



## รายงานการวิจัย

การพัฒนาและถ่ายทอดผลิตภัณฑ์สูตรสำเร็จจุลินทรีย์หลายสายพันธุ์ และจุลินทรีย์ผสมสารสกัดพืชสำหรับ  
ผลิตพืชผักปลอดภัยและใช้ในชุมชน

Development and Transferring of Mixed Strain and Combined Microorganism and Plant  
Extract Formulations for Food Safety of Vegetable and Farmer Community Use

โดย

มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

### คณะผู้วิจัย

รศ.ดร. สุกฤดี ประเทืองวงศ์	ภาควิชาโรคพืช	คณะเกษตร
รศ.ดร. วิบูลย์ จงรัตน์เมธีกุล	ภาควิชากีฏวิทยา	คณะเกษตร
ดร. สุพจน์ กาเซ็ม	ภาควิชาโรคพืช	คณะเกษตร
ดร. จารุวัฒน์ เกษธรรมพิทักษ์	ภาควิชากีฏวิทยา	คณะเกษตร
รศ.ดร. บงกชรัตน์ ปิตียนต์	ภาควิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม	คณะวิทยาศาสตร์
ผศ.ดร. โสภณ อุไรชื่น	ภาควิชากีฏวิทยา	คณะเกษตร กำแพงแสน
ดร. วินัย ปิตียนต์	บริษัทห้องปฏิบัติการกลาง (ประเทศไทย) จำกัด	
ดร. ดุสิต อธิณูวัฒน์	สาขาวิชาการเกษตรอินทรีย์ คณะวิทยาศาสตร์และ เทคโนโลยี มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์	

ได้รับทุนอุดหนุนการวิจัยจากสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ

พ.ศ. 2557



## รายงานการวิจัย

การพัฒนาและถ่ายทอดผลิตภัณฑ์สูตรสำเร็จจุลินทรีย์หลายสายพันธุ์ และจุลินทรีย์ผสมสารสกัดพืชสำหรับ  
ผลิตพืชผักปลอดภัยและใช้ในชุมชน

Development and Transferring of Mixed Strain and Combined Microorganism and Plant  
Extract Formulations for Food Safety of Vegetable and Farmer Community Use

โดย

มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

### คณะผู้วิจัย

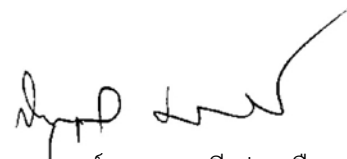
รศ.ดร. สุธฤดี ประเทืองวงศ์	ภาควิชาโรคพืช	คณะเกษตร
รศ.ดร. วิบูลย์ จงรัตน์เมธีกุล	ภาควิชากีฏวิทยา	คณะเกษตร
ดร. สุพจน์ กาเซ็ม	ภาควิชาโรคพืช	คณะเกษตร
ดร. จารุวัฒน์ เถาธรรมพิทักษ์	ภาควิชากีฏวิทยา	คณะเกษตร
รศ.ดร. บงกชรัตน์ ปิตียนต์	ภาควิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม	คณะวิทยาศาสตร์
ผศ.ดร. โสภณ อุไรชื่น	ภาควิชากีฏวิทยา	คณะเกษตร กำแพงแสน
ดร. วินัย ปิตียนต์	บริษัทห้องปฏิบัติการกลาง (ประเทศไทย) จำกัด	
ดร. ดุสิต อธิณวัฒน์	สาขาวิชาการเกษตรอินทรีย์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์	

ได้รับทุนอุดหนุนการวิจัยจากสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ

