชทุก 3-5 วัน และปุ๋ยเคมีอัตรา 10 กิโลกรัมต่อไร่ เมื่อค่น้ำมีอายุ 10 วัน และ 30 วัน และ T4 = กรรมวิธีที่ไม่มีการควบคุมใด ๆ

**ตารางที่ 2** ปริมาณของ *Pseudomonas fluorescens*, *Beauveria bassiana* และ *Bacillus thuringiensis* ในแปลงเกษตรกรอำเภอไทรน้อย จังหวัดนนทบุรี ระหว่างเดือนมีนาคม - พฤษภาคม พ.ศ. 2557

| ช่วงเวลา             | ปริมาณจุลินทรีย์แต่ละชนิดในแปลงเกษตรกร (cfu/g soil) |                           |                               |
|----------------------|-----------------------------------------------------|---------------------------|-------------------------------|
|                      | <i>Pseudomonas fluorescens</i>                      | <i>Beauveria bassiana</i> | <i>Bacillus thuringiensis</i> |
| ก่อนการปลูกพืช       | -                                                   | -                         | -                             |
| เมื่อพืชอายุ 15 วัน  | $2.3 \times 10^{11}$                                | $1.4 \times 10^8$         | $2.1 \times 10^{10}$          |
| เมื่อพืชอายุ 30 วัน  | $1.7 \times 10^{11}$                                | $1.9 \times 10^8$         | $1.5 \times 10^{10}$          |
| หลังเก็บเกี่ยว 7 วัน | $3.4 \times 10^9$                                   | $1.5 \times 10^6$         | $1.9 \times 10^8$             |

#### 4. วิจารณ์

ปัจจุบันการนำจุลินทรีย์ที่มีประโยชน์มาพัฒนาเป็นชีวภัณฑ์สำหรับควบคุมโรค แมลง และวัชพืช ตลอดจนส่งเสริมการเจริญเติบโตของพืชต่าง ๆ ได้รับ

ความสนใจเป็นอย่างมาก เนื่องจากมีศักยภาพในการนำมาปรับใช้ในระบบการผลิตพืชอาหารปลอดภัยและระบบการผลิตพืชแบบเกษตรอินทรีย์ โดยสมบัติหรือประสิทธิภาพของจุลินทรีย์แต่ละชนิดในการควบคุม

ศัตรูพืชและส่งเสริมสุขภาพพืชจะแตกต่างกันไปขึ้นอยู่กับกลไกและบทบาทของจุลินทรีย์ชนิดนั้น ๆ [12] การพัฒนาชีวภัณฑ์จากจุลินทรีย์จึงถือเป็นขั้นตอนหรือกระบวนการสำคัญที่จะสามารถส่งเสริมให้การนำจุลินทรีย์สายพันธุ์ต่าง ๆ ไปปรับใช้ในระบบการผลิตพืชได้อย่างมีประสิทธิภาพสูงสุด ซึ่งชีวภัณฑ์ที่ดีจะต้องมีสมบัติในการส่งเสริมการเจริญหรือการเพิ่มปริมาณของจุลินทรีย์ขณะนำไปใช้กับพืช สามารถรักษาหรือคงความมีชีวิตรอดของจุลินทรีย์ ตลอดจนส่งเสริมประสิทธิภาพของจุลินทรีย์ในกลไกที่มีประโยชน์ต่อระบบต่าง ๆ ของพืช [15] ซึ่งจากผลการทดลองแสดงให้เห็นว่าผงจุลินทรีย์ที่ผลิตขึ้นทั้ง 3 ชนิด มีประสิทธิภาพส่งเสริมร่วมกัน (ไม่เป็นปฏิปักษ์ต่อกัน) ในการส่งเสริมการผลิตผักคะน้าให้ได้ผลผลิตคุณภาพ อีกทั้งยังมีประสิทธิภาพสูงในการควบคุมด้วงหมัดผักและหนอนกระทู้ผักได้ดีทัดเทียมกับการใช้สารเคมีและปุ๋ยเคมี เนื่องจากจุลินทรีย์เหล่านี้ทำหน้าที่แยกแตกต่างกันไป โดย *P. fluorescens* มีประสิทธิภาพในการควบคุมโรคที่ผิวเมล็ดพันธุ์และโรคทางใบและลำต้นจากการคลุกเมล็ดและพ่นใบ ตามลำดับ รวมทั้งผลิตฮอร์โมนพืชและกระตุ้นภูมิคุ้มกันพืช [11] สอดคล้องกับ สุดฤดี และคณะ [8] ซึ่งรายงานประสิทธิภาพของการใช้จุลินทรีย์สายพันธุ์เดียวและการผสมสายพันธุ์ในการส่งเสริมการเจริญเติบโตและควบคุมแมลงศัตรูของข้าวและพืชผักตระกูลกะหล่ำได้ดีทัดเทียมกับสารเคมี รวมทั้ง จริยา และคณะ [3] ได้คัดเลือกสายพันธุ์ BT ที่มีประสิทธิภาพสูง เพื่อใช้ควบคุมแมลงศัตรูที่คือสารเคมี ได้แก่ หนอนใยผัก หนอนกระทู้หอม และหนอนเจาะสมอฝ้าย เป็นต้น โดย นันทนัช และคณะ [5] รายงานประสิทธิภาพการใช้แบคทีเรีย BT สายพันธุ์ไทย JC590 เพื่อควบคุมหนอนกระทู้ผักในไม้ดอกไม้ประดับ 2 ชนิด คือ จิบซีฟิลลาและพิทูเนียในสภาพเรือนปลูกทดลองและสภาพแปลงปลูก พบว่า BT

