รายงานโครงการวิจัย

สำรวจและศึกษาศักยภาพชีวภัณฑ์ควบคุมศัตรูพืชทางการเกษตร

Survey and Potential Study of Biological Agents to Control Agricultural Pests

ชื่อหัวหน้าโครงการวิจัย

สาทิพย์ มาลี

Satip Malee

กรมวิชาการเกษตร

ปี พ.ศ. 2564

รายงานโครงการวิจัย

สำรวจและศึกษาศักยภาพชีวภัณฑ์ควบคุมศัตรูพืชทางการเกษตร

Survey and Potential Study of Biological Agents to Control Agricultural Pests

ชื่อหัวหน้าโครงการวิจัย

สาทิพย์ มาลี

Satip Malee

กรมวิชาการเกษตร

ปี พ.ศ. 2564

คำปรารภ

โครงการวิจัยสำรวจและศึกษาศักยภาพชีวภัณฑ์ควบคุมศัตรูพืชทางการเกษตรเป็นโครงการวิจัยระยะหกปี ดำเนินการตั้งแต่เดือนตุลาคม 2558 ถึงเดือนกันยายน 2564 ทำการศึกษาทั้งในสภาพห้องปฏิบัติการ และ/หรือสภาพโรงเรือน เป็นโครงการวิจัยที่ดำเนินงานเพื่อสนับสนุนการควบคุมแมลงศัตรูพืชโดยชีววิธี โดยมีแนวความคิดที่จะใช้สิ่งที่มีประโยชน์ในธรรมชาติมาช่วยแก้ปัญหาการระบาดของศัตรูพืช กล่าวคือ นำเอาศัตรูธรรมชาติที่สำคัญได้แก่ ตัวเบียน (parasites) ตัวห้ำ (predators) และเชื้อโรค (pathogens) มาควบคุมศัตรูพืช โดยรักษาระดับความหนาแน่นของประชากรของศัตรูพืชชนิดให้อยู่ต่ำกว่าระดับที่จะทำให้อยู่ต่ำกว่าระดับที่จะทำให้เกิดความเสียหายต่อผลผลิต เป็นการลดการใช้สารเคมีทางการเกษตร ลดผลกระทบจากการใช้สารเคมีทางการเกษตรอย่างไม่ถูกต้อง โดยโครงการนี้มุ่งเน้นการคัดเลือกชีวภัณฑ์ที่ศักยภาพในการควบคุมแมลงและสัตว์ศัตรูพืช โรคพืช และวัชพืช เพื่อนำไปศึกษาต่อในการผลิตขยายให้มีปริมาณมาก และวิธีการนำไปใช้

จึงหวังเป็นอย่างยิ่งว่า ผลการทดลองที่ได้รับจากโครงการวิจัยที่เสร็จสมบูรณ์นี้แล้ว จะเป็นประโยชน์กับเกษตรกร นักวิชาการ เอกชน หรือผู้ที่เกี่ยวข้องทั้งหลายนำไปเป็นแนวทางปฏิบัติเพื่อแก้ปัญหาศัตรูพืชทางการเกษตร รวมทั้งนำผลการศึกษาวิจัยนี้ไปต่อยอดในการศึกษาด้านอื่น ๆ ต่อไป

สาทิพย์ มาลี
นักกีฏวิทยาชำนาญการ
สำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช
หัวหน้าโครงการ

กรมวิชาการเกษตร

สารบัญ

	หน้า
คำปรารภ	I
สารบัญ	II
กิตติกรรมประกาศ	1
ผู้วิจัย	2
คำสำคัญ	3
บทนำ	5
บทคัดย่อ	6
กิจกรรมที่ 1 สำรวจและศึกษาศักยภาพของชีวินทรีย์ในการควบคุมแมลงไรและสัตว์ศัตรูพืช	8
กิจกรรมที่ 2 สำรวจและศึกษาศักยภาพของชีวภัณฑ์ในการควบคุมโรคพืช	118
กิจกรรมที่ 3 สำรวจและศึกษาศักยภาพของชีวภัณฑ์ในการควบคุมวัชพืช	249
บทสรุปและข้อเสนอแนะ	271
บรรณานุกรม	273

กรมวิชาการเกษตร

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณ คณะกรรมการที่ปรึกษาด้านวิชาการ สำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช และคณะกรรมการบริหารงานวิจัย สำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช ที่ได้ช่วยกันพิจารณาแก้ไข และให้คำแนะนำในการดำเนินการโครงการวิจัยสำรวจและศึกษาศักยภาพชีวภัณฑ์ควบคุมศัตรูพืชทางการเกษตรอีกทั้งได้รับความร่วมมือ สนับสนุนและการอำนวยความสะดวกจากสำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช และหน่วยงานต่าง ๆ ของกรมวิชาการเกษตรทั้งส่วนกลางและส่วนภูมิภาค

กรมวิชาการเกษตร

โครงการวิจัยสำรวจและศึกษาศักยภาพชีวภัณฑ์ควบคุมศัตรูพืชทางการเกษตร

Survey and Potential Study of Biological Agents

to Control Agricultural Pests

ผู้วิจัย

สาทิพย์ มาลี Satip Malee

เสาวนิตย์ โพธิ์พูนศักดิ์ Saowanit Popoonsak

ประภัสสร เชยคำแหง Prapassorn Choeikamheng

รจนา ไวยเจริญ Rojana Waijaroen

ภัทรพร สรรพณุเคราะห์ Phattaraporn Sappanukroh

เมธาสิทธิ์ คนการ Maythasith Konkarn

ภัททิรา ศาสตร์วงษ์ Pattira Satwong

วินิภา ชาลีคาร Winipa ChaLeecan

นงนุช ช่างสี Nongnuch Changsee

สุชลวัจน์ ว่องไวลิขิต Suchonwat Wongwilikhit

สุวิมล วงศ์พลัง Suwimon Wongphalung

ยุทธนา แสงโชติ Yutthana Sangchote

วิชาญ วรรธนะไกวัล Vichan Watthanakaiwan

ณัฐธิญา กาญจนนิธิพัฒน์ Natthiya Karnchananitiphat

อภินันท์ เอี่ยมสุวรรณสุข Apinan Iamsuwansuk

ศุภกร วงษ์เรืองพิบูล Suphakorn Wongruengpibool

บุษราคัม อุดมศักดิ์ Boossaracum U-domsak

พีระวรรณ พัฒนวิภาส Peerawan Patanavipar

ทัศนาพร ทัศคร Tassanaporn Tassakorn

สุรีย์พร บัวอาจ Sureeporn Bua-art

แสนชัย คำหล้า Saenchai Khamlar

วีรกรณ์ แสงไสย์ Weerakorn Saengsai

กาญจนา ศรีไม้ Kanchana Srimai

มะโนรัตน์ สุดสงวน Manorat sudsanguan

ดารุณี ปุญญพิทักษ์ Darunee Punyapitak

ภัทร์พิชชา รุจิระพงศ์ชัย Phatphitcha Rujirapongchai

อัณศยา พรมมา Ansaya Promma

สำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช

กรมวิชาการเกษตร

คำสำคัญ

คำสำคัญ การป้องกันกำจัดโดยชีววิธี, ชีวภัณฑ์, ศัตรูธรรมชาติ, การค้นหา, การสำรวจ, การคัดเลือก, ตัวห้ำ, ตัวเบียน, เชื้อจุลินทรีย์ปฏิปักษ์, มวนตาโต, แมลงช้างปีกใส, บั่วตัวห้ำ, ด้วงเต่าลายหยัก, หอยตัวห้ำ, ราสาเหตุโรคแมลง, ค็อคซิเดียโปรโตซัว, ราเอนโดไฟท์, เห็ดเรืองแสง, สารสกัดธรรมชาติจากพืช, การควบคุมวัชพืช, ศักยภาพการควบคุมวัชพืช, ถั่วบราซิล, คลุมดิน, เพลี้ยแป้ง, เพลี้ยอ่อน; หอยศัตรูพืช, หอยน้ำศัตรูพืช, ยาฆ่าหอย, สัตว์อาศัยสุดท้าย, หนูหริ่ง, หนูพุก, หนูท้องขาว, โรคยางไหล, ไส้เดือนฝอยศัตรูพืช, ไส้เดือนฝอยรากโพรง, ไส้เดือนฝอยรากปม, โรคเน่าดำ, โรครานำ้ค้าง, โรคราแป้ง, โรคส้ม, โรคกรีนนิ่ง, พืชตระกูลแตง, มันฝรั่ง, กล้วยไม้, ผักกาดขาวปลี, พลู

Key words Biological control, biological control agents, natural enemies, survey, selection, screening, predator, parasitoids, antoagonist, Big eyed bug, *Chrysoperla sinica*, *Chrysoperla carnea*, *Chrysoperla rufirabris*, Lady beetle, predator snail, Insect fungi, Coccidia protozoa, fungal endophytes, luminescent mushroom, Natural extract of Plants, Weed control, Potential for weed control, Pinto peanut, Cover crop, mealy bug, aphids, *Aphis* sp., pest snail, aquatic pest snail, Definitive host, *Mus* spp., *Bandicota* spp., *Rattus* spp., Gummy Stem Blight, Radopholus, root-knot nematode, downy mildew, powdery mildew, citrus disease, greening, Cucumber, patato, orchid, Huanglongbing, antibiotic, molluscicide, *Clea* sp., cucurbits, fungi, Rodent, Bio- rodenticide, Black Rot Disease, Peronospora parasitica, milk, Oidium, *Didymella bryoniae*, *Piper betle* (L.)

กรมวิชาการเกษตร

บทนำ

แมลง ไร สัตว์ศัตรูพืช โรคพืช และวัชพืช เป็นปัญหาที่สำคัญในภาคการเกษตร ที่สร้างความเสียหายต่อพืชผลทางการเกษตรอย่างต่อเนื่อง นอกจากก่อให้เกิดความสูญเสียของผลผลิตแล้ว ยังทำให้ผลผลิตที่ได้มีคุณภาพต่ำ โดยการจัดการศัตรูพืชเหล่านั้น เกษตรกรมักเลือกวิธีใช้สารป้องกันกำจัดศัตรูพืช และมีการใช้ในปริมาณที่ไม่เหมาะสม สูงเกินค่าที่กำหนด ปริมาณการใช้มากขึ้นเรื่อย ๆ จนเกิดปัญหาการดื้อยาของศัตรูพืช ทำให้มีผลกระทบต่อผู้ใช้ ผู้บริโภค และการตกค้างของสารเคมีในผลิตผลตามมา ส่งผลถึงการส่งออกพืชผลเกษตร ก่อให้เกิดปัญหาการกีดกันทางการค้าภายใต้กรอบทางการค้าขององค์การการค้าโลกว่าด้วยเรื่องสุขอนามัยและสุขอนามัยพืช ในปัจจุบันเกษตรกรและหน่วยงานที่เกี่ยวข้องทั้งภาครัฐและเอกชนได้ตระหนักถึงพิษภัยดังกล่าว ทุกฝ่ายจึงหันมาให้ความสนใจการใช้ชีวินทรีย์ในการควบคุมศัตรูพืชเพื่อลดการใช้สารป้องกันกำจัดศัตรูพืชลงในระดับที่ปลอดภัย ได้มีการศึกษาวิจัยและพัฒนาจนได้ชีวินทรีย์หลายชนิดที่ใช้ในการควบคุมศัตรูพืชได้อย่างมีประสิทธิภาพ

“การควบคุมศัตรูพืชทางการเกษตรโดยชีววิธี” จึงเป็นทางเลือกที่สำคัญในการลดการใช้สารเคมีทางการเกษตรในการจัดการศัตรูพืช (IPM) ซึ่งมีองค์ประกอบที่สำคัญ ประกอบด้วยการการใช้ประโยชน์จากชีวภัณฑ์ (Biological Control Agents) ได้แก่ ตัวเบียน ตัวห้ำ จุลินทรีย์ และสารจากธรรมชาติในการควบคุมศัตรูพืช การผลิตขยาย การเพาะเลี้ยงศัตรูธรรมชาติเป็นปริมาณมาก และนำปล่อยเพื่อควบคุมศัตรูพืชนั้น หากประสบผลสำเร็จ จะให้ผลในการควบคุมศัตรูพืชในระยะยาว เกิดการควบคุมที่ยั่งยืน ในบางครั้งสามารถนำไปใช้ร่วมกันกับสารเคมี หรือร่วมกับการควบคุมศัตรูพืชวิธีอื่นๆ ได้อย่างเหมาะสม จะสามารถควบคุมศัตรูพืชได้อย่างมีประสิทธิภาพ การนำชีวภัณฑ์ชนิดต่าง ๆ ไปใช้ประโยชน์ จัดเป็นการพัฒนาเพื่อใช้ประโยชน์จากทรัพยากรที่มีอยู่แล้วในธรรมชาติ เพื่อสามารถเพิ่มผลผลิตทางการเกษตร ไม่มีพิษตกค้างในผลผลิต และไม่ส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม ซึ่งจะสามารถนำมาใช้ลด หรือทดแทนการใช้สารเคมีที่ต้องนำเข้ามาจากต่างประเทศ รวมทั้งเป็นการสร้างมูลค่าเพิ่มให้กับทรัพยากรธรรมชาติอีกด้วย

การนำชีวภัณฑ์ชนิดต่าง ๆ มาใช้ประโยชน์นั้น จำเป็นต้อง สำรวจ ศึกษาและวิจัยข้อมูลพื้นฐานจากศัตรูธรรมชาติชนิดต่างๆ ทั้งที่มีอยู่ในประเทศ หรือชนิดใหม่ๆ ที่นำเข้าจากต่างประเทศ รวมทั้งในพื้นที่การระบาดของศัตรูพืช เพื่อให้ได้ชีวภัณฑ์ที่มีศักยภาพในการควบคุมศัตรูพืชและสามารถนำมาผลิตขยายให้ได้ปริมาณมาก สามารถพัฒนาให้มีรูปแบบการผลิตที่เป็นระบบที่สามารถผลิตได้อย่างต่อเนื่อง เป็นงานวิจัยที่ต้องเร่งวิจัยอย่างครบวงจร เพื่อให้ได้ชีวภัณฑ์ชนิดใหม่ๆ ที่มีคุณภาพสามารถนำไปพัฒนาใช้ในการควบคุมศัตรูพืชต่อไป

การวิจัยในโครงการมุ่งเน้น สำรวจ รวบรวม คัดเลือก ประเมินศักยภาพในการทำลายศัตรูพืชของชีวภัณฑ์ ได้แก่ แมลงเบียน แมลงและไรตัวห้ำ จุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดโรคกับแมลง สัตว์ และไรศัตรูพืช เชื้อปฏิปักษ์ของโรคพืช และพืชแข่งขันในการควบคุมวัชพืช เพื่อนำไปใช้ควบคุมแมลง สัตว์ ไรศัตรูพืช โรคพืช และวัชพืช โดยชีววิธีต่อไป

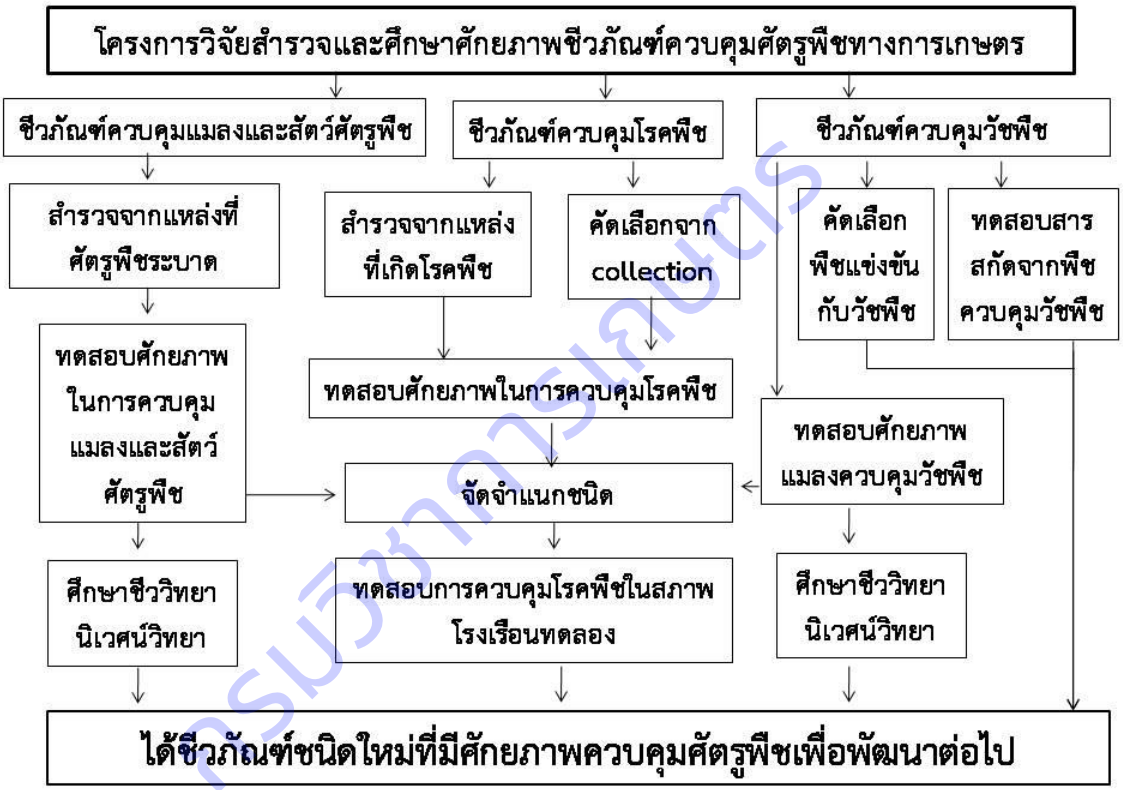
กรมวิชาการเกษตร

การดำเนินงานวิจัยแบ่งออกเป็น 3 ส่วน ได้แก่

1.งานวิจัยที่ดำเนินงานในรูปแบบสำรวจ รวบรวมชีวภัณฑ์ที่มีศักยภาพที่สามารถนำใช้ในการควบคุม แมลง ไรและสัตว์ศัตรูพืช โรคพืช และวัชพืช จากธรรมชาติ พื้นที่ทำการเกษตร และพื้นที่ที่มีการระบาดของศัตรูพืช

2.ประเมินศักยภาพและประสิทธิภาพของชีวภัณฑ์ในการควบคุมศัตรูพืช ศักยภาพในการเลี้ยงหรือผลิตขยายให้มีปริมาณมาก เพื่อนำไปพัฒนาเป็นชีวภัณฑ์ควบคุมศัตรูพืชต่อไป

3.การศึกษาข้อมูลพื้นฐาน: ชีววิทยา นิเวศวิทยา ของชีวภัณฑ์ที่มีศักยภาพในการควบคุมศัตรูพืช



กรมวิชาการเกษตร

วัตถุประสงค์ของโครงการวิจัย

เพื่อคัดเลือกชีวภัณฑ์ที่มีศักยภาพในการควบคุมแมลงศัตรูพืช สัตว์ศัตรูพืช โรคพืช และวัชพืช มีศักยภาพในการผลิตขยายเป็นปริมาณมาก และสามารถพัฒนาเป็นรูปแบบของผลิตภัณฑ์ที่เหมาะสมต่อการนำไปใช้ควบคุมศัตรูพืชได้อย่างมีประสิทธิภาพ