พ.ศ. 2557

## กิตติกรรมประกาศ

โครงการวิจัย การพัฒนาและถ่ายทอดผลิตภัณฑ์สูตรสำเร็จจุลินทรีย์หลายสายพันธุ์ และจุลินทรีย์ผสม สารสกัดพืชสำหรับผลิตพืชผักปลอดภัยและใช้ในชุมชน ได้รับงบประมาณจากสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ ประจำปี 2555 จำนวนเงิน 1,718,000 บาท เพื่อศึกษาพัฒนาผลิตภัณฑ์สูตรสำเร็จจุลินทรีย์หลายสายพันธุ์ และจุลินทรีย์ผสมสารสกัดพืช เพื่อควบคุมโรค และแมลง และเพิ่มผลผลิตคุณภาพของพืชผัก โดยได้ผลิตภัณฑ์สูตรสำเร็จจุลินทรีย์หลายสูตรที่มีประสิทธิภาพสูงในการควบคุมโรคและแมลงศัตรูผักคะน้า และให้ผลผลิตที่มีคุณภาพและปริมาณสูงเช่นกัน โดยสามารถลดความเสียหายที่เกิดจากเชื้อสาเหตุโรคและแมลงศัตรูพืชได้ดีกว่ากรรมวิธีที่เกษตรกรปฏิบัติอย่างมีนัยสำคัญ นอกจากนี้ผลิตภัณฑ์สูตรสำเร็จจุลินทรีย์และสารสกัดพืชยังสามารถเพิ่มปริมาณผลผลิตให้มีจำนวนมากขึ้น และมีคุณภาพดีขึ้น มีค่าใช้จ่ายในการผลิตต่อไร่ลดลง นอกจากนี้ระหว่างการศึกษาวิจัยก่อนเสร็จสิ้นโครงการเบื้องต้นก่อนการวิจัยต่อยอดและขยายผล คณะนักวิจัยได้จัดการอบรมถ่ายทอดเทคโนโลยีของโครงการ การดำเนินโครงการในครั้งนี้สำเร็จลงได้ด้วยการได้รับความร่วมมือและการสนับสนุนในทุกด้านจากแหล่งที่ให้ทุน คณะผู้ร่วมโครงการ อาจารย์ นิสิตบัณฑิตศึกษา ภาควิชาโรคพืช ภาควิชากีฏวิทยา คณะเกษตร และภาควิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ เทศบาลตำบลทุ่งคอก อำเภอสองพี่น้อง จังหวัดสุพรรณบุรี องค์การบริหารส่วนตำบลบ้านพราน อำเภอแสวงหา จังหวัดอ่างทอง และองค์การบริหารส่วนตำบลหนองแม่ไก่ อำเภอโพธิ์ทอง จังหวัดอ่างทอง ธนาคารเพื่อการเกษตรและสหกรณ์การเกษตร สาขาพัฒนานิคม จังหวัดลพบุรี ส่งผลให้เกิดการพัฒนาระบบการผลิตพืชผักของเกษตรกรให้ได้มาตรฐานและปลอดภัยสูงขึ้น



รองศาสตราจารย์ ดร. สุธฤดี ประเทืองวงศ์

ผู้อำนวยการแผนงาน

13 ตุลาคม 2557

**ชื่อโครงการ** การพัฒนาและถ่ายทอดผลิตภัณฑ์สูตรสำเร็จจุลินทรีย์หลายสายพันธุ์ และจุลินทรีย์ผสมสารสกัดพืชสำหรับผลิตพืชผักปลอดภัยและใช้ในชุมชน  
(Development and Transferring of Mixed Strain and Combined Microorganism and Plant Extract Formulations for Food Safety of Vegetable and Farmer Community Use )

ได้รับทุนอุดหนุนการวิจัย ประจำปี 2555 จำนวนเงิน 1,718,000 บาท  
ระยะเวลาทำการวิจัย 1 ปี ตั้งแต่ กรกฎาคม 2555 ถึง กรกฎาคม 2556  
คณะผู้วิจัย