สายพันธุ์ JC590 มีประสิทธิภาพทัดเทียมกับ BT การค้าและสารเคมี (cypermethin) ทั้งในสภาพเรือนปลูกทดลองและสภาพแปลงปลูก นอกจากนี้ยังพบว่า BT สามารถทำงานเสริมประสิทธิภาพกับชีวภัณฑ์จากจุลินทรีย์ชนิดอื่น ๆ ได้เป็นอย่างดี ดังรายงานของ Mcvey และคณะ [13] ได้ทดลองผสม BT และ NPV ในการควบคุมหนอนคืบกะหล่ำปลี พบว่าผักคืบหนอนคืบกะหล่ำปลีที่ได้รับ BT จะมีขนาดเล็กกว่าผักคืบที่ได้รับจากหนอนที่ไม่ได้รับ BT และปิยรัตน์ และคณะ [6] พบว่า BT และ SeNPV สามารถนำไปใช้รวมในระบบการปลูกหน่อไม้ฝรั่งทดแทนสารเคมีสังเคราะห์ได้ โดยสามารถให้ผลผลิตใกล้เคียงกับแปลงที่ใช้สารเคมีสังเคราะห์ แต่การใช้วิธีการผสมผสานที่มีการใช้ BT และ NPV จะมีต้นทุนต่ำกว่า และให้ผลผลิตหน่อไม้ฝรั่งที่ไม่มีพิษตกค้างของสารเคมี

สำหรับรา *B. bassiana* เป็นราก่อโรคในแมลง (entomopathogenic fungus) ที่สามารถควบคุมแมลงศัตรูพืชได้หลายชนิด เช่น ตัวอ่อนและตัวเต็มวัยของด้วง และแมลงปากดูดต่าง ๆ และมีประวัติและวิวัฒนาการอันยาวนานควบคู่ไปกับการควบคุมแมลงศัตรูพืช โดยเฉพาะในระบบการผลิตพืชผักตระกูลกะหล่ำ สอดคล้องกับรายงานของ เสาวนิตย์ และคณะ [9] ที่พบว่า *B. bassiana* สายพันธุ์ชุมพร ทำให้หนอนกระทู้ผักและหนอนกระทู้หอมเกิดโรค 34 และ 19 % ตามลำดับ ส่วนด้วงหมัดผัก เพลี้ยแป้งสีชมพู และด้วงเต้านผีพบเป็นโรคที่เกิดจากการติดเชื้อจาก *B. bassiana* 57.78, 63.5 และ 76.67 % ตามลำดับ

ผลการทดลอง T1 และ T2 ให้ผลไม่แตกต่างกัน ทั้งจำนวนประชากรหนอนกระทู้ผักและด้วงหมัดผักที่พบ รวมทั้งผลผลิต แสดงให้เห็นว่าในทางปฏิบัติสามารถลดขั้นตอนการคลุกเมล็ดด้วย *P. fluorescens* เนื่องจาก *P. fluorescens* มีบทบาทสำคัญในการควบคุมโรคพืชและกระตุ้นภูมิคุ้มกันต้านศัตรูพืช ซึ่ง