บทคัดย่อ

โครงการวิจัยสำรวจและศึกษาศักยภาพชีวภัณฑ์ควบคุมศัตรูพืชทางการเกษตร ดำเนินการระหว่างเดือนตุลาคม 2558 ถึง กันยายน 2564 ที่ห้องปฏิบัติการสำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช กรมวิชาการเกษตร มีวัตถุประสงค์เพื่อคัดเลือกชีวภัณฑ์ที่มีศักยภาพในการควบคุมแมลงศัตรูพืช สัตว์ศัตรูพืช โรคพืช และวัชพืช มีศักยภาพในการผลิตขยายเป็นปริมาณมาก และสามารถพัฒนาเป็นรูปแบบของผลิตภัณฑ์ที่เหมาะสมต่อการนำไปใช้ควบคุมศัตรูพืชได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยการวิจัยมุ่งเน้น สำรวจ รวบรวม คัดเลือก ประเมินศักยภาพในการทำลายศัตรูพืชของชีวภัณฑ์ ได้แก่ แมลงเบียน แมลงและไรตัวห้ำ จุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดโรคกับแมลง สัตว์ และไรศัตรูพืช เชื้อปฏิปักษ์ของโรคพืช และพืชแข่งขันในการควบคุมวัชพืช เพื่อนำไปใช้ควบคุมศัตรูพืชโดยชีววิธี รวมทั้งสิ้น 35 การทดลอง ประกอบด้วยจำนวน 3 กิจกรรม ได้แก่ กิจกรรมที่ 1 สำรวจและศึกษาศักยภาพของชีวภัณฑ์ที่มีศักยภาพในการควบคุมแมลงไรและสัตว์ศัตรูพืช จำนวน 21 การทดลอง กิจกรรมที่ 2 สำรวจและศึกษาศักยภาพของชีวภัณฑ์ในการควบคุมโรคพืช จำนวน 12 การทดลอง และกิจกรรมที่ 3 สำรวจและศึกษาศักยภาพของชีวภัณฑ์ในการควบคุมวัชพืช จำนวน 2 การทดลอง ผลการศึกษาพบชีวภัณฑ์ที่มีศักยภาพในการควบคุมแมลงไรและสัตว์ศัตรูพืช จำนวน 34 ชนิด ดังนี้ตัวห้ำตัวเบียนที่มีศักยภาพในการควบคุมแมลงศัตรูพืช จำนวน 11 ชนิด เชื้อราโรคแมลงมีศักยภาพในการควบคุมแมลงศัตรูพืช จำนวน 5 ไอโซเลท ไส้เดือนฝอยศัตรูแมลงควบคุมเพลี้ยแป้ง จำนวน 1 ชนิด ชีวภัณฑ์ที่มีศักยภาพในการสัตว์ศัตรูพืชจำนวน 17 ชนิด สำรวจและศึกษาศักยภาพของชีวภัณฑ์ในการควบคุมโรคพืช ได้เชื้อปฏิปักษ์ที่มีศักยภาพในการยับยั้งเชื้อสาเหตุโรคพืช จำนวน 31 ไอโซเลท สำรวจและศึกษาศักยภาพของชีวภัณฑ์ในการควบคุมวัชพืช พบว่า วิธีการควบคุมวัชพืชจำนวน 2 วิธี คือใช้ถั่วบราซิลเป็นพืชคลุมดินและสารสกัดจากพลู

กรมวิชาการเกษตร

Abstracts

The survey and potential study of biological agents to control agricultural pests project has been conducted between October 2015 to September 2021 at the Plant Protection Research Development Office Laboratory, Department of Agriculture. This project aims to select biological agents with potential to control insect pests, animal pests, plant diseases, and weeds. The selected biological agents are able to produce in large quantities and can be developed into a product that suitable for controlling pests effectively. The research focuses on surveying, collecting, selecting, and assessing the infestation potential of biological agents, including parasite, predators, insects animals and mites Pathogenic microorganisms, Antagonistic Microorganisms, and competitive crops for weed controls as biological controls of pests. A total of 35 experiments consisted of 3 activities as Activity 1, to Survey and study the potential of biological agents to control insect, mites and animals pest (21 experiments); Activity 2, to survey and study the potential of biological agents to control plant diseases (12 experiments); and Activity 3, to Survey and study the potential of biological agents to control weeds (2 experiments). The results showed that among 34 products, they were 11 species of parasite, predators and 5 isolates of entomopathogenic fungi for controlling pests. Moreover, one species of entomopathogenic nematode was isolated for controlling mealybugs. Seventeen biological agents were isolated with potential for controlling animals pests. Survey and study of biological agents potential for plant disease control obtained a total of 31 isolates of Antagonistic Microorganisms. Survey and study of biological agents for weed control revealed two methods of weed controls by using Pinto peanut as ground cover crop and betel vine extracts.

กรมวิชาการเกษตร

กิจกรรมที่ 1 สำรวจและศึกษาศักยภาพของชีวภัณฑ์ในการควบคุมแมลงไรและสัตว์ศัตรูพืช

Survey and Potential Study of Biological Agents

to Control Insect Pest

ผู้วิจัย

สาทิพย์ มาลี Satip Malee

เสาวนิตย์ โพธิ์พูนศักดิ์ Saowanit Popoonsak

ประภัสสร เชยคำแหง Prapassorn Choeikamheng

รจนา ไวยเจริญ Rojana Waijaroen

ภัทรพร สรรพณุเคราะห์ Phattaraporn Sappanukroh

เมธาสิทธิ์ คนการ Maythasith Konkarn

ภัททิรา ศาสตร์วงษ์ Pattira Satwong

วินิภา ชาลีคาร Winipa ChaLeecan

นงนุช ช่างสี Nongnuch Changsee

สุชลวัจน์ ว่องไวลิขิต Suchonwat Wongwilikhit

สุวิมล วงศ์พลัง Suwimon Wongphalung

ยุทธนา แสงโชติ Yutthana Sangchote

วิชาญ วรรธนะไกวัล Vichan Watthanakaiwan

ณัฐธิญา กาญจนนิธิพัฒน์ Natthiya Karnchananitiphat

อภินันท์ เอี่ยมสุวรรณสุข Apinan Iamsuwansuk

ศุภกร วงษ์เรืองพิบูล Suphakorn Wongruengpibool

สำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช

กรมวิชาการเกษตร

คำสำคัญ (Key words)

คำสำคัญ การป้องกันกำจัดโดยชีววิธี, ชีวภัณฑ์, ศัตรูธรรมชาติ, การค้นหา, การสำรวจ, การคัดเลือก, ตัวห้ำ, ตัวเบียน, มวนตาโต, แมลงช้างปีกใส, บั่วตัวห้ำ, ด้วงเต่าลายหยัก, หอยตัวห้ำ, ราสาเหตุโรคแมลง, ค็อคซิเดียโปรโตซัว, เพลี้ยแป้ง, เพลี้ยอ่อน; หอยศัตรูพืช, หอยน้ำศัตรูพืช, ยาฆ่าหอย, สัตว์อาศัยสุดท้าย, หนูหริ่ง, หนูพุก, หนูท้องขาว,

Key words Biological control, biological control agents, natural enemies, survey, selection, screening, predator, parasitoids, Big eyed bug, *Chrysoperla sinica*, *Chrysoperla carnea, Chrysoperla rufirabris*, Lady beetle, predator snail, Insect fungi, Coccidia protozoa, mealy bug, aphids, Aphis sp., pest snail, aquatic pest snail, Definitive host, *Mus* spp., *Bandicota* spp., *Rattus* spp., molluscicide, *Clea* sp., Bio- rodenticide,

กรมวิชาการเกษตร

บทคัดย่อ

กิจกรรมสำรวจและศึกษาศักยภาพของชีวภัณฑ์ที่มีศักยภาพในการควบคุมแมลงไรและสัตว์ศัตรูพืช ดำเนินการระหว่างเดือนตุลาคม 2558 ถึง กันยายน 2564 ที่ห้องปฏิบัติการสำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช กรมวิชาการเกษตร มีวัตถุประสงค์เพื่อคัดเลือกชีวภัณฑ์ที่มีศักยภาพในการควบคุมแมลงศัตรูพืช ไรศัตรูพืช และสัตว์ศัตรูพืช มีศักยภาพในการผลิตขยายเป็นปริมาณมาก และสามารถพัฒนาเป็นรูปแบบของผลิตภัณฑ์ที่เหมาะสมต่อการนำไปใช้ควบคุมศัตรูพืชได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยการวิจัยมุ่งเน้น สำรวจ รวบรวม คัดเลือก ประเมินศักยภาพในการทำลายศัตรูพืชของชีวภัณฑ์ ได้แก่ แมลงเบียน แมลงและไรตัวห้ำ จุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดโรคกับแมลง ไรและสัตว์ศัตรูพืช เพื่อนำไปพัฒนาเพื่อใช้ควบคุมศัตรูพืช รวมทั้งสิ้น 21 การทดลอง จากการสำรวจและศึกษาศักยภาพของชีวภัณฑ์ในการควบคุมแมลงไรและสัตว์ศัตรูพืช พบชีวภัณฑ์ในการควบคุมแมลงไรและสัตว์ศัตรูพืช จำนวน 34 ชนิด ได้แก่ ตัวห้ำตัวเบียนที่มีศักยภาพในการควบคุมแมลงศัตรูพืช จำนวน 11 ชนิด เชื้อราโรคแมลงมีศักยภาพในการควบคุมแมลงศัตรูพืช จำนวน 5 ไอโซเลท ไส้เดือนฝอยศัตรูแมลงมีศักยภาพในการควบคุมเพลี้ยแป้งในสภาพโรงเรือน จำนวน 1 ชนิด ชีวภัณฑ์ที่มีศักยภาพในการหอยและหนูศัตรูพืชจำนวน 17 ชนิด

กรมวิชาการเกษตร

Abstract

The survey and potential study of biological agents to control insect mite and animal pests Activity has been conducted between October 2015 to September 2021 at the Plant Protection Research Development Office Laboratory, Department of Agriculture. This project aims to select biological agents with potential to control insect pests, animal pests. The selected biological agents are able to produce in large quantities and can be developed into a product that suitable for controlling pests effectively. The research focuses on surveying, collecting, selecting, and assessing the infestation potential of biological agents, including parasite, predators, insects animals and mites Pathogenic microorganisms as biological controls of pests. A total of 21 experiments. The results showed that among 34 products, they were 11 species of parasite, predators and 5 isolates of entomopathogenic fungi for controlling pests. Moreover, one species of entomopathogenic nematode was isolated for controlling mealybugs. Seventeen biological agents were isolated with potential for controlling animals pests.

กรมวิชาการเกษตร

บทนำ

การควบคุมแมลงศัตรูพืชโดยชีววิธี เป็นวิธีการกำจัดศัตรูพืชที่สำคัญอีกวิธีหนึ่ง มีความปลอดภัยต่อสิ่งแวดล้อม ผลผลิต เกษตรกรและผู้บริโภค ปัจจุบันเป็นที่ยอมรับกันอย่างกว้างขวางว่า การป้องกันกำจัดศัตรูพืชโดยชีววิธีเป็นองค์ประกอบสำคัญของการจัดการศัตรูพืชแบบผสมผสาน โดยอาศัยปัจจัยทางธรรมชาติ ได้แก่ แมลงศัตรูธรรมชาติจำพวก แมลงห้ำ แมลงเบียน และจุลินทรีย์ที่ก่อให้เกิดโรคกับแมลงศัตรูพืช (กองกีฏและสัตววิทยา, 2544)

ชลิดา และคณะ (2555) รายงาน การตรวจจำแนกชนิดของเพลี้ยแป้ง พบเพลี้ยแป้งสกุล *Phenaoccus* เพศเมีย จำนวน 4 ชนิด ได้แก่ เพลี้ยแป้งมันสำปะหลังสีชมพู (*Phenacoccus manihoti* Matile-Ferrero) เพลี้ยแป้งมันสำปะหลังสีเขียว (*Phenacoccus madeirensis* Green) เพลี้ยแป้งงา (*Phenaoccus solani* Ferris) และเพลี้ยแป้งชบา (*Phenaoccus solenopsis* Tinsley) ซึ่งเพลี้ยแป้งสกุล *Phenacoccus* อยู่ในวงศ์ Pseudococcidae อันดับ Homoptera เป็นแมลงปากดูดที่ทำความเสียหายให้กับพืชได้หลายชนิด ทั้งพืชสวนและพืชไร่ โดยดูดน้ำเลี้ยงจากส่วนต่าง ๆ ของพืช ทำให้บริเวณที่ถูกทำลายมีลักษณะผิดปกติ เช่น ใบเป็นจุดสีเหลืองและบางครั้งมีลักษณะย่น ผลบิดเบี้ยวและร่วง ต้นพืชที่ถูกทำลายรุนแรงจะเหี่ยวและแห้งตายในที่สุด มีรายงานว่าพบเพลี้ยแป้งสกุลนี้บนพืชหลากหลายชนิดทั้งพืชผัก ไม้ผล พืชไร่ และหญ้า Williams (2004) รายงานว่าพบเพลี้ยแป้งสกุลนี้ในแถบเอเชียใต้รวม 14 ชนิด สำหรับในประเทศไทย เพลี้ยแป้งสกุลนี้มีหลายชนิด (species)

ชลิดา และคณะ (2555) รายงานว่า เพลี้ยแป้งชบา (solenopsis mealybug; *Phenaoccus solenopsis* Tinsley) ตัวเต็มวัยเพศเมีย ลำตัวรูปไข่ ผนังลำตัวสีน้ำตาลอมเทา ปกคลุมด้วยไขแป้งสีขาว ด้านข้างลำตัวมีเส้นแป้งสั้น เส้นแป้งด้านท้ายลาตัวยาวกว่าเส้นแป้งด้านข้างเล็กน้อย มีแถบสีดำพาดยาวตามลำตัว เขตการกระจาย ภาคเหนือ ได้แก่ จังหวัดเชียงราย และเชียงใหม่ ภาคกลาง ได้แก่ จังหวัดกรุงเทพมหานคร นนทบุรี ปทุมธานี สุพรรณบุรี สิงห์บุรี และนครสวรรค์ ภาคตะวันออก ได้แก่ จังหวัดจันทบุรี และฉะเชิงเทรา ภาคตะวันตก ได้แก่ จังหวัดกาญจนบุรี และเพชรบุรี ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ได้แก่ จังหวัดร้อยเอ็ด และกาฬสินธุ์ พืชอาหาร พบดูดน้ำเลี้ยงบริเวณยอดอ่อน ใบอ่อน ขั้วดอกของชบา ชบาหนู มะเขือเปราะ มะเขือพวง มะแว้ง กระเจี๊ยบเขียว กระเจี๊ยบแดง ปอ คุณนายตื่นสาย ลั่นทมหัวลูกศร ทานตะวัน ผกากรอง ยาสูบ หญ้ายาง พันงูเขียว หญ้าขัดมอญ และเหลืองปรีดียาธร พบระบาดได้เป็นจำนวนมากบางฤดูกาล พบแมลงศัตรูธรรมชาติของเพลี้ยแป้งสกุล *Phenacoccus* เช่น แมลงช้างปีกใส ด้วงเต่าตัวห้า และแตนเบียน

Mahmood et al. (2011) ศึกษาและประเมินบทบาทของแมลงศัตรูธรรมชาติในการช่วยควบคุมประชากรของเพลี้ยแป้งชนิดนี้ในฝ้ายและพืชอื่นๆ เพื่อหาแนวทางป้องกันกำจัด เพื่อใช้ประโยชน์ของการป้องกันกำจัดเพลี้ยแป้งโดยชีววิธีให้ได้มากที่สุด ในปากีสถานสำรวจพบแมลงศัตรูธรรมชาติ ดังนี้ ด้วงเต่า 9 ชนิด แมลงช้างปีกใส 1 ชนิด บั่ว 1 ชนิด และแตนเบียน *Aenasius bambawalei* (Hayat) ทั้งนี้ได้มีการนำเข้า ด้วงเต่า *Cryptolaemus montrouzieri* (Muls.) จากแคลิฟอร์เนีย มาผลิตขยายและปล่อยเพื่อควบคุมเพลี้ยแป้ง *P. solenopsis*

กรมวิชาการเกษตร

Sahito et al. (2011) รายงานพบ *Aenasiuis bambawalei, Brumus suturalus*, *Menochilus sexmaculantus, Schymnus coccivora, Schymnus saturalus, Chrysoperal carnae,* Spider spp. และมด นอกจากนี้ Mahmood *et al*. (2011) รายงานพบ ตัวห้ำ 13 ชนิด ซึ่ง *B. suturalis* จะพบได้ตลอดทุกระดับการทำลายของเพลี้ยแป้ง พบแตนเบียนเพียงชนิดเดียว ได้แก่ *A. bambawalei* ที่สามารถตั้งรกรากและมีประสิทธิภาพดีในการควบคุมเพลี้ยแป้งชนิดนี้ โดยมีความสามารถในการค้นหาได้ดี (Mahmood *et al*. 2011).

Shahid et al. (2014) กล่าวว่า เพลี้ยแป้ง *P. solenopsis* เป็นแมลงศัตรูที่สำคัญของทั้งพืชเศรษฐกิจและพืชอื่นๆ รวมทั้งวัชพืช รวมทั้งผักและผลไม้ ในอนาคตมีความจำเป็นที่ต้องมีความรู้เกี่ยวกับพืชอาศัยของเพลี้ยแป้ง *P. solenopsis* ในพืชหลักและพืชรองตลอดทั้งปี เพื่อหลีกเลี่ยงการระบาดและเพื่อเป็นการผ่อนปรนปัญหาการทำลายในพืชเศรษฐกิจ ความเข้าใจเกี่ยวกับพืชอาหารที่ชอบของ เพลี้ยแป้ง *P. solenopsis* จะมีประโยชน์ทั้งก่อนและหลังกลยุทธ์การป้องกันกำจัด

เพลี้ยอ่อน (วงศ์ Aphididae: อันดับ Homoptera) เป็นแมลงศัตรูพืชที่มีความสำคัญยิ่ง เนื่องจากสามารถเข้าทำลาย ดูดกินน้ำเลี้ยงพืชโดยตรง (Fiebig and Poehling, 1998) เพลี้ยอ่อนเป็นแมลงปากดูดขนาดเล็ก ทำลายพืชโดยการดูดกินน้ำเลี้ยงตามยอดอ่อน ใบอ่อน และดอก ถ้าเกิดการระบาดในขณะที่ต้นพืชยังเล็กจะส่งผลให้ลำต้นแคระแกรน ใบอ่อน ยอดอ่อนหงิกงอ และยังเป็นพาหะนำโรคไวรัสที่สำคัญหลายชนิด เพลี้ยอ่อนสืบพันธุ์ได้โดยไม่ต้องผ่านการผสมพันธุ์ ตัวอ่อนที่ฟักออกมาจะมีขนาดเล็กสีเหลืองอ่อน ตาสีดำ มีขา 3 คู่ หนวดสั้น รูปร่างลักษณะคล้ายตัวเต็มวัย ตัวอ่อนมีการลอกคราบเพื่อการเจริญเติบโต สีของลำตัวจะเข้มขึ้นเรื่อย ๆ ตัวเต็มวัย 1 ตัวสามารถออกลูกได้ถึง 6-11 ตัว/วัน ในระยะเป็นตัวอ่อนนั้นจะมีการลอกคราบ 4 ครั้ง ตัวอ่อนมีอายุประมาณ 5-6 วัน หลังจากนั้นจะพัฒนาเป็นตัวเต็มวัย ตัวเต็มวัยของเพลี้ยอ่อนมีทั้งมีปีกและไม่มีปีก พวกที่ไม่มีปีกจะมีหนวด 6 ปล้อง หนวดปล้องแรกและปล้องที่สองสั้นมีสีเขียวอ่อน ปล้องที่สามและปล้องถัดไปจะมีสีเข้ม และมีขนาดยาวขึ้นเรื่อย ๆ ปากมี 5 ปล้องสีเหลืองอ่อนปลายปากสีดำ นัยน์ตาสีดำ ปลายขาเหยียดตรง ส่วนท้องสีเขียวอ่อน สำหรับตัวเต็มวัยที่มีปีกจะมีลักษณะคล้ายกับพวกไม่มีปีก ลักษณะที่ต่างออกไปคือหนวดปล้องแรกและปล้องที่สองมีสีค่อนข้างดำ ปล้องที่สามมีสีดำปนเขียว ปล้องที่อยู่ถัดไปมีสีเขียวอ่อน ส่วนหัวและอกมีสีดำ มีปีกบางใส 2 คู่ ขาทั้ง 3 คู่ ค่อนข้างยาว ระยะตัวเต็มวัยมีชีวิตอยู่ได้นาน 6-41 วันตัวเต็มวัยตัวหนึ่งๆ สามารถออกลูกได้ตลอดชีวิตได้ประมาณ 75-450 ตัว (พัชรินทร์,2555)