รศ.ดร. สุธฤดี ประเทืองวงศ์	ภาควิชาโรคพืช	คณะเกษตร	โทร. 0-2942-8044
รศ.ดร. วิบูลย์ จงรัตนเมธีกุล	ภาควิชากีฏวิทยา	คณะเกษตร	โทร.0-2942-8350
ดร. สุพจน์ กาเซ็ม	ภาควิชาโรคพืช	คณะเกษตร	โทร. 0-2942-8044
ดร. จารุวัฒน์ เถาธรรมพิทักษ์	ภาควิชากีฏวิทยา	คณะเกษตร	โทร.0-2942-8350
รศ.ดร. บงกชรัตน์ ปิตียนต์	ภาควิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม คณะวิทยาศาสตร์ โทร. 0-2942-8036		
ผศ.ดร. โสภณ อุไรชื่น	ภาควิชากีฏวิทยา	คณะเกษตร กำแพงแสน	โทร 0-3435-1886
ดร. วินัย ปิตียนต์	บริษัทห้องปฏิบัติการกลาง (ประเทศไทย) จำกัด โทร 0-2940- 6881-3		
ดร. ดุสิต อธิณัฐณ์	สาขาวิชาการเกษตรอินทรีย์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ โทร. 0-2564-4440		

### บทคัดย่อ

แบคทีเรียระบบรากที่ส่งเสริมการเจริญเติบโตของพืช (PGPR) 3 ชนิด (*Bacillus amyloliquefaciens* KPS46, *Paenibacillus pabuli* SW01/4 และ *Pseudomonas fluorescens* SP007s); แบคทีเรียควบคุมแมลง (*B. thuringensis* KU52); และสารสกัดพืช 2 ชนิด (ค้ำควาดำ: *Tacca chantrieri* และหนอนตายหยาก: *Stemona tuberosa*) มีรายงานการควบคุมโรคต่าง ๆ ในพืชได้หลายชนิด; ควบคุมแมลงศัตรูพืชของถั่วเหลืองและข้าวโพด; และแมลงศัตรูผัก ตามลำดับ แต่ยังไม่มีการพัฒนาเป็นสูตรผสมพร้อมใช้รวมทั้งประสิทธิภาพของสูตรผสมในชนิดสารพาและสัดส่วนองค์ประกอบที่แตกต่างกัน จึงเริ่มศึกษาการรวมกันได้และไม่ยับยั้งกันเองจนได้ผลิตภัณฑ์ผสม 12 สูตร ใช้ทดสอบเพื่อผลิตค่น้ำในสภาพไร่ 2 ถูติดต่อกัน ที่ ต. พุงคอก จ. สุพรรณบุรี พบว่า ผลิตภัณฑ์ชนิดใหม่ 2 สูตร ที่เป็นการผสมระหว่างแบคทีเรียที่ระบบรากพืช 2 สายพันธุ์ KPS46+SW01/4 ที่  $1 \times 10^{13}$  cfu/ml อัตรา 1:1; และแบคทีเรียระบบรากผสมกับแบคทีเรียควบคุมแมลง SP007s+BT KU52 อัตราเดียวกันกับสูตรแรก ในส่วนผสมของสารพารูปแบบผง Kaolin : Deshefix : SiO<sub>2</sub> : CaCO<sub>3</sub> : Lactose : CMC : FeSO<sub>4</sub> อัตราส่วน 70: 8 : 1 : 5 : 14 : 1 : 1 บรรจุในถุงพลาสติกปิดแน่นขนาด 1 กิโลกรัม เก็บไว้ ณ อุณหภูมิห้อง (28-32<sup>o</sup>C) นาน 6 เดือน ( $1 \times 10^{12}$  cfu/ml) โดยใช้คลุกเมล็ด ( $1 \times 10^6$  cfu/ml) และพ่นใบ ( $1 \times 10^8$  cfu/ml) มีประสิทธิภาพดีที่สุดในการลดการเกิดโรค 5