ในช่วงเวลาดังกล่าวเป็นฤดูแล้งมีโรคระบาดน้อย  
อย่างไรก็ตาม *P. fluorescens* ยังมีความจำเป็นในช่วง  
ฤดูฝน ซึ่งเหมาะสมต่อการระบาดของเชื้อโรค

นอกจากนี้จากการนำความหลากหลายทาง  
ชีวภาพมาปรับใช้ในระบบการเกษตรทดแทนสารเคมี  
ทำให้แมลงศัตรูธรรมชาติและจุลินทรีย์ที่มีประโยชน์  
ต่าง ๆ กลับคืนสู่ระบบนิเวศเกษตรอีกครั้ง ส่งผลให้  
ระบบนิเวศเริ่มเข้าสู่ความสมดุล จึงไม่จำเป็นต้องพึ่งพา  
สารเคมีป้องกันกำจัดศัตรูพืช แสดงให้เห็นว่าชีวภัณฑ์  
จากจุลินทรีย์ชนิดต่าง ๆ สามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้  
กับพืชหลายชนิด รวมทั้งการใช้และวิธีการใช้ก็ไม่  
ยุ่งยากซับซ้อน ที่สำคัญคือ อัตราการดีของแมลง  
ศัตรูพืชต่อจุลินทรีย์ที่มีประโยชน์อยู่ในระดับต่ำ จึงเป็น  
อีกหนึ่งทางเลือกในการใช้ชีวภัณฑ์จากจุลินทรีย์ชนิด  
ต่าง ๆ ให้เกิดประโยชน์สูงสุด เพื่อลดการใช้สารเคมี  
และต้นทุนการผลิตอย่างยั่งยืน

## 5. กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบพระคุณ กองทุนวิจัย มหาวิทยาลัย  
ธรรมศาสตร์

## 6. รายการอ้างอิง

- [1] กองกัญและสัตว์วิทยา, 2543, คำแนะนำการ  
ป้องกันกำจัดแมลงและสัตว์ศัตรูพืช ปี 2543,  
กรมวิชาการเกษตร, กรุงเทพฯ.
- [2] จรียา จันทรไพแสง และวินัย รัชตปกรณชัย,  
2541, ใช้บีที (BT) กำจัดแมลงศัตรูพืช, เอกสาร  
ประกอบนิทรรศการงานเกษตรแฟร์, มหาวิทยาลัย  
เกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ, 9 น.
- [3] จรียา จันทรไพแสง, ประสิทธิ์ ดีวัฒนวงศ์ และ  
สุทธิพันธุ์ แก้วสมพงษ์, 2550, การพัฒนาสาย  
พันธุ์แบคทีเรียบีทีและไส้เดือนฝอยกำจัดแมลง  
เพื่อการใช้ประโยชน์อย่างยั่งยืน (ระยะที่ 1),  
รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์, มหาวิทยาลัยเกษตร  
ศาสตร์, กรุงเทพฯ.
- [4] ชูศักดิ์ จอมพุก, 2551, สถิติการวางแผนการ  
ทดลองและการวิเคราะห์ข้อมูลในงานวิจัยด้าน  
พืชไร่, ภาควิชาพืชไร่นา คณะเกษตร กำแพงแสน  
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, นครปฐม, 319 น.
- [5] นันทนัช พินศรี, ธัญญะ เตชะศิลปพิทักษ์ และ  
จรรยา จันทรไพแสง, 2555, การใช้แบคทีเรีย  
*Bacillus thuringiensis* Berliner สายพันธุ์ไทย  
JC590 เพื่อควบคุมหนอนกระทู้ผัก (*Spodop-  
tera litura* Fabricus) ในสภาพเรือนปลูก  
ทดลองและสภาพแปลงปลูก, Agri. Sci. J.  
43(Suppl.): 137-140.
- [6] ปิยรัตน์ เขียนมีสุข, สมศักดิ์ ศิริผลตั้งมั่น, อุทัย  
เกตุณัติ, อัจฉรา ตันติโชค, ลัดดาวัลย์ งามวงศ์  
ธรรม, จักรพงศ์ พิริยผล, นิยมรัตน์ ไตรศรี และ  
ไพศาล รัตนเสถียร, 2540, การป้องกันกำจัด  
แมลงศัตรูพืชโดยวิธีผสมผสาน, กองกัญและสัตว์  
วิทยา กรมวิชาการเกษตร, กรุงเทพฯ.
- [7] พิมลพร นันทะ, 2545, ศัตรูธรรมชาติหัวใจของ  
IPM, เอกสารวิชาการกองกัญและสัตว์วิทยา, กรม  
วิชาการเกษตร, กรุงเทพฯ, 215 น.
- [8] สุดฤดี ประเทืองวงศ์, สุพจน์ กาเข้ม, จารุวัฒน์  
เถาธรรมพิทักษ์, ดุสิต อธิวัฒน์, วิลาวรรณ เชื้อ  
บุญ และติยากร ฉัตรนภารัตน์, 2552, การใช้  
จุลินทรีย์จัดการโรคและแมลงเพื่อการผลิตข้าว  
และพืชผัก, ภาควิชาโรคพืช คณะเกษตร  
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ, 144 น.
- [9] เสาวนิตย์ โพธิ์พูนศักดิ์, อิศเรศ เทียนทัต และวิไล  
วรรณ เวชยันต์, 2555, การคัดเลือกและพัฒนา  
วิธีการเลี้ยงเชื้อราขาวเวเรีย (white muscar-  
dine fungus); *Beauveria bassiana* (Balsa-  
mo) เพื่อใช้ควบคุมแมลงศัตรูพืช, รายงาน