เพลี้ยอ่อนมีพืชอาหารหลายชนิด เช่น ข้าวโพด ส้ม ถั่ว ฝ้าย พืชตระกูลแตง พืชตระกูลกะหล่ำ เป็นต้น ล้วนเป็นพืชทางการเกษตรทั้งนั้น จากการศึกษาของ นิภาวรรณและอโนทัย (2557) พบเพลี้ยอ่อน 2 ชนิดเข้าทำลายพืชผัก คือ เพลี้ยอ่อนยาสูบ *Myzuspersicae* เข้าทำลายพืชทั้ง 6 ชนิด จาก 3 วงศ์ คือ วงศ์ Leguminosae(ถั่วฝักยาว *Vignaunguiculata*) วงศ์ Cucurbitaceae(ฟักทองญี่ปุ่น *Curcubitamoschata*Decneฟักทองยักษ์ *Cucurbita maxima* และฟักทอง *Cucurbita moschata*Decne) และวงศ์ Solanaceae(มะเขือเทศ *Lycopersiconesculentum* Mill. และพริก *Capsicum frutescens*Linn) และเพลี้ยอ่อนฝ้าย *Aphis gossypii* เข้าทำลายพืช 3 ชนิด คือ วงศ์

Leguminosae(ถั่วฝักยาว *Vignaunguiculata*) และวงศ์ Solanaceae(มะเขือเทศ *Lycopersiconesculentum* Mill. และพริก *Capsicum frutescens* Linn) พบแมลงเบียน 3 ชนิดคือ แมลงเบียน *Aphelinusglycinis* แมลงเบียน *Diaretiellarapae* และแมลงเบียนไม่ทราบชนิด ในพืชผักวงศ์ Cucurbitaceaeเท่านั้น

แมลงเบียน หรือแตนเบียน (parasitoids) เป็นแมลงขนาดเล็ก จัดอยู่ในอันดับ Hymenoptera เช่นเดียวกับ ผึ้ง มด ต่อ และแตนชนิดอื่นๆ มีความหลากหลายทางชีวภาพสูงมาก และมีความเฉพาะเจาะจงต่อแมลงอาศัย แตนเบียนกลุ่มที่มีความหลากหลายสูงสุดจัดอยู่ใน Superfamily Ichneumonoideaซึ่งแบ่งออกเป็น 2 วงศ์ใหญ่ๆคือ วงศ์ Ichneumonidaeและ Braconidaeแตนเบียนใน 2 วงศ์นี้จัดว่ามีความสำคัญทางเศรษฐกิจโดยช่วยควบคุมประชากรของแมลงในระบบนิเวศบนบกต่างๆ มีลักษณะสำคัญ คือ มีช่วงหนึ่งของชีวิตอาศัยอยู่ในแมลงอาศัย แต่ตัวเต็มวัยมักพบอยู่เป็นอิสระ และต้องการแมลงอาศัยเพียงตัวเดียวในการเจริญเติบโต ส่วนใหญ่มักมีขนาดเล็กกว่าแมลงอาศัย (Yazdani and Agarwal, 1997) ตัวเต็มวัยเพศเมียจะวางไข่อยู่บนหรือใช้อวัยวะวางไข่แทงเข้าไปในไข่ ตัวอ่อนดักแด้ หรือตัวเหยื่อที่โตเต็มวัยขึ้นอยู่กับชนิดของตัวเบียนนั้นๆ หลังจากนั้นเมื่อไข่ฟักเป็นตัวอ่อน ซึ่งตัวอ่อนของแมลงเบียนจะใช้ร่างกายของเหยื่อเป็นทั้งที่อยู่อาศัยและเป็นอาหารไปพร้อมกัน แต่เมื่อเติบโตเป็นตัวเต็มวัยแล้ว อาหารของตัวเต็มวัยมักจะแตกต่างกับอาหารของตัวอ่อน เช่น น้ำหวานจากดอกไม้ เหยื่อของแมลงเบียนมีทั้งที่เป็นแมลงด้วยกันเอง หรือสัตว์ชนิดอื่นๆ

จากรายงานของ Mejía*et al*. (2010) พบแมลงเบียนเพลี้ยอ่อนถึง 10 ชนิด ในขณะที่ Rakhshani*et al*. (2014) พบแมลงเบียนในวงศ์ย่อยAphidiinaeมีจำนวนมากถึง 29 ชนิดที่เข้าทำลายเพลี้ยอ่อน และ Rakhshani*et al*. (2008) พบแมลงเบียนมากถึง 7 ชนิดที่เข้าทำลายเพลี้ยอ่อนข้าวสาลีในประเทศอิหร่าน ในประเทศไทยมีการสำรวจพบชนิดใหม่2ชนิด คือ *Areopraonthailandicum*และ *Aphidiusautriquei*Starý(P. Stary, M. Sharkey and C. Hutacharern, 2008) และในประเทศไทยการศึกษาเกี่ยวกับแมลงเบียนเพลี้ยอ่อนน้อยมากทั้งที่มีบทบาทสำคัญต่อการควบคุมปริมาณเพลี้ยอ่อน (นิภาวรรณและอโนทัย, 2557)

หนอนใยผัก (Diamondback moth) (DBM), *Plutella xylostella* L. เป็นแมลงศัตรูที่สำคัญก่อให้เกิดความเสียหายกับพืชผักตระกูลกะหล่ำ (Cruciferae) เช่น คะน้า กะหล่ำปลี กะหล่ำดอก ฯลฯ ยกเว้นผักกาดหอม ลักษณะตัวเต็มวัยเป็นผีเสื้อกลางคืนขนาดเล็ก วางไข่เป็นฟองหรือกลุ่มเล็ก ๆ ทั้งบนใบและใต้ใบ ไข่มีสีเหลืองอ่อน หนอนลำตัวยาวเรียวหัวท้ายแหลม ส่วนท้ายมีปุ่มยื่นออกเป็น 2 แฉก สีเขียวอ่อน เทาอ่อน หรือเขียวปนเหลือง ชอบแทะกินผิวใบด้านล่าง และปล่อยเหลือผิวใบด้านบนไว้เป็นเยื่อโปร่งแสงเป็นวงกว้าง หากมีการระบาดมากจะกัดกินจนเหลือแต่ก้านใบหรือใบแหว่งเหี่ยวตายได้ง่าย หากมีสิ่งรบกวนจากภายนอกหนอนใยผักจะดิ้น และสร้างใยทิ้งตัวห้อยลงบนพื้น เข้าดักแด้ตามใบพืช โดยมีใยปกคลุม หนอนใยผักกัดกินใบและยอดพืชตระกูลกะหล่ำ ตั้งแต่เริ่มงอกจนถึงระยะเก็บเกี่ยว พบระบาดเป็นประจำตามแหล่งปลูกผักทั่วไปทุกภาค แหล่งปลูกผักเป็นการค้า มักพบการทำลายอยู่เป็นประจำโดยเฉพาะอย่างยิ่งในแหล่งปลูกผักในเขตภาคกลาง หนอนใยผักมีความสามารถในการสร้างความ

ต้านทานสารป้องกันกำจัดแมลงได้รวดเร็ว เพราะวงจรชีวิตสั้นในฤดูปลูกหนึ่ง ๆ มีหลายรุ่น จึงเป็นปัญหามากที่สุดสำหรับการใช้สารกำจัดแมลง

ปิยรัตน์ และคณะ (2542) รายงานว่า หนอนใยผักมีแมลงศัตรูธรรมชาติคอยควบคุมอยู่หลายชนิด จากการศึกษา พบแตนเบียน 4 ชนิด ได้แก่ แตนเบียนไข่ *Trichogramma* confusum Viggiani (Hymenoptera: Trichogrammatidae) พบทำลายไข่หนอนใยผัก ที่แหล่งปลูกบริเวณเขาค้อ จังหวัดเพชรบูรณ์ ทำลายไข่หนอนใยผักสูงถึง 78.96เปอร์เซ็นต์ ในช่วงเดือนมิถุนายน และในเขตที่ราบภาคกลางยังพบแตนเบียนไข่อีกชนิดหนึ่ง ได้แก่ *Trichgrammatoidea bactrae* Nagaraja (Hymenoptera: Trichogrammatidae) พบทำลายไข่หนอนใยผักเป็นครั้งแรกในปี 2531 ที่อำเภอกำแพงแสน จังหวัดนครปฐม ในปีต่อมาพบในแปลงกล้าคะน้าที่จังหวัดเพชรบุรี และกาญจนบุรี ช่วงอุณหภูมิ 25-30 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 60-74เปอร์เซ็นต์ ประสิทธิภาพในการควบคุมไข่หนอนใยผัก 16.20-45.20 เปอร์เซ็นต์ นอกจานี้ยังพบแตนเบียนหนอน *Cotesia plutellae* (Hymenoptera: Braconidae) พบทำลายหนอนของหนอนใยผักตลอดทั้งปีในเขตเกษตรที่ราบและที่สูง ช่วงอุณหภูมิ 18-32 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 60-90เปอร์เซ็นต์ สำหรับในเขตที่สูงพบสูง 69.23เปอร์เซ็นต์ ในช่วงเดือนกรกฎาคม และเขตที่สูง 32.4เปอร์เซ็นต์ สำหรับแตนเบียนดักแด้ที่พบ ได้แก่ *Thyraeella collaris* (Grav) (Hymenoptera: Ichneumonidae) พบทำลายเฉพาะในเขตเกษตรที่สูงเท่านั้น แตนเบียนชนิดนี้มีประสิทธิภาพในการทำลายดักแด้ได้สูงถึง 23.28เปอร์เซ็นต์ ในช่วงเดือนมิถุนายน

มีรายงานศัตรูธรรมชาติของหนอนใยผักชนิดต่าง ๆ อีกหลายชนิด ในประเทศไทย ตัวห้ำ เช่น มวนพิฆาต *Eocanthecona furcellata* มวนเพชฌฆาต *Sycanus collaris* มวนตาโต มวนพิฆาต มวนเพชฌฆาต ต่อรัง ต่อหมาร่า ต่อขายาว จิ้งหรีดหนวดยาว ตั๊กแตนตำข้าว แมลงปอบ้าน แมลงปอเสือ และด้วงดิน เชื้อจุลินทรีย์ แบคทีเรีย *Bacillus thuringiensis* ไส้เดือนฝอยศัตรูแมลง *Steinernema siamkayai*, *Steinernema carpocapsae*

ผักในตระกูลกะหล่ำ (Cruciferaceae) ที่นิยมนำมาประกอบอาหาร โดยสามารถรับประทานได้ทั้งในส่วนของลำต้น ก้านใบ และใบ ส่งผลให้มีการปลูกและจำหน่ายอยู่ในทั่วทุกภาคของประเทศ โดยทั่วไปการเพาะปลูกพืชผักมักประสบปัญหาหลายประการไม่ว่าจะเป็นโรค แมลงศัตรู และวัชพืช และศัตรูที่สำคัญมากชนิดหนึ่งคือ หนอนใยผักซึ่งเป็นแมลงที่มีการระบาดทุกแห่งในพื้นที่ปลูกผักของประเทศไทย (วินัย, 2535; พรรณเพ็ญ และคณะ, 2542) และเป็นศัตรูสำคัญที่สุดของผักตระกูลกะหล่ำ โดยสามารถสร้างความเสียหายทั้งในเชิงคุณภาพและปริมาณ วิธีที่เกษตรกรนิยมใช้ควบคุมจำนวนประชากรหนอนใยผัก วิธีหนึ่งก็คือการใช้สารฆ่าแมลง เพราะเป็นวิธีที่ง่าย สะดวก สามารถลดปริมาณแมลงได้อย่างรวดเร็วและเห็นผลชัดเจน (ศิริณี และคณะ, 2541) และเนื่องจาก การใช้สารฆ่าแมลงของเกษตรกรในปริมาณสูงและต่อเนื่องเป็นระยะเวลายาวนานนั้น ได้ส่งผลให้หนอนใยผักสร้างความต้านทานได้อย่างรวดเร็วและรุนแรง ดังนั้น เกษตรกรจำเป็นต้องใช้สารฆ่าแมลงที่มีฤทธิ์สูงยิ่งขึ้นไป เพื่อให้ประสบผลสำเร็จในการป้องกันกำจัด จากรายงานการศึกษาที่ผ่านมาพบว่า หนอนใยผักสามารถสร้างความต้านทานต่อสาร

ศูนย์วิทยทรัพยากร

กลุ่มแรกคือ DDT ตั้งแต่ปี 1953 ที่ประเทศอินโดนีเซีย (Ankersmith, 1953) นอกจากนั้นยังสามารถพัฒนาความต้านทานต่อเชื้อ *Bacillus thuringiensis* (Tabashnik *et al*., 1990; Shelton *et al*., 1993)

แมลงห้ำ (Predators) เป็นสิ่งมีชีวิตที่ดำรงชีวิตอย่างอิสระ ไม่ต้องอาสัยอยู่ภายในเหยื่อ (prey) ด้วยการกินเหยื่อหรือศัตรูพืช โดยทั่วไปตัวห้ำจะกินเหยื่อได้หลายชนิด กินได้ทุกวัยและต่างชนิดกัน นอกจากนี้ตัวห้ำอีกหลายชนิดสามารถหาอาหารเสริมได้จากพืช เช่น น้ำหวานดอกไม้ เกสรดอกไม้ โดยไม่ได้ก่อความเสียหายแก่พืช แมลงห้ำส่วนมากจะกินเหยื่อในระยะตัวอ่อนในจำนวนมากๆเพื่อให้เจริญเติบโต (รัตนา, 2544; Frank and Slosser,1996)

บั่ว (gall midges) เป็นแมลงใน อันดับ Diptera บั่วตัวห้ำ จัดอยู่ในวงศ์ Cecidomyiidae เป็นวงศ์เดียวกับบั่วศัตรูพืช บั่วตัวห้ำ ตัวเต็มวัยมีขนาดเล็กบอบบาง ตัวหนอนสีแดง จากรายงานของ Daane et al.(2008) พบว่าที่รัฐแคลิฟอร์เนียพบบั่วตัวห้ำชนิด *Dicrodiplosis California* Felt ซึ่งตัวหนอนเป็นตัวห้ำของเพลี้ยแป้งในองุ่น ตัวเต็มวัยจะวางไข่ไว้ใกล้ๆกับถุงไข่ของเพลี้ยแป้ง และเมื่อไข่ฟักก็จะกินไข่เพลี้ยแป้งและตัวอ่อนเพลี้ยแป้งเป็นอาหารจนกระทั่งเข้าดักแด้ทิ้งตัวลงด้านล่าง ในประเทศนิวซีแลนด์ มีรายงานว่า บั่ว *Diadiplosis koebelei* (Koebele) สามารถลดการระบาดของเพลี้ยแป้งได้ถึง 30 เปอร์เซ็นต์ (Charles 1985) แมลงช้างปีกใส (Green Lawecings) เป็นแมลงศัตรูธรรมชาติที่มีประโยชน์มากชนิดหนึ่ง จัดอยู่ในอันดับ Neuroptera วงศ์ Chrysopidae. เป็นตัวห้ำที่มีประสิทธิภาพเนื่องจากสามารถทำลายเหยื่อศัตรูพืชได้หลายชนิด เช่น ไข่และตัวอ่อนของผีเสื้อบางชนิด เพลี้ยอ่อน, ไรแมงมุม, เพลี้ยหอย, เพลี้ยแป้ง, เพลี้ยไก่แจ้, เพลี้ยจักจั่น, ตัวอ่อนแมลงหวี่ขาว และเหยื่อศัตรูพืชอีกหลายชนิดที่ลำตัวอ่อนนุ่ม จึงทำให้แมลงช้างปีกใสเป็นแมลงห้ำที่ได้รับความสนใจในหลายๆประเทศ ทั่วโลกพบแมลงช้างปีกใสอยู่หลายสายพันธุ์ เช่นประเทศจีน พบแมลงช้างปีกใส *Chrysoperla sinica* ในสหรัฐอเมริกาพบ แมลงช้างปีกใส *Chrysoperla carnea* และ *Chrysoperla rufilabris* ซึ่งแมลงช้างทั้ง 2 ชนิดนี้ ในต่างประเทศมีการผลิตขยายแมลงช้างปีกใส *Chrysopera carnea* และ *Chrysopera rufilabris* ขายเป็นการค้ามาตั้งแต่ปี 2530 (J.C. van Lenteren, 2003) นอกจากนี้ในประเทศแถบยุโรปมีการใช้แมลงช้างปีกใสในยุโรปได้นำไปใช้ประโยชน์ในการควบคุมเพลี้ยอ่อน ในพืชหลายชนิด ได้แก่ พริกไทย มันฝรั่ง มะเขือเทศ และมะเขือชนิดอื่นๆ (Hoffman and Fredsham, 1993) จากผลการวิจัยในต่างประเทศพบว่าใช้แมลงช้างปีกใส ควบคุมเพลี้ยอ่อนในพริก ใช้ควบคุมไรในแปลงแอปเปิ้ล นอกจากนี้ยังใช้ควบคุมเพลี้ยจักจั่นในไร่องุ่นโดยใช้อัตราแมลงช้างปีกใส 1-16 ตัวต่อต้น สามารถควบคุมเพลี้ยจักจั่นลดลง 31เปอร์เซ็นต์ (Daana and YoKota, 1997) นอกจากนี้ Tauben and Tauben1993 รายงานว่าแมลงช้างปีกใสยังเคยถูกนำไปใช้ในไร่ฝ้ายของรัฐเท็กซัส สามารถลดประชากรของหนอนเจาะสมอฝ้ายได้ถึง96เปอร์เซ็นต์ และยังนำไปใช้ในพืชอื่นๆเช่นข้าวโพด ถั่ว กะหล่ำปลี และแอปเปิ้ล เพื่อควบคุมเพลี้ยอ่อนศัตรูพืชดังกล่าว แต่ต้องปล่อยเป็นปริมาณมาก

สำหรับประเทศไทยพบแมลงในอันดับ Neuroptera 4 วงศ์ด้วยกัน คือ วงศ์ Chrysopidae วงศ์ Myrmeleontidae วงศ์ Hemerobiidae และวงศ์ Ascalaphidae และพบว่ามีจำนวนชนิดอยู่ประมาณ 19 ชนิด วงศ์ที่พบชนิดมากที่สุดคือวงศ์ Chrysopidae มีแมลงช้างปีกใส 7 สกุล 15 ชนิดวงศ์