ชนิด ได้ 100% (โรคน้ำคอตดินเกิดจาก *Pythium aphanidermatum*, รา น้ำค้าง: *Peronospora parasitica*, ใบจุดอัลเทอร์นาเรีย: *Alternaria brassicicola*, โรคน้ำดำ: *Xanthomonas campestris* pv. *campestris*, และเน่าเละ: *Erwinia carotovora* subsp. *carotovora*); ลดประชากรแมลงศัตรูพืช 3 ชนิด (หนอนใยผัก, หนอนกระทุ้งผัก, ตัวหมัดกระโดด) ได้ 100%; และเพิ่มผลผลิตค่น้ำ 85% เมื่อเปรียบเทียบกับ การควบคุมด้วยสารเคมี (fungicides: mancozeb + carbendazim + ediphenphos + copper hydroxide; insecticides: cypermethrin + abamectin benzoate + flubendiamide) ผลผลิตทั้งหมดของผสมทั้ง 2 สูตร ให้ผลการควบคุมโรคและแมลงได้ดีกว่าการแยกใช้เชื้อเดี่ยวในแต่ละ treatment และ / หรือ การใช้เชื้อเดี่ยวแต่ละชนิดรวมใน treatment เดียวกัน ยิ่งไปกว่านั้น ผลผลิตทั้งหมดของผสมทั้ง 2 สูตรนี้ ยังชักนำให้พืชเกิดกิจกรรมเอนไซม์ปกป้องตนเองเพิ่มขึ้น 2 ชนิด ( $\beta$ -1,3 glucanase และ peroxidase) ซึ่งสัมพันธ์กับการลดการทำลายของศัตรูพืชลงต่ำที่สุด แบคทีเรียทั้งหมดมีชีวิตรอดในสูตรผสมได้นาน 12 เดือน ( $1 \times 10^9$  cfu/ml) โดยประชากรเริ่มลดลงในเดือนที่ 6 ของการเก็บรักษา การศึกษาครั้งนี้ยังพบว่า 2 สูตรผสมระหว่างแบคทีเรีย SP007s+สารสกัดหยาบหนอนตายหยาก และ SP007s+ สารสกัดค่างควาดำ ลดการเกิดโรค (31-83%) และแมลงศัตรูพืช (53-100%) ตลอดจนเพิ่มผลผลิต (21-22%) ได้อย่างแตกต่างทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับ การใช้สารเคมี โดย 2 สูตรผสมนี้ให้ผลดีที่สุดในอันดับ 2 และ 3 รองจาก 2 สูตรผสมแรกข้างต้นตามลำดับ และพบว่าสูตรผสม 2 สูตรหลังให้ผลดีที่ทัดเทียมกับการใช้สูตรเชื้อเดี่ยว SP007s ในขณะที่การใช้เฉพาะสารสกัดหนอนตายหยาก; หรือค่างควาดำแบบเดี่ยวอย่างใดอย่างหนึ่งให้ผลในการควบคุมโรคและแมลงต่ำกว่า; และทัดเทียมกับการใช้ผสมกับ SP007s สูตรผสมของจุลินทรีย์ควบคุมศัตรูพืชและสารสกัดธรรมชาติทั้งหมดจึงมีประโยชน์ต่อการควบคุมศัตรูพืชโดยวิธีผสมผสานอย่างยั่งยืน ตลอดจนไม่มีผลกระทบต่อแมลงศัตรูธรรมชาติ (ตัวง่เต่าลายหยักและมวนเพชฌฆาต) รวมทั้งข้อได้เปรียบของประชากรจุลินทรีย์ที่ยังคงอยู่ในดินและผิวพืชสม่ำเสมอโดยไม่ถูกยับยั้งด้วยสารเคมีสังเคราะห์ควบคุมโรคหรือแมลงศัตรูพืชที่มีการใช้ร่วมในการทดลอง และเมื่อนำผลผลิตทั้งหมดและเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องไปถ่ายทอดและส่งเสริมต่อเกษตรกร พบว่าได้รับการยอมรับและเป็นที่ต้องการของเกษตรกร โดยใช้ผลผลิตทั้งหมดที่พัฒนาขึ้นร่วมกับการปฏิบัติของเกษตรกร เพื่อผลิตพืชผักแบบยั่งยืนและปลอดภัย