- ผลงานวิจัยประจำปี 2555, สำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช กรมวิชาการเกษตร, กรุงเทพฯ.
- [10] อัจฉรา ตันติโชค และอุทัย เกตุญาติ, 2540, ศึกษาการทำสูตรสำเร็จแบคทีเรีย *Bacillus thuringiensis* สูตรผงละลายน้ำ, ว. กีฏ. สัตว. 19(2): 68-77.
- [11] Athinuwat, D., Chuaboon, W., Buensantei, N. and Prathuangwong, S., 2014, Efficiency of new plant growth promoting rhizobacteria on corn disease control, Afr. J. Microbiol. Res. 8: 710-717.
- [12] El-Hassan, S., Gowen, S. and Bayaa, B., 2004, Antifungal activity of *Bacillus subtilis* filtrate to control *Fusarium oxysporum* f. sp. *lentis*, the causal organism of lentil vascular wilt, pp. 53-58, In Sikora R.A., Gowen, S., Haus-child, R. and Kiewnick, S. (Eds.), the Proceedings. of International Organization for Biological and Integrated Control (IOBC) Conference, Vol. 27, Germany.
- [13] Mcvey, J.R., Gudauskas, R.T. and Harper, J.D., 1977, Effects of *Bacillus thuringiensis* and nuclear polyhedrosis virus mixtures on *Trichoplusia ni* larvae, J. Invertebr. Pathol. 29: 367-370.
- [14] Nelson, W., 1991, *Bacillus thuringiensis* delta-endotoxins encapsulated in killed *Pseudomonas fluorescens* (006409) fact sheet, U.S. Environmental Protection Agency, Washington, DC.
- [15] Prathuangwong, S., Kasem, S., Thowthampitak, J., and Athinuwat, D., 2005, Multiple plant response to bacterial mediated protection against various diseases, J. ISSAAS 11(3): 79-87.
- [16] Prathuangwong, S., Chuaboon, W., Kasem, S., Athinuwat, D., Suyama, K. and Negishi, H., 2009, Potential for application time of *Pseudomonas fluorescens* SP007s and biofertilizer for alternaria leaf spot management of Chinese kale, In Proceedings of the ISSAAS International Congress, Bangkok.
- [17] Prathuangwong, S., Athinuwat, D., Chuaboon, W., Chatnaparat, T. and Buensanteai, N., 2013, Bioformulation *Pseudomonas fluorescens* SP007s against dirty panicle disease of rice, Afr. J. Microbiol. Res. 7: 5274-5283.
- [18] Steinhilber, E.A., 1949, Principles of Insect Pathology, McGraw-Hill Book, New York.
- [19] Tanada, Y. and Kaya, H.K., 1993, Insect pathology, Academic press, Inc., 666 p.
- [20] Wraight, S.P., Jackson, M.A. and de Kock, S.L., 2001, Production, Stabilization and Formation of Fungal Biocontrol Agents, pp. 253-287, In Butt, T.M., Jackson, C. and Magan, N. (Eds.), Fungi an Biocontrol Agents Progress, Problems and Potential, CABI publishing, 390 p.