Myrmeleontidae พบ 2 สกุล 2 ชนิด และวงศ์ Hemerobiidae กับวงศ์ Ascalaphidae พบวงศ์ละ 1 สกุล 1 ชนิด (http://www.dnp.go.th) ตามรายงานของ ศิริวรรณ และคณะ 2547 ได้สำรวจแมลงศัตรูธรรมชาติในภาคกลางของประเทศไทย พบแมลงช้างปีกใส *Chrysoperla* sp. และแมลงช้างปีกสีน้ำตาล *Hemerobius* sp. นอกจากนี้ อรพรรณ และคณะ 2547 สำรวจพบ แมลงช้างปีกใส *Mallada* sp. และรายงานว่าเป็นชนิดที่พบมากที่สุด ในประเทศไทย แต่การใช้แมลงช้างปีกใสในการควบคุมศัตรูพืชน้อยมาก พิมลพร 2545 รายงานว่าแมลงช้างปีกใส เป็นแมลงห้ำทั่วไปกินอาหารได้หลายชนิดเหยื่อที่ชอบมากที่สุดคือเพลี้ยอ่อน แมลงช้าง 1 ตัวสามารถกินเพลี้ยอ่อนได้ 100-600 ตัวแมลงช้างปีกใสมีประโยชน์มากในการนำไปปล่อยในโรงเรือนที่ปลูกพืชและได้นำไปปล่อยควบคุมศัตรูแล้วเช่น ควบคุมเพลี้ยอ่อนบนกุหลาบ และในถั่วลันเตาสามารถลดการระบาดได้ดี ดังนั้นเพื่อการควบคุมศัตรูพืชโดยชีววิธี หรือภายใต้ระบบการจัดการศัตรูพืชแบบผสมผสาน การนำแมลงช้างปีกใสไปใช้มีความจำเป็นมากขึ้น การศึกษาความเป็นไปได้ในการผลิต และศักยภาพในการผลิตรวมทั้งวิธีการนำไปใช้จึงมีความสำคัญในเบื้องต้น

มวนตาโต (Big-eyed bugs) อยู่ในวงศ์ Lygaeidae ส่วนใหญ่อยู่ในสกุล Geocoris และสกุล Germalas โดยมวนตาโตในสกุล Geocoris เป็นชนิดที่พบมากที่สุด มีการกระจายอยู่ทั่วไปมาก โดยฉพาะในทวีปเอเชียและเอเชียใต้ ปัจจุบันข้อมูลที่รวบรวมได้พบว่า มวนตาโตที่ได้ศึกษาทางอนุกรมวิธานแล้วมี 14 genara มวนชนิดนี้เป็นตัวห้ำที่มีศักยภาพอีกชนิดหนึ่ง สามารถนำไปใช้ในการควบคุมกำจัดแมลงศัตรูพืชได้อย่างมีประสิทธิภาพ (Sweet II, 2000)

มวนตาโตเป็นแมลงขนาดเล็ก ที่พบได้ทั่วไปในแหล่งเพาะปลูกต่างๆ เป็นแมลงศัตรูธรรมชาติชนิดตัวห้ำ กินแมลงศัตรูพืชได้หลายชนิด ได้แก่ เพลี้ยไฟ แมลงหวี่ขาว ไข่หนอนผีเสื้อต่างๆรวมถึงตัวหนอนหรือแมลงขนาดเล็ก จัดเป็นแมลงตัวห้ำที่มีศักยภาพอีกชนิดหนึ่ง (Mead, 2001)

Frank and slosser (1996) มวนตาโตเป็นแมลงขนาดเล็ก ชอบอาศัยในที่อบอุ่น มีจุดเด่นที่ตาซึ่งค่อนข้างโตคล้ายไต ไม่มีขาจับ (grasping leg) อย่างเช่นขาหน้าของตั๊กแตนตำข้าวที่ใช้ในการจับเหยื่อ ทำให้การจับเหยื่อเป็นไปในลักษระซุ่มรอแล้วค่อยโจมตีเหยื่อ แต่ข้อจำกัดเหล่านี้ไม่ได้เป็นอุปสรรคในการจับแมลงอื่นกินเป็นอาหาร แต่กลับพบว่า มวนตาโตสามารถกินแมลงได้หลากหลายชนิด

ด้วงเต่าเป็นแมลงปีกแข็งในอันดับ Coleoptera วงศ์ Coccinellidae ชื่อสามัญ Lady beetle ทั่วโลกมีด้วงเต่า 490 สกุล 4,200 ชนิด (Sasaji, 1971) ในประเทศไทยพบด้วงเต่า 36 สกุล 75 ชนิด (Chunram and Sasaji, 1980) สมหมาย (2545) ได้รวบรวมด้วงเต่าจำนวน 133 ชนิด เป็นด้วงเต่าตัวห้ำ 112 ชนิด และเป็นด้วงเต่าศัตรูพืช 21 ชนิด ด้วงเต่าตัวห้ำเป็นแมลงห้ำทั้งในระยะตัวอ่อนและตัวเต็มวัย (พิมลพร, 2545) สามารถทำลายศัตรูพืชได้หลายชนิด อาหาร ได้แก่ ไข่ของผีเสื้อ เพลี้ยแป้ง หนอนขนาดเล็ก เพลี้ยอ่อน เพลี้ยหอย แมลงหวี่ขาว เพลี้ยจักจั่น และเพลี้ยอ่อน เป็นต้น (กุศล, 2550) นอกจากจะกินแมลงศัตรูพืชเป็นอาหารแล้ว เมื่อขาดแคลนอาหารด้วงเต่าตัวห้ำสามารถกินน้ำหวานที่แมลงกลั่นออกมา (honeydew) จากดอกไม้และเกสรเพื่อดำรงชีวิตอยู่ได้ ด้วงเต่าตัวห้ำสามารถกินแมลงศัตรูพืชได้หลายชนิด แต่หากจะให้ด้วงเต่าตัวห้ำมีการเจริญที่ดีและขยายพันธุ์ได้ดีนั้นจะต้องได้กินแมลงศัตรูพืชที่เหมาะสมเป็นอาหาร การเลี้ยงด้วงเต่าลายหยัก *Menochilus sexmaculatus* (F.) ด้วย turnip aphid, cowpea

aphid, sugarcane aphid และ giant weed aphid ได้อัตราการขยายพันธุ์สุทธิ 20.46, 461.07, 107.08 และ 35.42 ตามลำดับ ด้วงเต่าลายสามารถที่จะกินอาหารได้เกือบตลอดเวลาชั่วชีวิต เช่น *M. sexmaculata* เลี้ยงด้วย *Aphis craccivora* ในระยะหนอนและตัวเต็มวัยเพศเมียสามารถกินได้เฉลี่ย 110.45 ± 4.04 และ 1,056.90 ± 59.83 ตัว ตามลำดับ ตลอดชีวิตสามารถกินได้เฉลี่ย 1,167.35 ± 67.92 ตัว (Roongfar, 1980) นอกจากความชอบอาหารที่แตกต่างกันแล้วยังมีปัจจัยอีกหลายอย่างที่มีผลกระทบต่อชนิดอาหารที่กินแตกต่างกัน เช่น การมีอยู่ของเหยื่ออาหารชนิดอื่นในบริเวณเดียวกัน หรือการมีอยู่ร่วมกันของเหยื่ออาหารและพืชอาหารที่ด้วงเต่าสามารถกินได้ในกรณีที่เป็นพวก omnivorous (Harmon *et al*., 2000) รจนา และคณะ (2553) สำรวจและเก็บรวบรวมด้วงเต่าตัวห้ำจากแปลงมันสำปะหลังที่พบการระบาดของเพลี้ยแป้งมันสำปะหลังสีชมพูเป็นหลัก ได้มากกว่า 12 ชนิด ชนิดที่พบมากที่สุด ได้แก่ ด้วงเต่าลายหยัก *Menochilus sexmaculatus* (Fabricius) รองลงมา ได้แก่ *Micarpis discolor* (Fabricius), *Brumoides suturalis* (Fabricius), *Scymnus rectoides* Sasaji, *Nephus ryuguus* (H.Kamiya) และ *Coccinella transversalis* Fabricius เป็นต้น ชนิดที่เหลือพบได้บ้างเป็นบางแปลง ด้วงเต่า *N. ryuguus*, *B. suturalis* และ *S. rectoides* ด้วงเต่าตัวห้ำที่พบในประเทศไทย บางชนิดมีแนวโน้มที่สามารถจะนำมาเพาะเลี้ยงขยายพันธุ์ในห้องปฏิบัติการได้ เช่น ด้วงเต่าลายกินเพลี้ยแป้ง *Cryptolaemus, Scymnus* และ *Nephus* ด้วงเต่าลายกินเพลี้ยหอย *Chilocorus* ด้วงเต่าลายกินเพลี้ยอ่อน *Coccinella*, *Coelophora*, *Menochilus* และ *Micraspis* การสำรวจและศึกษาประสิทธิภาพการเลี้ยงขยายพันธุ์เพื่อเพิ่มปริมาณด้วงเต่าตัวห้ำที่มีประสิทธิภาพสูง ก่อนนำไปปล่อยเพื่อควบคุมแมลงศัตรูพืช จะเป็นการควบคุมแมลงศัตรูพืชโดยชีววิธีอีกวิธีการหนึ่งที่ช่วยให้เกิดความปลอดภัยในการบริโภคของมนุษย์

ปัจจุบันเชื้อราโรคแมลงส่วนใหญ่เป็นเชื้อที่จัดอยู่ใน Phylum: Ascomycota; Family Clavicipitaceae เชื้อราในวงศ์ (Family) นี้ประกอบไปด้วยเชื้อรา 43 สกุล (genera) 321 ชนิด (species) เชื้อราโรคแมลงที่ถูกจัดอยู่ในกลุ่มนี้ ได้แก่ *Aschersonia* sp., *Beauveria* sp., *Hirsutella* sp., *Isaria* sp., *Lecanicillium* sp., *Metarhizium* sp., *Nomuraea* sp., และ *Paecilomyces* sp., เป็นต้น (Anonymous, 2010)

M. anisopliae หรือที่รู้จักกันในชื่อเชื้อราเขียว (green muscardine) เป็นเชื้อราที่นำมาใช้ควบคุมแมลงในกลุ่ม Diptera, Lepidoptera, Orthoptera, Coleoptera และ Hemiptera (Lezama-Gutiérrez *et al*., 2000; Kershaw *et al*., 1999; Rosa *et al*., 2000) โดยทั่วไปราเขียวสามารถทำลายเหยื่อในระยะตัวหนอน ดักแด้ และตัวเต็มวัย ในบางสายพันธุ์พบว่ามีประสิทธิภาพในการเข้าทำลายลูกน้ำยุง, ปลวก (Boucias and Pendland, 1998) เชื้อราชนิดนี้เคยพัฒนาผลิตใช้ในทางการค้าภายใต้ชื่อการค้า “Green Muscle” เพื่อใช้ในการกำจัดตั๊กแตนในอัฟริกา (Thomas *et al*., 2000) และต่อมาได้มีการขยายการผลิตเชื้อราชนิดเดียวกันนี้เพื่อประโยชน์ทางการค้าในประเทศออสเตรเลีย (Milner, 2000) การทดสอบ *M. anisopliae* กับ *Schistocerca gregaria* ในห้องปฏิบัติการพบว่าที่อุณหภูมิระหว่าง 20 – 30 °C ความชื้น 96เปอร์เซ็นต์ เหมาะสมต่อการสร้างโคนิเดียเชื้อ โดยสามารถผลิตโคนิเดียได้มากกว่า 10^9 โคนิเดีย/มัมมี่ โดยที่อุณหภูมิ 25 °C สามารถผลิตโคนิเดียได้สูงสุด ในสภาพที่มัมมี่ยังคงมีความชื้นเหลืออยู่ ที่อุณหภูมิ 15 °C

ศูนย์วิทยทรัพยากร

ผลิตโคนิเดียได้น้อยกว่า 3 X 10^7 โคนิเดีย/มัมมี่ และ ที่อุณหภูมิ 40 ºC ผลิตโคนิเดียได้น้อยกว่า 4 X 10^6 โคนิเดีย/มัมมี่ และไม่พบการผลิตโคนิเดียเลยที่อุณหภูมิ 10 ºC และ 45 ºC (Arthurs and Thomas, 2001) งานศึกษาการนำราเขียวมาใช้ควบคุมแมลงศัตรูพืชของกรมวิชาการเกษตร โดย นางมลิวัลย์ ปันยารชุน นักกีฏวิทยา กลุ่มงานวิจัยการปราบศัตรูพืชทางชีวภาพ กองกีฏและสัตววิทยา ระหว่างปี พ.ศ. 2525 -2539 ได้มีการแยกเชื้อราเขียวจากด้วงแรดมะพร้าว *Oryctes rhinoceros* L. และนำมาทดลองเลี้ยงในห้องปฏิบัติการ จากนั้นทดสอบประสิทธิภาพในการควบคุมแมลงศัตรูพืชชนิดต่างๆ พบว่าสามารถนำเชื้อราชนิดนี้มาใช้ควบคุมแมลงศัตรูพืชได้หลายชนิดได้แก่ ด้วงแรดมะพร้าว *Oryctes rhinoceros*, มอดเจาะผลกาแฟ *Hypothenemus hampei* และ มวนโกโก้ *Helopeltis* spp นอกจากนี้ยังพบว่าสามารถใช้ควบคุมด้วงแรดมะพร้าวในกองปุ๋ยหมักได้ระหว่าง 92-97 เปอร์เซ็นต์ และในปัจจุบันยังพบสายพันธุ์ที่มีประสิทธิภาพดีสำหรับใช้ในการควบคุมหนอนแมลงดำหนามและหนอนหัวดำมะพร้าว (มลิวัลย์ และ สุรพล, 2537; มลิวัลย์, 2537 ก; มลิวัลย์, 2537 ข; เสาวนิตย์ และคณะ, 2553)

B. bassiana เป็นเชื้อราที่จัดอยู่ใน Phylum: Ascomycota ซึ่งเชื้อราในกลุ่มนี้มักจะเป็นสาเหตุก่อให้เกิดโรค “ muscadine” ในแมลง โดยมีการเรียกเชื้อราชนิดนี้ว่า “white muscadine” พบว่าเป็นสาเหตุทำให้เกิดโรคครั้งแรกกับหนอนไหม (Steinhaus, 1949) *B. bassiana* เป็นเชื้อราในดิน พบกระจายอยู่ทั่วไปในทุกหนทุกแห่งทั่วโลก แมลงอาศัยส่วนใหญ่อยู่ในกลุ่ม Lepidoptera, Coleoptera และ Hemiptera แต่บางครั้งอาจจะพบในกลุ่ม Diptera และ Hymenoptera ด้วย (Tanada and Kaya, 1993) เชื้อราชนิดนี้ถูกนำมาผลิตใช้ในทางการค้าภายใต้ชื่อการค้าต่างๆ ในหลายประเทศ เช่น Bea-sin ใน เม็กซิโก, Boverin ใน รัสเซีย, Boverol-spofa ใน เช็กโกสโลวาเกีย, Conidia ใน โคลัมเบีย, Mycotrol ใน อเมริกา, Ostrinil ใน ฝรั่งเศส และProecol ใน เวเนซุเอลา เป็นต้น (Wraight *et al*., 2001) การศึกษาสภาพของความชื้น และอุณหภูมิที่เหมาะสมต่อการเข้าทำลายของเชื้อ *B. bassiana* กับ *Rhodnius prolixus* พบว่าที่อุณหภูมิ 25ºC และความชื้น 97เปอร์เซ็นต์ เป็นสภาพที่เหมาะสมต่อการเข้าทำลายของเชื้อราชนิดนี้ (Fargues and Luz, 2000) ต่อมา James and Elzen (2001) ได้ทำการทดสอบประสิทธิภาพของ *B. bassiana* เมื่อนำมาใช้ร่วมกับสารฆ่าแมลง Imidacloprid ในการป้องกันกำจัดแมลงหวี่ขาว *Bemisia argentifolii* พบว่า แมลงมีการตอบสนองน้อยลง หรือเท่ากับการใช้ Imidacloprid เพียงอย่างเดียว และการเพิ่ม Imidacloprid ลงในทรีตเมนต์ ของ *B. bassiana* สามารถเพิ่มอัตราการตายของแมลงให้สูงขึ้นด้วย นอกจากนี้ยังพบว่า Imidacloprid ไม่มีผลต่อการยับยั้งการงอกของสปอร์ และการเจริญเติบโตของโคโลนีเชื้อรา ต่อมา Rosa *et al*. (2002) ได้ศึกษาประสิทธิภาพการก่อให้เกิดโรคของเชื้อ *B. bassiana* กับแมลงวันผลไม้ Mexican Fruit Fly (*Anastrepha ludens*) ในระยะการเจริญเติบโตต่างๆ ในห้องปฏิบัติการพบว่าเชื้อราชนิดนี้ให้ผลในการควบคุมแมลงวันผลไม้ในระยะตัวเต็มวัยได้ดีที่สุด รองลงมาคือระยะตัวหนอนและระยะดักแด้ ในประเทศไทย มลิวัลย์ และ ปรีชา (2532) ได้ทำการศึกษาประสิทธิภาพของเชื้อราบิวเวอเรีย *B. bassiana* กับเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล โดยใช้ความเข้มข้น 3 ระดับคือ 2x10^{16} 2x10^{10} และ 2x10^3 โคนิเดียต่อมิลลิลิตร ผลการทดลองพบว่า เปอร์เซ็นต์การตายของเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลคือ 72.50 60.00 และ 44.16 ตามลำดับ มลิวัลย์ และพิพัฒน์ (2532) ทำการศึกษาเปรียบเทียบความรุนแรง

ลิขสิทธิ์กรมวิชาการเกษตร

ของเชื้อราบิวเวอเรียต่างชนิดที่มีต่อหนอนคืบกินใบเงาะ พบว่า เชื้อราบิวเวอเรียที่แยกได้จากหนอนแทะเปลือกลองกองมีความรุนแรงกว่าเชื้อราบิวเวอเรียที่แยกได้จากหนอนเจาะขั้วผลเงาะเพียงเล็กน้อย แต่เพียงพอที่มีผลทำให้หนอนคืบกินใบเงาะติดโรคราบิวเวอเรียได้โดยทำการทดลองที่ระดับความเข้มข้น $2x10^5$ $2x10^8$ $2x10^{11}$ และ $2x10^{14}$ โคนิเดียต่อมิลลิลิตร พบว่าที่ระดับความเข้มข้นของเชื้อสูงจะทำให้เกิดโรคในปริมาณสูงและที่ระดับความเข้มข้นของเชื้อต่ำจะทำให้การเกิดโรคกับหนอนลดลงตามลำดับ มลิวัลย์และคณะ (2532) ทำการสำรวจและคัดเลือกสายพันธุ์โรคราเพื่อควบคุมหนอนเจาะขั้วผลเงาะในเขต อ.หลังสวน จ. ชุมพร อ.นาสาน และ อ. กาญจนดิษฐ์ จ. สุราษฎร์ธานี พบเชื้อรา 2 ชนิดคือ *B. bassiana* และ *P. farinosus* และได้ทำการทดสอบประสิทธิภาพของเชื้อทั้ง 2 ชนิดกับหนอนเจาะขั้วผลเงาะพบว่า เชื้อ *B. bassiana* และเชื้อ *P. farinosus* ที่เปอร์เซ็นต์ความเข้มข้นของเชื้อ $1x10^9$ โคนิเดียต่อมิลลิลิตร ทำให้หนอนตาย 50.41 และ 36.12 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และต่อมา กรรณิการ์(2540) ได้รายงานว่า มีการทดสอบเชื้อ *B. bassiana* กับหนอนเจาะสมอฝ้าย *Heliothis armigera* โดยจุ่มไข่และหนอนลงในสารละลายของเชื้อราที่ความเข้มข้น 10^7 โคนิเดียต่อมิลลิลิตร พบว่าทำให้ไข่ไม่มีการพัฒนาเป็นตัวหนอนทั้งหมด และตัวหนอนมีอัตราการตาย 60-100เปอร์เซ็นต์ การทดสอบกับเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล *Nilaparvata lugens* ที่ประเทศเวียดนามใช้เชื้อราที่ความเข้มข้น 5 x 10^8 สปอร์ต่อมิลลิลิตร ในห้องปฏิบัติการ และความเข้มข้น 6.5 x 10^{13} สปอร์ต่อเฮกตาร์ ในสภาพไร่ พบเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลตาย 70 และ 57.9 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ภายใน 10 วัน ส่วนในข้าวโพดมีการพ่นสารละลายของเชื้อราไปที่ต้นข้าวโพด พบว่าเชื้อราสามารถเข้าทำลายหนอนเจาะลำต้นข้าวโพด *Ostrinia nubilalis* ได้ดี แมลงที่อยู่ในดิน เช่น มด red imported fire ant (*Saleropsis invicta*) มีการทดลองใช้สารละลายของเชื้อราราดและฉีดเข้าไปในรัง พบว่าเชื้อราชนิดนี้สามารถควบคุมประชากรของมดให้ลดลงได้ โดยเฉพาะการใช้เชื้อราฉีดเข้าไปในรังมดจะให้ผลดีกว่า ส่วนปลวกได้ใช้สารละลายของเชื้อราราดบนรัง พบว่าเชื้อรา *B. bassiana* ทำให้ปลวก *Reticulitermes flavipes* ตายได้ นอกจากนี้ยังมีรายงานว่าเชื้อราชนิดนี้สามารถใช้ควบคุมลูกน้ำยุงลาย *Aedes aegypti* ได้เช่นกัน และนอกจากนี้ยังมีรายงานว่าการใช้ไส้เดือนฝอย *Steinernema carpocapsae* หรือ *Heterorhabditis bacteriophora* ร่วมกับ *B. bassiana* ในการควบคุมหนอนกระทู้หอม *Spodoptera exigua* จะมีประสิทธิภาพดีกว่าการใช้ไส้เดือนฝอยเพียงอย่างเดียว ส่วนสารฆ่าแมลงที่สามารถใช้ร่วมกับเชื้อราชนิดนี้โดยไม่เป็นอันตรายต่อเชื้อรา ได้แก่ pirimicarb, cypermethrin และ diazinon