คำสำคัญ : ผลผลิตทั้งหมดของจุลินทรีย์ ชีววิธี ผัก เทคโนโลยี

### Abstract

The potential useful of three plant growth promoting rhizobacteria-PGPRs (*Bacillus amyloliquefaciens* KPS46, *Paenibacillus pabuli* SW01/4 , and *Pseudomonas fluorescens* SP007s); one BT (*B. thuringensis* KU52); and two-plant extracts (bat flower: *Tacca chantrieri* and non taai yak: *Stemona tuberosa*) have been reported to control several diseases on multiple crops; insects on soybean and maize; and insects on vegetables respectively, but the formulated compounds and effect of compatible and combined agents on disease and insect control remain few studies. Thus, after test for their compatibility with no *in vitro* antibiosis, twelve combinations/formulated mixtures of these bacteria and plant extracts in various carriers and ratios were examined in field-produced kale at Thoongkok, Suphanburi. In two-consecutive field trials, two-newly combined formulations of PGPR strains KPS46 and SW01/4 with 1:1 (each of  $1 \times 10^{13}$  cfu/ml); and PGPR strain SP007s and BT strain KU52 (1:1 each of  $1 \times 10^{13}$  cfu/ml) formulated in a powder delivering system of Kaolin : Deshefix :  $\text{SiO}_2$  :  $\text{CaCO}_3$

: Lactose : CMC : FeSO<sub>4</sub> with 70: 8 : 1 : 5 : 14 : 1 : 1 ratio, sealed in plastic bag (1 kg each) and stored at room temperature (28-32<sup>0</sup>C) for 6 months (1x10<sup>12</sup>cfu/ml), applied as seed treatment (1x10<sup>6</sup>cfu/ml) and foliar spray (1x10<sup>8</sup>cfu/ml), were most effective in reducing 5 diseases with 100% (damping off caused by *Pythium aphanidermatum*, downy mildew: *Peronospora parasitica*, Alternaria leaf spot: *Alternaria brassicicola*, black rot: *Xanthomonas campestris* pv. *campestris*, and soft rot caused by *Erwinia carotovora* subsp. *carotovora*); population of 3-insects (diamondback moth: *Plutella xylostella*, common cutworm: *Spodoptera mauritia*, leaf eating beetle: *Phyllotreta sinuata*) with 100%; and increased yield of kale (85%), compared to chemical control (fungicides: mancozeb + carbendazim + ediphenphos + copper hydroxide; insecticides: cypermethrin + abamectin benzoate + flubendiamide). These two-combined formulations showed better control of disease and insect than the individual strain and / or in integrated treatment of each strain application. Moreover, they induced the highest activity of two-defense-related enzymes ( $\beta$ -1,3 glucanase and peroxidase) in level that correlated with those lowest damage of plants by disease and insect. The bacteria survived consistently in formulated compounds up to 12 months of storage (1x10<sup>9</sup>cfu/ml viability) although population declined from 6 months. In this study, plant receiving mixture formulations of PGPR SP007s+ Non Taai Yak and SP007s+ bat flower had significantly reduced diseases (31-85%) and insects (53-100%) and increased yield (21-22%), compared to those plants treated with chemical that were the best results in the second and third after two mixed formulations above respectively. Combined formulations of strain SP007s and Non Taai Yak or SP007s and bat flower resulted in the same parameter assessed of the single SP007s formulation applied alone, whereas these mixed formulations SP007s+ Non Taai Yak; and SP007s+ bat flower showed better; and equivalent performance than Non Taai Yak; and bat flower applied alone. Mixtures of biocontrol agents and naturally occurring bioproducts demonstrate therefore, the benefit of integrated pest management for sustainable production. The promised strains and botanical extracts did not inhibit naturally occurred enemy (lady beetle: *Menochilus sexmaculatus* and assassin bugs: *Sycanus collaris*) and the PGPR performed uniformity in soil and plant surface with no inhibitory effect by fungicides or insecticides used in the experiments. Products and technology were transfer and extend to farmer that the farmers accepted and interested for their own use with conventional practices for sustained system and safety vegetable product.

Key words : microbial product, biological control, vegetable, technology

.....