Isaria sp. เป็นเชื้อที่ถูกนำมาใช้ในการควบคุมแมลงศัตรูพืชแบบผสมผสาน โดยใช้ควบคุมแมลงศัตรูพืชได้หลายชนิด ถูกพบเป็นสาเหตุการระบาดของโรคที่เกิดในแมลงหวี่ขาวมันฝรั่ง *Bemisia tabaci* (Gennadius) ที่ Lower Rio Grande Valley ในรัฐเท็กซัส เมื่อเดือนกันยายน ปี ค.ศ. 2001 และยังพบว่าเชื้อราชนิดนี้มีความสัมพันธ์ใกล้เคียงกับเชื้อ Paecilomyces ซึ่งเป็นเชื้อที่ใช้ในการควบคุมแมลงหวี่ขาวยาสูบ *B. tabaci* (Cabanillas and Jones, 2009) *Isaria fumosorosea* (Wize) Brown & Smith เป็นเชื้อราที่ใช้เป็นสารกำจัดศัตรูพืชโดยเฉพาะอย่างยิ่งใช้ในการควบคุมแมลงหวี่ขาวทั้งในสหรัฐอเมริกา ยุโรป และจีน ซึ่งสามารถใช้ได้ดีทั้งในเรือนกระจก และพื้นที่เปิดโล่ง (Huang *et al*., 2010) มีรายงานว่า *I.*

ศูนย์วิทยทรัพยากร

fumosorosea สามารถใช้ควบคุมตัวอ่อนแมลงหวี่ขาว *Trialeurodes vaporariorum* (Hemiptera: Aleyrodidae) ระยะที่ 4 ได้ผลดี (D'Alessandro *et al*., 2011) ส่วน *Isaria tenuipes* Peck พบเป็น parasite ในระยะดักแด้และตัวหนอนของหนอนผีเสื้อหลายชนิด ส่วนใหญ่มักพบในป่า โดยจะเห็นเป็นเส้นใย synnemata สีเหลืองเจริญงอกออกมาจากตัวแมลง ซึ่งเป็นระยะการสืบพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศ (Vega-Aquino *et al*., 2010)

Murerwa *et al*. (2014) ศึกษาศักยภาพของเชื้อ *M. anisopliae* (Metsch) Sorok จำนวน 14 ไอโซเลท และ *B. bassiana* (Bals.) Vuill. จำนวน 6 ไอโซเลท ในการควบคุมกับเพลี้ยอ่อน *Rhopalosiphum padi* และ *Metopolophium dirhodum* ในห้องปฏิบัติการ พบว่า *M. anisopliae* ไอโซเลท *ICIPE* 84, *ICIPE* 23 และ *ICIPE* 51 ทำให้เกิดเปอร์เซ็นต์ตายระหว่าง 84 - 90เปอร์เซ็นต์ ภายใน 4.6 – 5.3 วัน ที่ LT_{50} และเกิดเปอร์เซ็นต์ตายที่ 90เปอร์เซ็นต์ ภายใน 6.3 – 6.9 วัน ที่ LT_{90} ส่วนเชื้อ *B. bassiana* มีประสิทธิภาพในการควบคุมค่อนข้างต่ำ โดยพบว่าไอโซเลท NKOM และ *ICIPE* 273 ใช้เวลาในการเกิดโรค 6.3 – 6.9 วัน ที่ระดับ LT_{50} และใช้เวลา 9.3 วัน ที่ระดับ LT_{90}

Maketon *et al*. (2008) ได้ทำการศึกษาศักยภาพของเชื้อรา *Metarhizium anisopliae* (Metsch) Sorokin จำนวน 12 ไอโซเลทในการควบคุมเพลี้ยจักจั่นฝ้ายในห้องปฏิบัติการ โดยใช้ความเข้มข้นของโคนิเดียเชื้อ 5 x 10^6 โคนิเดีย/มล. พบว่าเชื้อไอโซเลท CKM-048 มีความรุนแรงในการเกิดโรคมากที่สุด โดยพบเปอร์เซ็นต์การตายที่ 73.33 $\pm$ 10.00 จากนั้นได้พัฒนาไอโซเลทนี้ไปผลิตในรูปแบบผงที่ความเข้มข้นโคนิเดียเชื้อ 1 x 10^9 โคนิเดีย/กรัม และนำไปทดสอบใช้ในสภาพไร่เพื่อควบคุมเพลี้ยจักจั่นฝ้ายในแปลงมะเขือ 2 พื้นที่ ในเขตภาคกลางของประเทศไทย โดยทดสอบเปรียบเทียบกับสารฆ่าแมลง lamda-cyhalothrin 2.5% EC อัตรา 31.25 g ai/ha^{-1} พบว่า เชื้อไอโซเลท CKM-048 ที่ความเข้มข้นโคนิเดียเชื้อ 1.25 x 10^{13} โคนิเดีย/ha^{-1} มีประสิทธิภาพดีไม่แตกต่างจากสารฆ่าแมลง แต่แตกต่างจาก control อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

Ghosh and Chakraborty (2015) ได้ศึกษาการควบคุมเพลี้ยจักจั่นฝ้ายในแปลงปลูกกระเจี๊ยบเขียว โดยใช้วิธีผสมผสาน ได้แก่ สารสกัดจาก Polygonum hydropiper L. และ Pongamia pinnata L. สารชีวภัณฑ์ ได้แก่ Spinosad 45 SC (Saccharopolyspora spinosa Mertz & Yao) และ *B. bassiana* โดยมีการใช้สาร Imidacloprid 17.8เปอร์เซ็นต์ เป็นตัวเปรียบเทียบ พบว่า Imidacloprid มีประสิทธิภาพในการกำจัดเพลี้ยจักจั่นฝ้ายมากที่สุด รองลงมาคือการใช้ Spinosad 45 SC การใช้สารสกัดจาก Polygonum ที่ความเข้มข้น 5เปอร์เซ็นต์ ร่วมกับ Spinosad 45 SC ให้ผลในการควบคุมเพลี้ยจักจั่นฝ้ายได้มากขึ้น โดยมีอัตราการตายเกิน 50เปอร์เซ็นต์ และสารสกัดจาก Polygonum ที่ความเข้มข้น 5เปอร์เซ็นต์ ให้ผลในการควบคุมเพลี้ยจักจั่นฝ้ายโดยมีอัตราการตายเกิน 60เปอร์เซ็นต์ ในวันที่ 3 และ 7

เพลี้ยจักจั่นฝ้าย *Amrasca biguttula biguttula* (Ishida) มักพบระบาดตามแหล่งปลูกทั่วไปในประเทศไทย มักพบระบาดตามแหล่งปลูกมะเขือเปราะ เข้าทำลายในช่วงต้นพืชยังเล็กจนถึงต้นโตและให้ผลผลิตแล้ว โดยทั้งตัวอ่อนและตัวเต็มวัยดูดกินน้ำเลี้ยงจากใบ มีผลทำให้ใบเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาลและหงิกงอ ใบจะแห้งเหี่ยวและกรอบในที่สุด ดังนั้นในช่วงพืชเล็ก ควรหมั่นตรวจนับจำนวนหากพบเพลี้ยจักจั่นฝ้าย

ศูนย์วิทยทรัพยากร

มากกว่า 1 ตัว/ใบ ควรทำการป้องกันกำจัด พบทำลายพืชผักหลายชนิดที่สำคัญ ได้แก่ มะเขือเปราะ มะเขือยาว และกระเจี๊ยบเขียว เป็นต้น นอกจากนี้ยังพบเข้าทำลายฝ้าย และปอแก้ว (สมศักดิ์ และคณะ, 2554)

เชื้อราโรคแมลง (entomopathogenic fungi) เป็นเชื้อราที่พบโดยทั่วไปในสภาพธรรมชาติ พบมากในเศษซากพืชและดิน โดยทั่วไปประกอบไปด้วยเชื้อรา ใน Phylum Ascomycota, Zygomycota และ Deuteromycota ถูกค้นพบประมาณ 90 genera และมากกว่า 700 species เชื้อราโรคแมลงส่วนมากอยู่ใน order Entomophthorales และ order Hypocreales โดยทั่วไปการเข้าทำลายเชื้อราแมลงใน order Hypocreales สามารถเข้าทำลายแมลงอาศัยได้หลากหลายชนิด ในขณะเดียวกัน order Entomopthorales จะมีความเฉพาะเจาะจงมากกว่าในการเข้าทำลายแมลง เชื้อราโรคแมลงมีมากกว่า 100 species มีความสามารถควบคุมแมลงศัตรูพืชได้หลายชนิดขึ้นอยู่กับสายพันธุ์ เช่นแมลงในกลุ่ม Diptera, Lepidoptera, Orthoptera, Coleoptera, Hemiptera และ Hymenoptera (Lezama-Gutiérrez, 2000; Kershaw *et al*., 1999; Rosa *et al.,* 2000) และใน ปัจุปันได้มีการนำมาผลิตเป็นรูปการค้าแพร่หลาย เช่น *Beauveria bassiana* ควบคุมผีเสื้อทำลายสน, หนอนเจาะลำต้นข้าวโพด และแมลงศัตรูพืชอีกหลายชนิด *Metarhizium anisopliae* ควบคุมเพลี้ยต่างๆ, ด้วงแรดมะพร้าว และด้วงต่างๆ *Hirsutella thompsoni* ควบคุมไรสนิมส้ม *Verticillium lecanii* ควบคุมเพลี้ยอ่อนและแมลงหวี่ขาว

สำหรับงานวิจัยของกรมวิชาการเกษตรทางด้านเชื้อราโรคแมลงมานั้น มลิวัลย์ (2525) พบว่าสามารถนำเชื้อราโรคแมลงมาใช้ควบคุมแมลงศัตรูพืชได้หลายชนิด ได้แก่ ด้วงแรดมะพร้าว (*Oryctes rhinoceros*), มอดเจาะผลกาแฟ (*Hypothenemus hampei*) และมวนโกโก้ (*Helopeltis* spp) เสาวนิตย์ และคณะ (2548)

มอดเจาะผลกาแฟ (Hypothenemus hampei Ferrari; Coleoptera: Scolytidae) เป็นแมลงศัตรูพืชขนาดเล็กมีความสามารถเจาะผลกาแฟตั้งแต่ระยะผลมีสีเขียวจนกระทั้งผลสุกมีสีแดงและทำลายเม็ดกาแฟโดยตรง โดยทั่วไปแมลงจะเข้าไปอาศัยและกัดกินภายในเมล็ดแกแฟทำให้ผลผลิตเมล็ดกาแฟเสียหาย และคุณภาพของผลผลิตลดลงอีกทั้งยังเป็นสาเหตุทำให้เกิดโรคพืชที่เกิดจากเชื้อราและแบคทีเรียเข้าทำลายซ้ำทำให้ผลผลิตลดลงมากถึง 30-35 เปอร์เซนต์และเพิ่มขึ้นในกรณีเก็บเกี่ยวผลผลิตล่าช้า (Barrera , 2008) ที่สำคัญเมล็ดที่ถูกมอดกาแฟเจาะจะไม่สามารถนำไปเป็นเมล็ดพันธุ์ได้ และทำให้เกิดปัญหาเรื่องศัตรูแมลงหลังการเก็บเกี่ยวแล้ว ยังเป็นแหล่งสะสมมอดเจาะกาแฟให้สามารถขยายพันธุ์ไปยังฤดูกาลปลูกต่อไปได้ (Bittenbender *et al*.2007; เยาวลักษณ์, 2555;) ปัจจุบันพบการระบาดในพื้นที่ปลูกกาแฟทั่วโลก รวมทั้งหลายๆ พื้นที่การปลูกการแฟในประเทศไทย โดยมอดเจาะกาแฟสามารถทำความเสียหายให้แก่ผลผลิตกาแฟทั้งชนิดอะราบิกาและโรบัสต้า โดยพบมากในเขตพื้นที่ปลูกกาแฟพันธุ์อะราบิกาในภาคเหนือของเประเทศไทย (บัณฑูรย์และคณะ, 2551; ปิยะวรรณและเยาวลักษณ์, 2009) โดยทั่วไปตลอดวงจรชีวิตของมอดเจาะผลกาแฟจะอาศัยอยู่ในเมล็ดเพื่อการดำรงชีวิตและการขยายพันธุ์เป็นหลัก (บัณฑูรย์และคณะ, 2551; อนุตร และเยาวลักษณ์ 2557) ทางด้านเศรษฐกิจผลผลิตกาแฟที่เกิดความเสียหายจากการเข้าทำลายของมอดเจาะเมล็ดกาแฟจะมีราคาต่ำและที่สำคัญยังเป็นปัญหาการค้าระดับประเทศ เนื่องด้วยตามข้อกำหนดทางการค้าระหว่างประเทศไม่อนุญาตให้ส่งออกกาแฟส่งออกเมล็กกาแฟที่ถูกแมลงทำลายเกิน 1.5 เปอร์เซ็นต์อีกด้วย (Benavides *et al.,* 2012)

กรมวิชาการเกษตร

การป้องกันกำจัดมอดเจาผลการแฟมีหลายวิธีด้วยกัน เช่น การใช้สารเคมีซึ่งวิธีการนี้ไม่ค่อยได้ผล เนื่องจากตลอดวงจรชีวิตของมอดเจาะผลกาแฟอาศัยอยู่ในเมล็ด ทำให้ยากต่อการสัมผัสของสารเคมีกับตัวแมลงเวลาฉีดพ่น ที่สำคัญสารเคมีดังกล่าวยกตัวอย่างเช่น Endosulfan (organochorine insecticide) เป็นสารเคมีที่มีประสิทธิภาพสูงในการควบคุมมอดเจาะผลกาแฟแต่ปัจจุบันถูกยกเลิก เนื่องจากมีความเป็นพิษสูงต่อสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนม และสิ่งแวดล้อม (Kawabata, *et al,* 2015; Messing, 2012) อีกทางเลือกหนึ่งคือ วิธีเขตกรรมทำได้โดยการตัดแต่งกิ่งให้โปร่งแสงแดดส่งผ่านพุ่มกาแฟได้ทั่วถึง ทำให้สภาพแวดล้อมไม่เหมาะกับการเจริญเติมโตของแมลงก็สามารถช่วยลดระดับความรุนแรงได้ในระดับหนึ่ง (อนุตรและเยาวลักษณ์ , 2557) นอกจากนั้นได้มีการประยุกต์ใช้วิธี Multiple funnel ซึ่งเป็นใช้กับดักร่วมกับสารล่อมอดเจาะเมล็ดกาแฟ รวมทั้งการประยุกต์ใช้สารล่อ ซีเอ็ม ซีวัน (CMU-C1) .ประสบผลสำเร็จในการความคุมมอดเจาะเมล็ดกาแฟได้แค่ระดับหนึ่ง ดังนั้นจึงต้องทำการพัฒนาหาวิธีการอื่นร่วมด้วยในระบบเกษตรผสมผสานต่อไป (Beaker *et al.,* 1992; เยาวลักษณ์, 2009)

เพลี้ยจักจั่นฝ้ายมักวางไข่เดี่ยวๆ ภายในเส้นใย ก้านใบและลำต้น ไข่มีสีเขียว ระยะไข่ 4-6 วัน ตัวอ่อนรูปร่างแบนสีเขียวอมเหลืองจาง ลอกคราบ 6 ครั้ง แต่ละครั้งห่างกัน 1-3 วัน ตัวเต็มวัยมีขนาดเล็กยาวรี ตัวสีเขียวจาง ปีกโปร่งใสมีจุดกลางปีกข้างละจุด เพศเมียตัวหนึ่งวางไข่ได้ 30 ฟอง เพลี้ยจักจั่นมีอายุขัย 24-53 วัน เป็นแมลงที่ว่องไวมากเมื่อถูกรบกวน ลักษณะการเข้าทำลาย ทั้งตัวอ่อนและตัวเต็มวัยดูดกินน้ำเลี้ยงจากใบฝ้ายและปล่อยสารพิษเข้าไปในใบทำให้ขอบใบเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาลจนกระทั้งเป็นสีแดง (hopperburn) และงอลง ใบจะเหี่ยวแห้งและร่วงไปในที่สุด ทำให้ต้นฝ้ายในระยะต้นอ่อนไม่เจริญเติบโตหรือตายไป ถ้าระบาดเมื่อต้นโตแล้ว ใบจะแห้งกรอบตายหมดเป็นเหตุให้ขาดอาหารเลี้ยงดอกและสมอ ซึ่งทำให้ดอกและสมอร่วง ผลผลิตเสียหาย (Anonymous b, 2015)

เพลี้ยอ่อนดำ *Aphis craccivora Koch* การระบาดพบได้ทั่วไปในแหล่งปลูกพืชทั่วประเทศ เป็นเพลี้ยอ่อนขนาดกลาง ลำตัวยาว 1.90 – 2.31 มม. ตัวอ่อนที่ออกมาใหม่ๆ มีขนาดเล็กมากสีเหลืองอ่อน เมื่อโตขึ้นมีสีเทาดำถึงดำเป็นมันเงา หัวและหนวดปล้องสุดท้ายสีน้ำตาล หนวดสั้นกว่าลำตัว ไซฟังคูไลและส่วนหางสีน้ำตาลหรือสีดำ ส่วนปากยาวถึงโคนขาคู่กลาง ไซฟังคูไลยาวกว่าส่วนหาง ส่วนหางมีรูปร่างคล้ายลิ้นมีขน 4 - 7 เส้น บริเวณส่วนท้องด้านบนมีแถบสีดำ พบเป็นศัตรูพืชหลายชนิด เช่น พืชตระกูลถั่ว มันสำปะหลัง ละหุ่ง ผักโขม ส้ม ขี้เหล็ก กระเจี๊ยบ ชบา มะเขือ เป็นต้น (จรรยา และคณะ, 2555) ตัวอ่อนและตัวเต็มวัยดูดกินน้ำเลี้ยงที่ใบอ่อน ยอดอ่อน ช่อดอก และฝักอ่อน เพลี้ยอ่อนถ่ายมูลที่เป็นของเหลวทำให้ต้นถั่วสังเคราะห์แสงได้น้อย ชะงักการเจริญเติบโต แคระแกรน ช่อดอกร่วง ฝักอ่อนบิดเบี้ยว เมล็ดลีบ ผลผลิตเสียหายและอาจลดลงมากกว่า 30เปอร์เซ็นต์ (กองกีฏและสัตววิทยา, 2545)

หนอนใยผัก diamondback moth (DBM), *Plutella xylostella* (L.) (Lepidoptera: Yponomeutidae) เป็นแมลงศัตรูพืชที่สำคัญ เช่น พืชตระกูลกะหล่ำ การระบาดเข้าทำลายได้มาก เนื่องจากมีวงจรชีวิตที่สั้น ขยายพันธุ์ได้จำนวนมากและรวดเร็ว นอกจากนี้ยังมีรายงานพบว่า หนอนใยผักสามารถต้านทานต่อสารเคมีฆ่าแมลง และ สารชีวินทรีย์ (bio-pesticide) ชนิด *Bacillus thuringiensis*

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

(Bt) ได้ด้วย (Shelton and Talekar, 1993; Tabashnik et al., 1992) สารเคมีเกือบทั้งหมดจะมีผลต่อแมลงเบียนที่มีประโยชน์ (DBM parasitoids) ทั้งระยะหนอน และตัวเต็มวัย (Idris and Grafius, 1993)

การใช้ไวรัสเป็นสารชีวินทรีย์ควบคุมแมลงศัตรูพืชหลายชนิดได้แพร่หลายในหลายประเทศทั่วโลก เช่น สาธารณรัฐสหภาพโซเวียต อินเดีย จีน ญี่ปุ่น แอฟริกา ออสเตรเลีย อเมริกา เป็นต้น ซึ่งบางชนิดได้มีการผลิตเป็นการค้า (Entwistle, 1998) สำหรับในประเทศไทย นับแต่ปี พ.ศ. 2510 มีรายงานการศึกษาวิจัยโรคไวรัส NPV สาเหตุโรคของแมลง ในกลุ่ม Nucleopolyhedrovirus หรือชื่อเดิม Nuclear polohedrosis viruses หรือ NPV จำนวน 4 ชนิด ได้แก่ ไวรัส NPV สาเหตุโรคของหนอนเจาะสมอฝ้าย (HaNPV) ไวรัส NPV สาเหตุโรคของหนอนกระทู้หอม (SeNPV) ไวรัส NPV สาเหตุโรคของหนอนกระทู้ผัก (SlNPV) และ ไวรัส NPV สาเหตุโรคของหนอนคืบกะหล่ำ (TnNPV) ซึ่งหนอนเหล่านี้เป็นแมลงศัตรูพืชที่สำคัญมักทำลายผลผลิตของเกษตรกรอยู่เสมอ เนื่องจากมีพืชอาหารที่สมบูรณ์ตลอดปี (อุทัย, 2544 ; สุชลวัจน์ และ พิมลพร, 2544) สำหรับ กลุ่มงานวิจัยการปราบศัตรูพืชทางชีวภาพ กลุ่มกีฏและสัตววิทยา สำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช ได้มีการวิจัยผลิตขยายไวรัสสาเหตุโรคของแมลง ชนิด HaNPV SeNPV และ SlNPV เป็นปริมาณมากจากตัวแมลง(การผลิตแบบ *in vivo*) ก็มักประสบปัญหาการผลิตไม่เพียงพอ คุณภาพไม่สม่ำเสมอเช่นกัน จึงได้มีการนำเทคนิคการเพาะเลี้ยงเซลล์แมลงศัตรูพืชแบบ *in vitro* จาก United Stated Department of Agriculture USDA ประเทศสหรัฐอเมริกา (สุชลวัจน์และคณะ, 2543) มาประยุกต์ใช้และสามารถทดลองเพาะเลี้ยงเซลล์หนอนกระทู้ผักสายพันธุ์ไทย (Sl cell line : *Spodoptera litura* cell line) จากเอ็มบริโอได้เป็นผลสำเร็จ เซลล์เพาะเลี้ยงมีอัตราการเจริญ 91.49 เปอร์เซ็นต์ (สุชลวัจน์และคณะ, 2545) ต่อมาใช้เทคนิคเดียวกันเพาะเลี้ยงเซลล์หนอนกระทู้หอมสายพันธุ์ไทย ผลิตขยายไวรัสต่อเนื่องกัน 3 รุ่น (passage 1-3) จำนวน 2 ซ้ำ ใช้อัตราความเข้มข้นเซลล์เพาะเลี้ยงตั้งต้น 1 x 10^6 เซลล์/มล. ใน T-flask ปริมาตร 5 มล./ขวด และ ใน E-flask ปริมาตร 25 มล./ขวด เก็บผลึกไวรัสหลัง infected 7 วัน ได้ผลึกไวรัสเฉลี่ย 3.12 x 10^7 , 3.84 x 10^7 และ 4.95 x 10^7 ผลึก/มล. ตามลำดับ และเมื่อทดสอบประสิทธิภาพไวรัส SeMNPV ทั้ง 3 รุ่นเปรียบเทียบกับไวรัส SeMNPV ที่เก็บเกี่ยวจากหนอนใกล้ตาย กับหนอนกระทู้หอม วัยที่ 3 โดยวิธีการทดลองแบบ surface layer method ใช้ระดับความเข้มข้นผลึกไวรัส เท่ากับ 2 x 106 ผลึก/มล. ปริมาตร 40 ไมโครลิตร/ถ้วย วางแผนการทดลองแบบ CRD จำนวน 4 ซ้ำ 4 กรรมวิธี พบว่า ไวรัส SeMNPV ทั้ง 3 รุ่น และไวรัส SeMNPV ที่เก็บเกี่ยวจากหนอนใกล้ตาย ทำให้หนอนตาย 85.00, 80.00, 77.50 และ 75.00 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ภายใน 6 วัน หลังจากการติดเชื้อ (infection)โดยไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ วิเคราะห์โดยวิธี DMRT และมีแนวโน้มที่จะตายได้เร็วกว่าในช่วง 2-4 วันหลังจากการติดเชื้อ (สุชลวัจน์และคณะ, 2551) นอกจากนี้ยังได้มีการตรวจวิเคราะห์ชนิดไวรัส Nucleopolyhedrovirus ด้วย PCR-Based Typing โดยใช้ไพรเมอร์ แบบ degenerate primer จากยีน cathepsin สามารถจำแนกความแตกต่างของไวรัส เอ็นพีวี ทั้ง 4 ชนิดได้ (สุชลวัจน์ และ วัชรี, 2552; Wongwilikhit *et. al*., 2008)

ไวรัสโรคของหนอนใยผัก มีรายงานผลงานวิจัยเกี่ยวกับไวรัส ชนิด Granulosis (GV) ของ ประเทศจีน ญี่ปุ่น ไต้หวัน อินเดีย และ เคนยา (Sarfraz *et al*., 2005)

ส่วนไวรัส NPV ในประเทศจีน มีรายงานทดลองเชื้อไวรัส AcMNPV and AfMNPV เปรียบเทียบไวรัส PxMNPV กับหนอนใยผัก พบว่ามีค่า LC_{50} มากกว่า 3-4 รอบการทดลอง (Kariuki และ McIntosh 1999). และ ไวรัส *Anagrapha falcifera* (Kirby) (AfMNPV), *Autographa californica* (Speyer) (AcMNPV), และ *Galleria melonella* L. (GmMNPV) มีการทดสอบในหนอนใยผัก DBM (Kadir et al. 1999) แต่มีศักยภาพลดลงเมื่อผ่านมาหลายรุ่นในตัวแมลง (serial passage) (Farrar & Ridway 1999) และ มีรายงานหนอนแมลงชนิด *G. mellonella* และ *A. californica* ผลการทดลองพบว่า ไวรัสที่ได้จากหนอนแมลง *A. californica* (AcNPV) สามารถทำให้หนอนใยผักอ่อนแอต่อการเกิดโรคไวรัส NPV ได้ (Crook *et. al.*,1999)

รายงานการทดสอบความอ่อนแอของเซลล์เพาะเลี้ยงต่อไวรัส NPV ชนิด HaSNPV, AcMNPV, GmMNPV, SeMNPV และไวรัสกลุ่ม Cytoplasmic polyhedrosis viruses ชนิด BmCPV, CfCPV, EsCPV, HaCPV พบว่า เซลล์หนอนใยผักเพาะเลี้ยงอ่อนแอต่อไวรัส AcMNPV และ EsCPV ซึ่งไวรัส AcMNPV มักทำให้เกิดโรคกับตัวหนอนชนิดอื่นได้ ตามที่มีผลงานวิจัยรายงาน (Petcharawan *et al*., 2006)

เกษตรอินทรีย์ เป็นระบบจัดการการผลิตด้านการเกษตรแบบองค์รวมที่เกื้อหนุนต่อระบบนิเวศ รวมถึงความหลากหลายทางชีวภาพ วงจรชีวภาพ โดยเน้นการใช้วัสดุธรรมชาติ หลีกเลี่ยงการใช้วัตถุดิบจากการสังเคราะห์ และไม่ใช้ พืช สัตว์ หรือจุลินทรีย์ที่ได้จากเทคนิคการดัดแปลงพันธุกรรม (genetic modification)มีการจัดการกับผลิตภัณฑ์โดยเน้นการแปรรูปด้วยความระมัดระวังเพื่อรักษาสภาพการเกษตรอินทรีย์และคุณภาพที่สำคัญของผลิตภัณฑ์ในทุกขั้นตอน (กรมวิชาการเกษตร,2558)

อำนวย (ม.ป.ป.)รายงานว่า มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ได้ทำการทดสอบพืชหลายชนิดเพื่อค้นคว้าหาว่าพืชชนิดใดมีสารที่จะนำมาประยุกต์ใช้ในการป้องกันกำจัดแมลงได้บ้าง จากผลการทดลอง ตั้งแต่ พ.ศ. 2522 มาจนถึงปัจจุบัน มีพืชที่ผ่านการทดลองในรูปแบบต่าง ๆ กันถึง 231 ชนิด ได้ผลดังนี้ คือ พืชที่มีพิษต่อเพลี้ยอ่อน 18 ชนิด พืชที่มีพิษต่อหนอนกระทู้ 9 ชนิด พืชที่มีพิษต่อแมลงวัน 4ชนิด พืชที่มีพิษต่อแมลงวันทอง 18 ชนิด พืชที่มีสารดึงดูดแมลงวันทอง 23 ชนิด พืชที่ไล่แมลงวันทอง 14 ชนิด กลไกลการป้องกันกำจัดแมลงของสารสกัดจากพืชแบ่งได้ตามลักษณะการทำงานเป็นพวกใหญ่ ๆ ได้แก่ เป็นสารไล่แมลง (repellant)สารล่อแมลง (attractant)สารยับยั้งการกิน (antifeedant)สารยับยั้งการเจริญเติบโตและรบกวนระบบหายใจของแมลงโดยจะขัดขวางการส่งผ่านอิเลคตรอนในไมโตคอนเดีย (กรมส่งเสริมการเกษตร.ม.ป.ป.)

มีรายงานการศึกษาเกี่ยวกับสารสกัดจากพืชในการป้องกันกำจัดแมลงศัตรูพืชต่าง ๆ กรกช และ ณัฐวุฒิ (2554) รายงานว่า สารสกัดจากสะเดา น้อยหน่า และ แมงลักคา โดยวิธีการสกัดด้วยน้ำและเอธานอล มีฤทธิ์ในการไล่ ยับยั้งการฟักไข่ (anti-egg hatching) และยับยั้งการกิน (anti-feeding) ของแมลงวันทอง (*Bactrocera dorsalis* Handel)ได้ดี สมศักดิ์ (2550) รายงานว่า การทดสอบประสิทธิภาพสารสกัดสะเดา น้ำมันปิโตรเลียม และสารฆ่าแมลงในการป้องกันกำจัดเพลี้ยไฟพริก พบว่า สาร Imidacloprid, emamectin benzoate และสารสกัดสะเดา มีประสิทธิภาพดีในการป้องกันกำจัดเพลี้ยไฟพริก เช่นเดียวกับ ไอลดา และกาญจน์ (2557) รายงานว่า สารสกัดจากใบสะเดา สารสกัดจากใบ

ศูนย์วิทยทรัพยากร

เสลดพังพอน และสารสกัดจากเถาบอระเพ็ด ที่ความเข้มข้น 10 เปอร์เซ็นต์ (W/V)ทำให้เพลี้ยแป้งแจ็คเบียดเลย์ (*Pseudococcusjackbeardsley*) วัย 2-3 ตาย ในเวลา 24 ชั่วโมง โดยวิธีสัมผัสโดยตรง เท่ากับ 100, 91.11 และ 77.78 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

กนก (2545) รายงานว่า สารสกัดจากเมล็ดน้อยหน่า ที่ความเข้มข้น 100 ส่วนในล้านส่วน สามารถฆ่าไข่และตัวอ่อนของไรขาวพริก *Polyphagotarsonemus latus*(Bank)ได้ 100 เปอร์เซ็นต์มีฤทธิ์ฆ่าไรขาวตัวเต็มวัยได้ 80 เปอร์เซ็นต์ในสภาพห้องปฏิบัติการ และสามารถฆ่าเพลี้ยอ่อนได้ 80 เปอร์เซ็นต์ ในแปลงพริกได้ มัณฑนา และคณะ (2550) รายงานว่า สารสกัดหยาบ (crude extracts) ของดอกบัวตอง (*Tithoniadiversiforia*(Hemsl) A. Gray) อัตรา 50-200 มิลลิลิตร/น้ำ 20 ลิตร สามารถควบคุมเพลี้ยจักจั่นฝ้ายได้ 66-86 เปอร์เซ็นต์ ในแปลงกระเจี๊ยบเขียวของเกษตรกร จ. สุพรรณบุรี ในปี 2549

แมงลักคา มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Hyptissuaveolens*(L.)Poit. อยู่ในวงศ์ Lamiaceaeเป็นสมุนไพรชนิดหนึ่ง ประไพ และคณะ (ม.ป.ป.) รายงานว่า ในไทยใช้ใช้ใบหรือปลายยอดใช้ในการแก้โรคผิวหนัง อาการชักกระตุก โรคปวดข้อ และโรคอื่น ๆ รวมทั้งเป็นสารไล่แมลง ทวีศักดิ์ และคณะ (2540)ได้ทดลองสกัดสารจากแมงลักคาด้วยไอน้ำและปิโตเลียมอีเธอร์ พบว่า สารสกัดมีคุณสมบัติเป็นสารฆ่าเพลี้ยอ่อนในพริก และหนอนห่อใบมะม่วง

กากเมล็ดชา (tea seed cake)คือ กากที่ได้มาจากการหีบเอาน้ำมันออกจากเมล็ดของชาน้ำมัน (*Camelliiaoleifera* Abel)ส่วนนี้สามารถนำไปใช้ประโยชน์ในด้านการเกษตรและประมง สารออกฤทธิ์หลักในเมล็ดชา คือ สารซาโปนิน (saponin)ซึ่งประกอบด้วย 2 ส่วน คือ อะไกลโคน (aglycone)หรือ ซาโปจินิน และไกลโคน (glycon)(ฟิตรีนา, 2557)

ในต่างประเทศพบรายงานการใช้สารสกัดจากพืชในการป้องกันกำจัดแมลง เช่น ประเทศไนจีเรีย Ibekwe, et al.(2014) รายงานว่า สารสกัดจากเมล็ดพืช 4 ชนิด คือ Neem (*Azadirachtaindica*), African black pepper (*Piper quineense*), (*Jatropha curcas*) และ Castor seed oil (*Ricinuscommunis*) สามารถยับยั้งการทำลายของ เพลี้ยจักจั่นสีเขียว ในแปลงมะเขือยาวได้อย่างมีประสิทธิภาพ เช่นเดียวกับ ในประเทศอียิปต์ การรายงานของ Amany S., et al (2011) พบว่า สารสกัดจาก sour orang (*Citrus aurantium v. amera*), leaves of lantana (*Lantana salviforia*) สามารถลดประชากรของ เพลี้ยแป้ง (*Planococcuscitri* (Risso)) ได้ทั้งในโรงเรือน และสภาพไร่ ในประเทศปากีสถาน Shahzad Ali, et al (2016)รายงานว่า การพ่นด้วยสารสกัดจากใบสะเดา ใบยาสูบ และใบยูคาลิปตัส โดยวิธีการต้มในน้ำ มีผลให้ปริมาณแมลงหวี่ขาว เพลี้ยจักจั่น และไร ในแปลงมะเขือเปราะลดลงอย่างมีนัยสำคัญและในประเทศ ยูกันดา J.Mwine, et al (2013) ได้ใช้สารสกัดจากใบสบู่ดำ (*Jatropha curcas*) ในการป้องกันกำจัดเพลี้ยอ่อนกะหล่ำ *(Brevicorynebrassicae*) อย่างมีประสิทธิภาพ

แมลงหวี่ขาวยาสูบ (*Bemisiatabaci*(Gennadius))เป็นแมลงในวงศ์ Aleyrodidaeอันดับ Homopteraเป็นแมลงศัตรูที่สำคัญของพืชผัก มีพืชอาหารหลายชนิด เช่น ฝ้าย ยาสูบ พริก มันเทศ มะเขือเทศ กระเจี๊ยบเขียว มะเขือเปราะ และถั่วต่าง ๆ มีรูปร่าง ตัวอ่อนมีลักษณะแบนราบติดกับผิวใบ

ลอกคราบ 3 ครั้ง ระยะตัวอ่อน 11-18 วัน ดักแด้มีขนาด 0.6-0.8 มิลลิเมตร ระยะดักแด้ 5-7 วัน ตัวเต็มวัย มีอายุ 2-11วัน (กรมวิชาการเกษตร,2554)

เพลี้ยอ่อนฝ้าย (cotton aphid)*Aphis gossypii* Glover เป็นเพลี้ยอ่อนที่มีพืชอาหารกว้าง ได้แก่ ฝ้าย กระเจี๊ยบเขียว พืชตระกูลกะหล่ำ พริก พืชตระกูลแตง และมันฝรั่งเป็นแมลงศัตรูที่พบเสมอในผักชี เกษตรกรผู้ปลูกผักชีจึงจำเป็นที่จะต้องทำการป้องกันกำจัดโดยการพ่นสารเคมีให้ทันท่วงที เนื่องจากถ้ามีการระบาดของเพลี้ยอ่อนรุนแรงจะทำให้ผักชีแคระแกรน ใบหงิก ขายไม่ได้ราคา (ยุทธนา,2555)

การจัดการหอยศัตรูพืชโดยชีววิธี หมายถึง การใช้ศัตรูธรรมชาติ และวิธีทางไบโอเทคนิค ในการควบคุมหอยศัตรูพืช ศัตรูธรรมชาติที่สำคัญของหอยทากบก ได้แก่ ได้แก่ ผู้ล่า เชื้อก่อโรคและปรสิต ผู้ล่าที่สำคัญได้แก่ นก สัตว์เลี้ยงลูกด้วยนม แมลงในอันดับ Diptera หอยนักล่า ตะขาบ กิ้งกือ โรคที่พบในหอยเกิดจากโปรโตซัว ราและแบคทีเรีย สำหรับปรสิตที่สำคัญได้แก่หนอนตัวกลม หนอนตัวแบน lung worm ด้วงดิน สปอโรซัว และตัวอ่อนของหิ่งห้อย (Sallam and El-Wakeil, 2012; Wilson, 2012; Barker, 2004)

การสำรวจการแพร่กระจายของหอยเจดีย์สกุล *Clea* มีรายงานครั้งแรกในประเทศไทย โดยในปี ค.ศ. 1974 Brandt ได้ทำการสำรวจหอยน้ำที่พบในประเทศไทยและพบหอยสกุล *Clea* 3 ชนิด ได้แก่ *C. crooki* n. และ *C.siamensis* n. พบในแม่น้ำในประเทศไทยและลาว ส่วน *C. cambodiensis* SOW พบในประเทศไทยและกัมพูชา