## สารบัญเรื่อง

			หน้า
บทคัดย่อ (ภาษาไทย)			ก
บทคัดย่อ (ภาษาอังกฤษ)			ข
บทนำรวม			1
ความสำคัญและที่มาของปัญหา			1
วัตถุประสงค์ของโครงการวิจัย			2
รายละเอียดความเชื่อมโยงระหว่างโครงการวิจัยย่อย			2
ประโยชน์ที่ได้รับ			3
หน่วยงานที่นำผลงานวิจัยไปใช้ประโยชน์			4
โครงการวิจัยวิจัยย่อยที่ 1			5
-	บทนำ		5
-	การทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง		7
-	ระเบียบวิธีดำเนินการวิจัยและผลการวิจัย		9
-	อภิปรายและวิจารณ์ผล		27
-	สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ		30
-	บรรณานุกรม		33
โครงการวิจัยวิจัยย่อยที่ 2			40
-	บทนำ		40
-	การทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง		41
-	ระเบียบวิธีดำเนินการวิจัยและผลการวิจัย		43
-	อภิปรายและวิจารณ์ผล		60
-	สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ		61
-	บรรณานุกรม		63
โครงการวิจัยวิจัยย่อยที่ 3			66
-	บทนำ		66
-	การทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง		68
-	ระเบียบวิธีดำเนินการวิจัยและผลการวิจัย		72
-	อภิปรายและวิจารณ์ผล		89

- สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ			89
- บรรณานุกรม			90
การฝึกอบรมเชิงปฏิบัติการและประเมินผลการดำเนินงานถ่ายทอดเทคโนโลยี			92
ภาคผนวก			96

## สารบัญตาราง

ตารางที่	เรื่อง	หน้า
1	กรรมวิธีการใช้ผลิตภัณฑ์จุลินทรีย์และสูตรจุลินทรีย์ผสมกับสารสกัดพืชในการยับยั้งการเจริญของเชื้อสาเหตุโรคของคะน้า ด้วยวิธี dual culture และ paper disc	10
2	แสดงการตรวจสอบจำนวนประชากรของจุลินทรีย์ปฏิปักษ์ในผลิตภัณฑ์เป็นระยะเวลา 12 เดือน	14
3	กรรมวิธีการใช้ผลิตภัณฑ์จุลินทรีย์และสูตรจุลินทรีย์ผสมกับสารสกัดพืชในสภาพไร่	16
4	ค่าใช้จ่ายต่อการในการผลิตคะน้าซึ่งใช้เทคโนโลยีที่พัฒนาใหม่เปรียบเทียบกับการผลิตแบบเดิมของเกษตรกร	26
5	อัตราการตายเฉลี่ยของหนอนใยผัก วัย 2 หลังจากได้รับสารสกัดจากต้นค้ำควาดำที่ 24, 48 และ 72 ชั่วโมง หลังเริ่มการทดลองโดยวิธีจุ่มใบ (leaf-dipping method)	47
6	อัตราการยับยั้งการกินอาหาร (Antifeedant index, AFI) ของหนอนใยผัก วัย 2 เมื่อได้รับสารสกัดจากต้นค้ำควาดำที่ความเข้มข้นต่างๆ ที่ 24 ชั่วโมง หลังเริ่มการทดลองทดสอบแบบไม่ให้ทางเลือก (no-choice test)	48
7	อัตราการตายของหนอนใยผัก วัย 2 หลังได้รับสารสกัดจากต้นค้ำควาดำที่ 48 ชั่วโมง หลังเริ่มการทดลองโดยวิธีพ่นใบคะน้าในระดับเรือนทดลอง	50
8	อัตราการตายของหนอนใยผักวัย 2 หลังจากได้รับเชื้อ <i>B. thuringiensis</i> ที่ 24, 48 และ 72 ชั่วโมง หลังเริ่มการทดลองโดยวิธีจุ่มใบ (leaf-dipping method)	52
9	อัตราการตายของหนอนใยผักวัย 2 หลังได้รับเชื้อ <i>Bacillus thuringiensis</i> ที่ 24, 48 และ 72 ชั่วโมง โดยวิธีพ่นใบในระดับเรือนทดลอง	53
10	ประชากรของเชื้อ <i>Bacillus thuringiensis</i> สายพันธุ์ KU52 เมื่อนำมาผสมกับสารสกัดจากค้ำควาดำที่ความเข้มข้น 1.25 และ 10% (w/v)	54
11	ประชากรแมลงศัตรูคะน้าในแต่ละสัปดาห์ ระหว่างสัปดาห์ที่ 1-7 ในแปลงที่พ่นเชื้อ <i>B. thuringiensis</i> สายพันธุ์ KU52	58
12	ประชากรแมลงศัตรูคะน้าในแต่ละสัปดาห์ ระหว่างสัปดาห์ที่ 1-7 ในแปลงควบคุมที่ไม่มีการใช้ปัจจัยใดๆ	58
13	ความเป็นพิษ และการยับยั้งการเจริญเติบโตของสารอัลคาลอยด์ 12 ชนิด	70
14	ประสิทธิภาพของสารสกัดจากรากหนอนตายหยาก หลังการทดสอบกับหนอนกระทู้ผักวัยที่ 2 ที่ 24 และ 48 ชั่วโมง โดยวิธีจุ่มใบ (Leaf - dipping)	76