Tesana (2002) ได้ทำการสำรวจความหลากชนิดของหอยบริเวณอ่างเก็บน้ำลำตะคอง จังหวัดนครราชสีมา พบหอยกาบน้ำจืดจำนวน 4 ชนิด หอยฝาเดียวจำนวน 10 ชนิด โดยหอยฝาเดียวที่เป็น dominant species 3 ชนิด ได้แก่ *Clea helena*, *Bithynia siamensis goniomphalos* และ *Melanoides tuberculata* และพบว่า *Clea helena* เป็น major population ของหอยฝาเดียว โดยเก็บตัวอย่างได้มากที่สุด 944 ตัว พบมากในบริเวณแหล่งน้ำที่มีความลาดชัน และพื้นน้ำพบพวกอินทรียวัตถุทับถมอยู่ลักษณะเป็นโคลนสีดำโดยสามารถเก็บตัวอย่างได้มากที่สุดในฤดูหนาว ฤดูร้อน และฤดูฝน คิดเป็นร้อยละ 43.1, 28.8 และ 28.1 ตามลำดับ ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Neeratanaphan and Phalaraks (2008) ที่เก็บตัวอย่างหอยน้ำจากบึงโจด จังหวัดขอนแก่น ซึ่งสามารถเก็บตัวอย่าง *Clea helena* (Philippi, 1847) ได้เฉพาะในฤดูหนาวเท่านั้น

Krailas และคณะ ได้ทำการศึกษาความหลากชนิดของหอยน้ำบริเวณอุทยานแห่งชาติเขาใหญ่พบหอยฝาเดียว 3 ชนิดเรียงลำดับจากมากไปน้อย ได้แก่ *Melanoides tuberculata, Clea helena และ Filopaludina m. martensi* โดยสามารถเก็บตัวอย่างได้ 359, 46 และ 42 ตัวตามลำดับ โดยสามารถเก็บตัวอย่าง *Clea helena* ได้จากบริเวณน้ำตกกองแก้วจำนวน 23 ตัว ลำธารลำตะคองจำนวน 15 ตัว และน้ำตกเหวสุวัตจำนวน 8 ตัว (Krailas *et al.,* 2012)

สุชาติและประสิทธิ์ (2555) ทำการศึกษาความหลากหลาย ปริมาณและการแพร่กระจายของหอยน้ำจืดในแม่น้ำบางปะกงและแม่น้ำปราจีนบุรี พบหอยฝาเดียว 12 สกุล โดยหอยฝาเดียวที่พบมากที่สุด 3 ชนิด เรียงลำดับจากมากไปน้อย ได้แก่ *Iravadia* sp. *Bithynia* sp. และ *Clea* sp. คิดเป็นร้อยละ 73.66, 38.98 และ 19.81 ตามลำดับ เมื่อพิจารณาหอยสกุล *Clea* ที่เก็บตัวอย่างได้ร้อยละ 19.81 หรือจำนวน 391 ตัว

ลิขสิทธิ์กรมวิชาการเกษตร

โดยเดือนมิถุนายนสามารถเก็บตัวอย่างได้มากที่สุด 207 ตัว เดือนที่เก็บตัวอย่างได้น้อยที่สุดคือเดือนธันวาคมจำนวน 15 ตัว สามารถเก็บตัวอย่างได้จากบริเวณแม่น้ำบางปะกง 390 ตัว และแม่น้ำปราจีนบุรี 1 ตัวเท่านั้น โดยส่วนใหญ่พบในดินที่มีลักษณะดินเหนียวปนทราย (silty clay) ซึ่งจากรายงานทางวิชาการของกรมทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่ง (2548) ระบุว่าแม่น้ำบางปะกงเป็นแม่น้ำที่ลักษณะเป็นระบบนิเวศน์น้ำกร่อย ดังนั้นการกระจายตัวของหอยสกุล *Clea* นับว่ามีความหลากหลายของถิ่นอาศัย (habitat) ได้แก่ ลำธาร อ่างเก็บน้ำ น้ำตก และน้ำกร่อย (สุชาติและประสิทธิ์, 2555; Tesana, 2002; Krailas *et al.,* 2012)

จากการศึกษาเอกสารพบว่าหอยสกุล *Clea* โดยเฉพาะ *Clea helena* พบเป็น native species ประเทศเขตร้อนในแถบตะวันตกของเขตอินโดขแปซิฟิก (the tropical Indo-West Pacific regions) เช่น ประเทศจีน อินโดนีเซีย และไทย (Cameron and Carter, 1979; Coelho *et al*., 2013) ซึ่งในประเทศไทยมีข้อมูลด้านการแพร่กระจายของหอยสกุล *Clea* น้อยมาก และเนื่องจากหอยชนิดนี้มีพฤติกรรมเป็นสัตว์นักล่า (predator) และกินซาก (scavenger) (Coelho *et al*., 2013) สามารถช่วยกำจัดหอยชนิดอื่นๆ ที่ไม่ต้องการ และกำจัดซากสิ่งมีชีวิตในน้ำป้องกันน้ำเน่าเสียได้ จึงควรทำการสำรวจการแพร่กระจายและหาข้อมูลเพิ่มเติม เพื่อใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานในการศึกษาด้านการนำหอยชนิดนี้มาใช้กำจัดหอยศัตรูพรรณไม้น้ำ โดยชีววิธีต่อไป

เชื้อก่อโรคในหอย มีรายงานเกี่ยวกับเชื้อราเข้าทำลายไข่ของหอย เช่น *Pachonia chlamydosporium* เข้าทำลายไข่ของ *Deroceras reticulatum* และ *Arthrobotrys* sp. เข้าทำลายไข่ของ *Arion circumscriptus* กลุ่ม Microsporidia ที่มีรายงานได้แก่ *Steinhausia* sp. สามารถก่อให้เกิดโรคในหอย *Partula turgida* และ *Microsporidium novacastriensis* สามารถก่อให้เกิดโรคในหอย *D. reticulatum* กลุ่มแบคทีเรียที่มีรายงานว่าก่อโรคในหอยได้แก่ *Aeromonas hydrophila* ทำให้เกิดโรค leucodermia ในหอยและทาก เชื้อ *Bacillus pinottii* และ *Vibrio parahaemolyticus* สามารถก่อให้เกิดโรคในหอยน้ำ *Biomphalaria glabrata* เชื้อในสกุล *Escherichia Alcaligenes* และ *Bacillus* สามารถก่อให้เกิดโรคในหอย *Helix fram* สำหรับโปรโตซัวที่ก่อให้เกิดโรคในหอย *D. reticulatum* ได้แก่ *Tetrahymena rostrata* และ *T. limacis* หนอนตัวกลมที่มีประสิทธิภาพในการเป็นปรสิตและก่อให้เกิดโรคในหอยได้แก่ *Phasmarhabditis hermaphrodita* นอกจากนี้การใช้เชื้อแบคทีเรีย *Bacillus thuringiensis* ร่วมกับหนอนตัวกลม *Rhabditis* sp. สามารถใช้ควบคุมหอย *Eobania vermiculata* ในประเทศอียิปต์ (Sallam and El-Wakeil, 2012; Wilson, 2012) ในประเทศไทย Chobchuenchom and Bhumiratana (2003) ได้ทำการแยกเชื้อก่อโรคของหอยเชอรี่ *Pomacea canaliculata* พบว่าแบคทีเรีย *Pseudomonas fluorescens* และ *P. aeruginosa* ทำให้หอยเชอรี่ตายอย่างน้อย 80 เปอร์เซ็นต์ ภายในเวลา 72 ชั่วโมง

นอกจากนี้ราและแบคทีเรียหลายชนิดสามารถสร้างสารประกอบที่มีฤทธิ์ฆ่าหอยได้ มีรายงานการเกี่ยวกับการค้นหาและคัดเลือกจุลินทรีย์ที่สร้างสารที่มีประสิทธิภาพในการป้องกันกำจัดหอยดังนี้

Stoessl *et al*. (1989) ได้สกัดสารกลุ่ม diterpenoid จาก *Cercospora traversiana* ซึ่งมีพิษต่อหอยและปลา ต่อมา Keller *et al*. (2002) ได้ทำการคัดเลือกเชื้อราจากประเทศในทวีปยุโรป 57 ตัวอย่าง

นำมาทดสอบฤทธิ์ในการฆ่าแบคทีเรีย (bactericidal) รา (fungicidal) ตัวอ่อน (larvicidal) หอย (molluscicidal) และ antioxidant พบว่า linoleic acid ที่ได้จากเชื้อรามีฤทธิ์ในการกำจัดหอยได้ หลังจากนี้ Gao *et al*. (2008) พบว่า *Bacillus thuringiensis* บางสายพันธุ์จากประเทศจีนมีความเป็นพิษต่อหอย *Oncomelania hupensis* หลังจากนั้น Chen *et al*. (2009) นำราเอนโดไฟต์สายพันธุ์ JJ18 จากพืช *Pseudolarix kaempferi* มาสกัดสารและทดสอบฤทธิ์ในการฆ่าหอย ปรากฏว่ามีประสิทธิภาพในการกำจัด *O. hupensis* ถัดมา Guo *et al*. (2010) และ Guo *et al*. (2011) ได้แยกเชื้อราจากบริเวณไรโซสเฟียร์ของพืช *Phytolacca acinosa* พบเชื้อราสายพันธุ์ SL-30 ซึ่งสารสกัดของมันมีประสิทธิภาพในการกำจัด *O. hupensis* และได้ทำการหาสารออกฤทธิ์ปรากฏว่าเป็นสารกลุ่ม Gliotoxin ล่าสุด Molloy et al. (2013) ได้แยกเชื้อ *P. fluorescens* CL145A ซึ่งมีประสิทธิภาพในการควบคุมหอย *Dreissena polymorpha* และ *Dreissena rostriformis bugensis*

การจัดการหอยศัตรูพืชโดยชีววิธี หมายถึง การใช้ศัตรูธรรมชาติ และเทคนิควิธีทางชีวภาพเพื่อควบคุมหอยศัตรูพืช ศัตรูธรรมชาติที่สำคัญ ได้แก่ ได้แก่ เชื้อก่อโรคและปรสิต ผู้ล่า โรคที่พบในหอยเกิดจากโปรโตซัว ราและแบคทีเรีย สำหรับปรสิตที่สำคัญได้แก่หนอนตัวกลม หนอนตัวแบน lung worm ด้วงดิน สปอโรซัว และตัวอ่อนของหิ่งห้อย ผู้ล่าที่สำคัญได้แก่ นก สัตว์เลี้ยงลูกด้วยนม แมลงในอันดับ Diptera หอย นักล่า ตะขาบ กิ้งกือ (Sallam and El-Wakeil, 2012; Wilson, 2012; Barker, 2004)

เชื้อก่อโรคในหอย มีรายงานดังต่อไปนี้ เชื้อราเข้าทำลายไข่หอย เช่น *Pachonia chlamydosporium* เข้าทำลายไข่ของ *Deroceras reticulatum*และ *Arthrobotrys*sp.เข้าทำลายไข่ของ *Arion circumscriptus* กลุ่ม Microsporidia ที่มีรายงานได้แก่*Steinhausia*sp.สามารถก่อให้เกิดโรคในหอย *Partula turgida*และ *Microsporidium novacastriensis* สามารถก่อให้เกิดโรคในหอย*D. reticulatum*กลุ่มแบคทีเรียที่มีรายงานว่าก่อโรคในหอยได้แก่ *Aeromonas hydrophila* ทำให้เกิดโรค leucodermia ในหอยและทากเชื้อ *Bacillus pinottii* และ *Vibrio parahaemolyticus* ก่อให้เกิดโรคในหอยน้ำ *Biomphalaria glabrata* เชื้อในสกุล *Escherichia Alcaligenes*และ*Bacillus*ก่อให้เกิดโรคในหอย *Helix fram* สำหรับโปรโตซัวที่ก่อให้เกิดโรคในหอย *D. reticulatum* ได้แก่ *Tetrahymena rostrata*และ *T.limacis*หนอนตัวกลมที่มีประสิทธิภาพในการเป็นปรสิตและก่อให้เกิดโรคในหอยได้แก่ *Phasmarhabditis hermaphrodita*นอกจากนี้การใช้เชื้อแบคทีเรีย *Bacillus thuringiensis*ร่วมกับหนอนตัวกลม *Rhabditis* sp.สามารถใช้ควบคุมหอย *Eobania vermiculata*ในประเทศอียิปต์ (Sallam and El-Wakeil, 2012; Wilson, 2012) ในประเทศไทย Chobchuenchomand Bhumiratana (2003) ได้ทำการแยกเชื้อก่อโรคของหอยเชอรี่ *Pomacea canaliculata*พบว่าแบคทีเรีย *Pseudomonas fluorescens* และ *P. aeruginosa*ทำให้หอยเชอรี่ตายอย่างน้อย 80 เปอร์เซ็นต์ ภายในเวลา 72 ชั่วโมง

นอกจากนี้จุลินทรีย์หลายชนิดสามารถสร้างสารประกอบที่มีฤทธิ์ฆ่าหอย (molluscicidal activity) ได้ มีรายงานการเกี่ยวกับการค้นหาและคัดเลือกจุลินทรีย์ที่สร้างสารที่มีประสิทธิภาพในการป้องกันกำจัดหอยดังนี้ Stoessl*et al*. (1989) ได้สกัดสารกลุ่ม diterpenoid จาก *Cercospora*

ศรีปทุมสินธุ

traversiana ซึ่งมีพิษต่อหอยและปลา ต่อมา Keller*et al*. (2002) ได้ทำการคัดเลือกเชื้อราจากประเทศในทวีปยุโรป 57 ตัวอย่าง นำมาทดสอบฤทธิ์ในการฆ่าแบคทีเรีย (bactericidal) รา (fungicidal) ตัวอ่อน (larvicidal) หอย (molluscicidal) และ antioxidant พบว่า linoleic acid ที่ได้จากเชื้อรามีฤทธิ์ในการกำจัดหอยได้ หลังจากนี้ Gao*et al*. (2008) พบว่า *Bacillus thuringiensis* บางสายพันธุ์จากประเทศจีนมีความเป็นพิษต่อหอย*Oncomelania hupensis* หลังจากนั้น Chen *et al*. (2009) นำราเอนโดไฟต์สายพันธุ์ JJ18 จากพืช *Pseudolarix kaempferi*มาสกัดสารและทดสอบฤทธิ์ในการฆ่าหอย ปรากฏว่ามีประสิทธิภาพในการกำจัด *O. hupensis* ถัดมา Guo *et al*. (2010) และ Guo *et al*. (2011) ได้แยกเชื้อราจากบริเวณไรโซสเฟียร์ของพืช *Phytolacca acinosa* พบเชื้อราสายพันธุ์ SL-30 ซึ่งสารสกัดของมันมีประสิทธิภาพในการกำจัด *O. hupensis* และได้ทำการหาสารออกฤทธิ์ปรากฏว่าเป็นสารกลุ่ม gliotoxin นอกจากนี้ Molloy et al. (2013) ได้แยกเชื้อ *P. fluorescens*CL145A ซึ่งมีประสิทธิภาพในการควบคุมหอย *Dreissena polymorpha* และ *Dreissena rostriformis bugensis*และในปี 2015 Cui *et al*. ได้คัดแยกและทดสอบประสิทธิภาพของเชื้อแบคทีเรียในการควบคุมหอย *O. hupensis*พบว่าเชื้อไอโซเลต B8 B27 B36 และ B59 มีประสิทธิภาพในการควบคุมหอยดังกล่าวได้

ทั้งนี้ *Streptomyces*เป็นจุลินทรีย์ในวงศ์ Actinobacteria เจริญเติบโตในภาวะที่มีออกซิเจน (aerobic) และเป็นแบคทีเรียแกรมบวก ที่มีการเจริญเป็นแบบเส้นใยจากสปอร์ ถือเป็นกลุ่มที่มีความน่าสนใจเนื่องจากสร้างสารเมตาบอไลท์ทุติยภูมิหลายชนิด โดยเฉพาะที่มีความสำคัญทางการแพทย์ (Hwang et al., 2014) นอกจากนี้มีงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาเชื้อ *Streptomyces*เป็นชีวภัณฑ์สำหรับกำจัดหอยดังนี้ มีการแยกเชื้อแบคทีเรียสำหรับกำจัดหอย โดยพบว่า *Pseudomonas convexa* AB93077AB93065 และ*Streptomyces griseolus*AA93066 AA92070 AA94037 และ *Streptomyces* WZ มีศักยภาพในการควบคุม *O. hupensis*(Zhang et al., 2005) ได้มีการแยกเชื้อ *Streptomyces nigrogriseolus*หรือที่เรียกว่าactinomycetes CGMCC No.9782ซึ่งมีคุณสมบัติในการกำจัดหอย*O. hupensis*ได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยพบว่าสารละลายเจือจาง 10, 50และ 100 เท่าของอาหารเลี้ยงเชื้อเหลวทำให้หอยตาย 100 , 100 และ 86 เปอร์เซ็นต์ ใน 72ชั่วโมง (Xing et al., 2015)มีการแยกเชื้อ *Streptomyces subrutilus* ซึ่งใช้กำจัดหอย *O. Hupensis* ได้อย่างมีประสิทธิภาพโดยพบว่าสารละลายเจือจาง 10, 50 และ 100 เท่าของอาหารเลี้ยงเชื้อเหลวทำให้หอยตาย 100, 100 และ 90 เปอร์เซ็นต์ ใน 72 ชั่วโมง(Xing and Dai, 2015)

การจัดการหอยศัตรูพืชโดยชีววิธี หมายถึง การใช้ศัตรูธรรมชาติ และเทคนิควิธีทางชีวภาพเพื่อควบคุมหอยศัตรูพืช ศัตรูธรรมชาติที่สำคัญ ได้แก่ ได้แก่ เชื้อก่อโรคและปรสิต ผู้ล่า โรคที่พบในหอยเกิดจากโปรโตซัว ราและแบคทีเรีย สำหรับปรสิตที่สำคัญได้แก่หนอนตัวกลม หนอนตัวแบน lung worm ด้วงดิน สปอโรซัว และตัวอ่อนของหิ่งห้อย ผู้ล่าที่สำคัญได้แก่ นก สัตว์เลี้ยงลูกด้วยนม แมลงในอันดับ Diptera หอย นักล่า ตะขาบ กิ้งกือ (Sallam and El-Wakeil, 2012; Wilson, 2012; Barker, 2004)

เชื้อก่อโรคในหอย มีรายงานดังต่อไปนี้ เชื้อราเข้าทำลายไข่หอย เช่น Pachonia chlamydosporium เข้าทำลายไข่ของ Deroceras reticulatum และ Arthrobotrys sp. เข้าทำลายไข่

ของ Arion circumscriptus กลุ่ม Microsporidia ที่มีรายงานได้แก่ Steinhausia sp. สามารถก่อให้เกิดโรคในหอย Partula turgida และ Microsporidium novacastriensis สามารถก่อให้เกิดโรคในหอย D. reticulatum กลุ่มแบคทีเรียที่มีรายงานว่าก่อโรคในหอยได้แก่ Aeromonas hydrophila ทำให้เกิดโรค leucodermia ในหอยและทาก เชื้อ Bacillus pinottii และ Vibrio parahaemolyticus ก่อให้เกิดโรคในหอยน้ำ Biomphalaria glabrata เชื้อในสกุล Escherichia Alcaligenes และ Bacillus ก่อให้เกิดโรคในหอย Helix fram สำหรับโปรโตซัวที่ก่อให้เกิดโรคในหอย D. reticulatum ได้แก่ Tetrahymena rostrata และ T. limacis หนอนตัวกลมที่มีประสิทธิภาพในการเป็นปรสิตและก่อให้เกิดโรคในหอยได้แก่ Phasmarhabditis hermaphrodita นอกจากนี้การใช้เชื้อแบคทีเรีย Bacillus thuringiensis ร่วมกับหนอนตัวกลม Rhabditis sp. สามารถใช้ควบคุมหอย Eobania vermiculata ในประเทศอียิปต์ (Sallam and El-Wakeil, 2012; Wilson, 2012) ในประเทศไทย Chobchuenchom and Bhumiratana (2003) ได้ทำการแยกเชื้อก่อโรคของหอยเชอรี่ Pomacea canaliculata พบว่าแบคทีเรีย Pseudomonas fluorescens และ P. aeruginosa ทำให้หอยเชอรี่ตายอย่างน้อย 80เปอร์เซ็นต์ ภายในเวลา 72 ชั่วโมง