สารบัญตาราง

15	ประสิทธิภาพของสารสกัดจากรากหนอนตายหยาก หลังการทดสอบกับ หนอนกระทู้ผักว้ายที่ 2 ที่ 24 และ 48 ชั่วโมง โดยวิธีการสัมผัสตาย (Topical application)	77
16	ประสิทธิภาพของสูตรสารสกัดหนอนตายหยาก หลังการทดสอบกับหนอน กระทู้ผักว้ายที่ 2 ที่ 24 และ 48 ชั่วโมง โดยวิธีจุ่มใบ (Leaf – dipping)	78
17	ประสิทธิภาพของสูตรสารสกัดหนอนตายหยาก หลังการทดสอบกับหนอน กระทู้ผักว้ายที่ 2 ที่ 24 และ 48 ชั่วโมง โดยวิธีสัมผัสตาย (topical application)	79
18	อัตรายับยั้งการกินอาหาร (Antifeedant index, AFI) ของหนอนกระทู้ผักว้าย ที่ 2 หลังได้สูตรสารสกัด หนอนตายหยากที่ 24 และ 48 ชั่วโมง ทดสอบแบบ ไม่ให้ทางเลือก (no-choice test)	80
19	เปอร์เซ็นต์การตายของหนอนกระทู้ผักว้ายที่ 2 หลังได้รับทรีทเมนต์ต่างๆที่ 24 และ 48 ชั่วโมง โดยวิธีจุ่มใบ (Leaf – dipping)	81
20	เปอร์เซ็นต์การตายของหนอนกระทู้ผักว้ายที่ 2 หลังได้รับทรีทเมนต์ต่างๆที่ 24 และ 48 ชั่วโมง โดยวิธีสัมผัสตาย (topical application)	82
21	เปอร์เซ็นต์การตายของหนอนกระทู้ผักและหนอนกระทู้หอมว้ายที่ 2 หลัง ได้รับทรีทเมนต์ต่างๆที่ 24 และ 48 ชั่วโมง โดยวิธีจุ่มใบ (Leaf – dipping)	83
22	ระดับเอนไซม์ต่างๆเมื่อทดสอบด้วยสารสกัดหนอนตายหยากที่ระดับความ เข้มข้นต่างๆ	89

## สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
1	ลักษณะเส้นใยและโคโลนีของ <i>Pythium</i> sp., <i>Alternaria</i> sp., <i>Xanthomonas campestris</i> pv. <i>campestris</i> , <i>Pectobacterium carotovorum</i> subsp. <i>carotovorum</i>	11
2	แสดงประสิทธิภาพของผลิตภัณฑ์จุลินทรีย์แบบผสมหลายสายพันธุ์และสูตร จุลินทรีย์ผสมสารสกัดพืชในการยับยั้งการเจริญของโรคเน่าคอดิน โรคใบจุดอัลเทอร์นาเรีย โรคขอบใบทอง และโรคเน่าและของคะน้า	11
3	แสดงประสิทธิภาพของผลิตภัณฑ์จุลินทรีย์แบบผสมหลายสายพันธุ์และสูตร จุลินทรีย์ผสมสารสกัดพืชสามารถส่งเสริมการงอกของเมล็ดคะน้า	12
4	ขั้นตอนการผลิตจุลินทรีย์ผสมปุ๋ยคอก โดยสูตรดังกล่าวประกอบด้วยผง ผลิตภัณฑ์หัวเชื้อจุลินทรีย์ผสมลงในปุ๋ยคอก	15
5	สภาพแปลงสาธิตในฤดูกาลที่ 1	18
6	สภาพแปลงสาธิตในฤดูกาลที่ 2	18
7	การเจริญเติบโตของคะน้าในฤดูกาลที่ 2	20
8	แผนภูมิแสดง Area under disease progress curve ที่เกิดขึ้นจากการเข้าทำลายของเชื้อ <i>Pythium</i> sp., <i>X. campestris</i> pv. <i>campestris</i> , <i>Alternaria</i> sp. และ <i>P. carotovorum</i> subsp. <i>carotovorum</i> ที่คะน้า อายุ 35 วัน	22
9	ผลผลิตจากการใช้ผลิตภัณฑ์สูตรจุลินทรีย์ผสมหลายสายพันธุ์ และสูตร จุลินทรีย์ผสมสารสกัดพืช	24
10	ตัวอย่างลำต้นค้ำคาวดำ และลำต้นค้ำคาวดำแห้ง	43
11	การสกัดสารด้วยเครื่อง rotary evaporator และการสกัดด้วยวิธี Soxhlet extraction	44
12	ขั้นตอนการทดสอบประสิทธิภาพของสารสกัดจากต้นค้ำคาวดำในการฆ่าแมลงและยับยั้งการกินอาหารของหนอนใยผักวัย 2	45
13	ขั้นตอนการเลี้ยงหนอนใยผักในระดับห้องปฏิบัติการ	46
14	สารสกัดค้ำคาวดำหยาบด้วยวิธี Soxhlet extraction โดยใช้ ethanol เป็นตัวทำละลาย	46
15	การทดสอบประสิทธิภาพของสารสกัดค้ำคาวดำในการยับยั้งการกินอาหารของหนอนใยผักวัย 2	48

## สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
16	การสำรวจแมลงศัตรูพืชโดยใช้กรอบไม้ขนาด 50x50 เซนติเมตร และการใช้กับดักกาวเหนียว	56
17	แมลงศัตรูสำคัญของคะน้า	59
18	การสำรวจแมลงศัตรูพืช	59
19	แกนโครงสร้างทางเคมีของสารกลุ่ม stemona alkaloids	69
20	ปริมาณแมลงที่สำรวจประกอบด้วย หนอนใยผัก หนอนกระทู้ผัก หนอนกระทู้หอม และ ตัวงหมัดผักในแต่ละอาทิตย์ที่พบในแต่ละกรรมวิธี ที่ใช้สูตรสารสกัดหนอนตายหยากเปรียบเทียบกับ กรรมวิธีดั้งเดิม การใช้สารเคมี และผลิตภัณฑ์จุลินทรีย์ร่วมกับสูตรสารสกัดหนอนตายหยาก	85
21	ลักษณะของผักคะน้าจากแปลงทดลองที่ฉีดพ่นด้วยพรีทรีทเมนต์ต่างๆ	87
22	เปอร์เซ็นต์การตายของหนอนกระทู้ผักวัย 4 หลังการให้อาหารเทียมผสมสารสกัดหนอนตายหยากที่ระยะเวลาต่างๆ	88