ไส้เดือนฝอยในวงศ์ Rhabditidae จัดเป็นไส้เดือนฝอยกลุ่มที่เป็นปรสิตของสัตว์ มีอยู่ 17 สกุล สกุลที่มีการรายงานว่าเป็นปรสิตของหอยได้แก่สกุล Phasmarhabditis และสกุล Rhabditis มีรายงานการพบไส้เดือนฝอยสกุล Phasmarhabditis ตั้งแต่ปี 1859 โดยมีความพยายามในการศึกษาวงจรชีวิตของไส้เดือนฝอย และได้มีการทดสอบว่าไส้เดือนฝอย Phasmarhabditis hermaphrodita มีประสิทธิภาพในการกำจัดหอยทาก Deroceras reticulatum ในห้องปฏิบัติการ โดยทำให้หอยตาย 100 เปอร์เซ็นต์ ภายใน 5 วัน (Wilson et al., 1993) ไส้เดือนฝอยชนิดนี้มีความยาวประมาณ 1.3 ถึง 1.7 มิลลิเมตร มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ 0.18 มิลลิเมตร มีลักษณะเป็นกระเทยและผสมในตัวเอง (autogamy) ตัวเมีย 1 ตัว สามารถสืบพันธุ์และมีลูกได้ราว 250-300 ตัวขณะที่ยังอยู่ในโฮสต์ ต่อมาได้มีการพัฒนาไส้เดือนฝอยชนิดนี้เพื่อทางการค้า โดยเพาะเลี้ยงร่วมกับเชื้อแบคทีเรีย Providencia rettgeri และ Moraxella osloensis ซึ่งทำให้ได้เชื้อในปริมาณมาก (Pieterse et al., 2017) โดยมีความสามารถในการกำจัดหอยทากและทากศัตรูพืชได้หลายชนิดให้ตายภายใน 4-21 วันขึ้นอยู่กับจำนวนของไส้เดือนฝอยและอุณหภูมิ (Rae et al., 2007) ทั้งนี้ก็ยังมีรายงานว่าหอย Achatina fulica มีความต้านทานต่อไส้เดือนฝอยชนิดนี้ โดยการสร้างแคปซูลล้อมรอบตัวอ่อนของไส้เดือนฝอยไว้ (Williams and Rae, 2015) ทั้งนี้มีการค้นพบไส้เดือนฝอยศัตรูหอยในสกุล Phasmarhabditis ชนิดอื่น ๆ ดังนี้ Huang et al. (2015) ได้แยกไส้เดือนฝอยศัตรูหอย Phasmarhabditis huizhouensis จากใบไม้เน่าในประเทศจีน ต่อมามีรายงานการพบ Phasmarhabditis californica และ P. papillosa จากหอยทากต่างถิ่นในสหรัฐอเมริกา (Tandingan De Ley et al., 2016) และพบ Phasmarhabditis bonaquaense ในสาธารณรัฐเช็ก โดยแยกได้จากทาก Malacolimax tenellus (Nermut et al., 2016) ได้มีการทดลองนำ P. Hermaphrodita มาทดสอบในแปลงปลูกผักกาดขาวแบบ miniplot โดยพบว่าไส้เดือนฝอยสามารถป้องกันความเสียหายจากทาก D. reticulatum และ Arion ater ได้นานถึง 38 วัน (Rae et al., 2009) สำหรับงานวิจัยในประเทศไทย วิยะดา (2548) ได้แยกไส้เดือนฝอย Rhabditis sp. ออกจากทางเดิน

อาหารของหอยทากยักษ์ (Achatina fulica) ซึ่งสามารถพบได้ในหอยเดื่อ (Hemiplecta distincta) และทาก (Parmarion sp.) ต่อมาในปี 2553 ปราสาททองและคณะ ได้นำไส้เดือนฝอยศัตรูแมลง Steinernema sp. มาทดสอบการกำจัดหอยชัคชีเนียในสวนกล้วยไม้ พบว่าทำให้หอยตายตั้งแต่ 38 เปอร์เซ็นต์ ถึง 46เปอร์เซ็นต์ หลังวันที่ 4 ในการทดสอบ และล่าสุดณัฐฐิญาและคณะ (2558) ได้ศึกษาปรสิตในหอยวงศ์ Ariophantidae โดยนำตัวอย่างมาตรวจหาปรสิตด้วยวิธี digestion และพบเฉพาะระยะตัวอ่อนของไส้เดือนฝอย Rhabditis sp. ในหอย Cryptozona siamensis

สาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินหรือไซยาโนแบคทีเรียนั้น ถึงแม้ว่าจะมีโครงสร้างของนิวเคลียสคล้ายคลึงกับของแบคทีเรีย และมีคุณสมบัติหลายๆประการคล้ายกับแบคทีเรียแต่ยังคงถูกจัดจำแนกแยกออกจากแบคทีเรีย โดยแยกออกมาอยู่ในดิวิชั่น Cyanophyta เนื่องจากมีคอลโรฟิลล์ เอ และมีการปลดปล่อยก๊าซออกซิเจนออกสู่สิ่งแวดล้อมจากกระบวนการสังเคราะห์แสง ซึ่งลักษณะนี้ไม่พบในแบคทีเรียที่สังเคราะห์แสงได้ สาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินในวงศ์ Oscillatoriaceae มีลักษณะเด่นทางสัณฐานวิทยาได้แก่ มีการอยู่รวมกันเป็นสายเกิดจากเซลล์มาเรียงตัวกันเป็นเส้น ลักษณะกิ่งจะไม่มีการแตกกิ่งก้านหรือถ้ามีก็เป็นการแตกกิ่งก้านแบบไม่แท้จริง เซลล์แต่ละเซลล์มีลักษณะสั้นรูปร่างคล้ายเหรียญหรือคล้ายทรงกระบอก ไม่มีการเซลล์เฮเทอโรซิสต์และอะคินิทจึงทำให้เมื่อมองดูแล้วเซลล์แต่ละเซลล์จึงมีขนาดเท่าๆกัน เซลล์ด้านปลายสารหรือไตรโคมจะมีลักษณะเป็นโค้งมน ลักษณะของไทลาคอยด์มีการเรียงตัวกันแบบไม่เป็นระเบียบ (Komarek, 2014) บางสกุลมีชีทหุ้มสายเช่นสาหร่ายในสกุล Blennothrix, และสกุล Lyngbya บางสกุลไม่มีชีทหุ้มสายเช่นสาหร่ายในสกุล Oscillatoria และสกุล Phormidium (ยุวดี, 2558) การดำรงชีวิตมีทั้งดำรงชีวิตแบบยึดเกาะกับวัสดุต่างๆเช่น กรวด ก้อนหิน กิ่งไม้ และดำรงชีวิตแบบแพลงก์ตอนพืชล่องลอยไปตามกระแสน้ำเช่น สาหร่ายสกุล Planktolyngbya sp. หรืออาจรวมกันเป็นกลุ่มขนาดใหญ่จนสามารถมองเห็นได้ด้วยตาเปล่า เช่น สาหร่ายสกุล Oscillatoria sp. และ Blennothrix sp. (ยุวดี, 2558) สำหรับความหลากหลายของสาหร่ายวงศ์นี้ในประเทศไทยจากการศึกษาของ ยุวดี พีรพรพิศาล เมื่อปี พ.ศ.2558 รายงานว่าสาหร่ายน้ำจืดในวงศ์ Oscillatoriaceae มีทั้งหมด 5 สกุล 89 ชนิด นอกจากนี้การศึกษาของ Chonudomkul et al., 1998 ได้รายงานว่าพบสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินในป่าเต็งรัง เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าห้วยขาแข้ง อำเภอบานสัก จังหวัดอุทัยธานี จำนวน 18 สกุล เป็นสาหร่ายในวงศ์ Oscillatoriaceae ทั้งหมด 3 สกุลได้แก่ สกุล Lyngbya, Oscillatoria, และ Phormidium โดยทั้งสามสกุลนี้พบเป็นจำนวนมากในหลายพื้นที่และพบได้ทุกฤดูกาล ในส่วนของความสำคัญต่อมนุษย์นั้นสาหร่ายวงศ์ Oscillatoriaceae ได้ถูกนำเอาใช้ประโยชน์ได้ด้านต่างๆ ยกตัวอย่างเช่น ในด้านการเป็นดัชนีวัดคุณภาพน้ำ โดยสาหร่ายสกุล Oscillatoria สกุล Planktolyngbya และสกุล Phormidium ถูกใช้เป็นดัชนีทางชีวภาพในการบ่งบอกถึงคุณภาพน้ำเนื่องจากสาหร่ายดังกล่าวนี้สามารถเจริญในน้ำที่มีสารอาหารสูงหรือหรือน้ำเสียได้ (ยุวดี, 2558) ในส่วนการศึกษาของทางด้านการควบคุมด้วยชีววิธี ในการศึกษาของ Jaki et al. (1999) พบว่าสารเมตาโบไลต์ทุติยภูมิในสาหร่ายหลายชนิดในวงศ์ Oscillatoriaceae สามารถนำมาใช้เป็นสารยับยั้งการเจริญเติบโตของจุลชีพได้ ได้แก่สาหร่าย Lyngbya sp. สร้างสารยับยั้งการเจริญของแบคทีเรีย Escherichia coli,

Staphyloccus epidermidis และ Bacillus cereus, สาหร่าย Oscillatoria amoena สร้างสารยับยั้งการเจริญของแบคทีเรีย Escherichia coli, สาหร่าย Oscillatoria Formosa สร้างสารยับยั้งการเจริญของแบคทีเรียและ Escherichia coli และยับยั้งการเจริญของเชื้อ Pseudomonas aeruginosa ได้ประสิทธิภาพดีเทียบเท่าสาร Tetracycline ปริมาณ 5 µg (Nguyen, et al., 2014) ซึ่งเป็นยาปฏิชีวนะรักษาโรคติดเชื้อในท่อทางเดินปัสสาวะ ลำไส้อักเสบ หลอดลมอักเสบ แผล ฝี หนอง และการอักเสบต่างๆ, สาหร่าย Phormidium favosum สร้างสารยับยั้งการเจริญของแบคทีเรีย Staphyloccus epidermidis การศึกษาของ Jaki et al. (1999) พบว่าสาหร่าย Lyngbya sp., Oscillatoria amoena, Oscillatoria Formosa และสาหร่าย Phormidium favosum มีฤทธิ์กำจัดหอยน้ำจืด Biomphalaria glabrata ซึ่งเป็นพาหะนำโรคพยาธิใบไม้ในเลือด (Schistosomiasis) ของคนเทียบได้ประสิทธิภาพดีเทียบเท่ากับสาร podophyllotoxin ปริมาณ 100 ppm ซึ่งเป็นสารยับยั้งการแบ่งตัวของเซลล์มะเร็งหลายชนิดเช่น มะเร็งเม็ดเลือดขาวหรือลิวคีเมีย มะเร็งกระเพาะอาหาร รังไข่ สมอง เต้านม ตับอ่อน มะเร็งปอดทั้งชนิดเซลล์เล็กและเซลล์ใหญ่ (Canel et al., 2000) จากการศึกษาของ Essack et al. (2014) และ Pereira et al. (2010) รายงานว่าสารเมตาโบไลต์ทุติยภูมิที่พบในสาหร่ายวงศ์ Oscillatoriaceae บางชนิดที่ที่มีฤทธิ์ในการฆ่าหอย (Molluscicide) เช่น Cyanolide A และ Tanikolide ซึ่งพบในสาหร่ายชนิด Lyngbya bouillonii และสาร Babarmide ซึ่งพบในสาหร่ายชนิด Lyngbya majuscule นอกจากนี้จากการศึกษาของ Pereira et al., อีกครั้งในปี 2011 ได้บอกว่า Oscillatoria sp. และ Hormoscilla sp. ในทะเลมีการสร้างสาร Thiopalmyrone และ Palmyrroline ซึ่งมีฤทธิ์กำจัดหอยน้ำจืด Biomphalaria glabrata ได้เช่นกัน จากการทบทวนเอกสารทั้งหมดพบว่ามีสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินในวงศ์ Oscillatoriaceae หลายสกุลที่สร้างสารเมตาโบไลต์ทุติยภูมิหลายชนิดมีฤทธิ์ในการกำจัดหอย ประกอบกับในประเทศไทยมีความหลากหลายของสาหร่ายในวงศ์ดังกล่าวเป็นจำนวนมาก แสดงให้เห็นว่าประเทศไทยมีสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินใน วงศ์ Oscillatoriaceae หลายสกุลที่มีศักยภาพในการสร้างสารเมตาโบไลต์ทุติยภูมิที่มีประสิทธิภาพในการกำจัดหอยศัตรูพืช

การใช้โปรโตซัวกำจัดหนู Zaman and Colley (1975) รายงานการพบสปอร์โรซีส์ของโปรโตซัว *S. singaporensis*ในมูลงูเหลือม (*Python reticulatus*) จากประเทศสิงคโปร์ และยังพบว่าสปอร์โรซีสต์ของโปรโตซัวนี้มีความรุนแรงในการทำให้หนูนอรเว (*Rattus norvegicus*) ป่วยตายไป 28 ตัวจาก 30 ตัว เมื่อได้ให้เชื้อโรคนี้ในความเข้มข้น1,000 ซีสต์โดยตรงทางปาก

Mesfin *et al.* (1978) ทำการทดลองโดยนำเชื้อ *E.falciformis* var pragensis ให้เชื้อโดยตรงทางปากแก่หนู mice ปลอดเชื้อ ปริมาณ 500 , 2,000 , 5,000 และ 20,000 Oocyst พบว่าอัตราการตายของหนูที่ปริมาณเชื้อ 20,000 Oocyst ประมาณ 31เปอร์เซ็นต์ โดยที่หนูทดลองที่ได้รับเชื้อ 5,000 และ 20,000 Oocyst พบมีอาการของโรครุนแรงเท่ากัน คือมีอาการท้องเสียรุนแรงหลังจากได้รับเชื้อ 8-10 วัน เนื่องจาก Epithelial cell ถูกทำลายและ Sub mucosa edema ขณะที่ไม่พบหนูทดลองตายที่เชื้อปริมาณ 500 Oocyst

ลิขสิทธิ์กรมวิทยาศาสตร์บริการ

Mehlhorn (1978) and Bledsoe (1979) พบว่าระยะเวลาระหว่างการติดเชื้อ *Sarcocystis* spp. และการขับสปอร์โรซีสต์ออกมาพร้อมกับอุจจาระครั้งแรกของสัตว์อาศัยอาศัยสุดท้ายในอุณหภูมิปกติใช้เวลาประมาณ 5-25 วัน แต่ถ้าในสภาพที่ไม่เหมาะสม เช่น ฤดูหนาวหรือฤดูจำศีลต้องใช้เวลานานขึ้นประมาณ 4-5 เดือน

Fayer (1980) พบว่าการติดเชื้อ *Sarcocystis* spp. ของสัตว์อาศัยสุดท้ายซึ่งมีการขับออกทางอุจจาระนั้นไม่ทำอันตรายหรือก่อโรคแก่สัตว์อาศัยสุดท้าย

Fayer (1980) พบว่า ค็อคซิเดียโปรโตซัว กลุ่ม Monoxenous life cycle มีการสืบพันธุ์แบบอาศัยเพศ และไม่อาศัยเพศในสัตว์อาศัยชนิดเดียวซึ่งในระยะสุดท้ายของการเจริญเติบโตมีการสืบพันธุ์แบบอาศัยเพศในส่วนของลำไส้ (Intestinal lumen)

Fuller *et al.* (1995) พบว่าค็อคซิเดีย โปรโตซัว *E.arizonensis* ใช้เวลาฟักตัวนาน 10 – 12 วัน และสามารถเพิ่มจำนวนได้ถึง 10^7 Oocyst โดยปนเปื้อนมากับมูลหนูในช่วงที่กำลังฟักตัว

Zhao *et al*. (2001) พบว่าองค์ประกอบต่างๆในโอโอซีสต์ของ ค็อคซิเดียโปรโตซัว เป็นลักษณะทางสัณฐานวิทยาที่สำคัญในการจำแนกชนิด ค็อคซิเดียโปรโตซัว กลุ่ม *Eimeria* spp. และกลุ่มอื่นๆ จากการศึกษาวงศ์วานวิวัฒนาการของ Rodent *Eimeria* 10 ชนิด ที่พบในหนู 4 สกุล สามารถแยกเป็นสองกลุ่ม A และ B นั้น สอดคล้องกับลักษณะทางสัณฐานวิทยาของโอโอซีสต์ ที่แยกได้เป็น 2 กลุ่มเช่นกัน อีกทั้งสามารถพบ *Eimeria* 2 ชนิด ในสัตว์อาศัยตัวเดียวกันได้

Kaya *et al.* (2007) รายงานว่า โรค Coccidiosis มีสาเหตุมาจาก Intracellular parasitic protozoa *Eimeria* spp.

Muazu *et al.* (2008) รายงานว่า โรค Coccidiosis ในสัตว์ปีก ที่เกิดจาก Microscopic protozoan มีชีวิตและเพิ่มจำนวนในทางเดินอาหารและเป็นสาเหตุให้เนื้อเยื่อถูกทำลาย ซึ่ง โรค Coccidiosis ในสัตว์ปีกจำแนกได้เป็น 2 ชนิด คือ *Caecal coccidiosis* ทำให้มีอาการตกเลือดและโลหิตเป็นพิษเป็นสาเหตุการตายที่พบได้บ่อยในสัตว์ปีกและ Intestinal coccidiosis ซึ่งไม่มีลักษณะเฉียบพลันแต่พบได้เรื้อรังตามธรรมชาติ

Slapeta *et al.* (2000) รายงานว่าค็อคซิเดียโปรโตซัวกลุ่ม *Eimeria* spp. มักพบในหนูทั่วไปอีกทั้งพบว่าลักษณะ Oocyst ของ ค็อคซิเดียโปรโตซัวจากหนู mice genus *Lemniscomys* มีลักษณะทรงกลม ผนังหนา 2 ชั้น โดยทีผนังชั้นนอกหนากว่า ไม่มีสี ผิวเรียบ Polar granule มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 1.0-1.5 um Oocyst มีขนาด 20.4 x15.7 (15.5-25.0x12.0-20.0 ; N=50) Sporulateed Oocyst จะมี 4 Sporocysts แต่ละ Sporocysts ที่พบจะมี 2 Sporozoites

Dkhil *et al*. (2011) รายงานว่าได้ทดลองให้เชื้อ *E.papillata* 10^3 sporulated oocyst ในน้ำเกลือ 100 ul แก่หนู mice ทดลองปลอดเชื้อ อายุ 8-10 สัปดาห์ พบว่าหลังจากได้รับเชื้อ 4 วัน หนูทดลองขับเชื้อออกมาพร้อมอุจจาระ ประมาณ 3,150 ± 430 Oocyst / กรัม เมื่อทำการผ่าดูบริเวณ Epithelial cell ของลำไส้พบ *E.papillata* ใน Vacuoles ซึ่งเป็นสาเหตุทำให้ Vacuoles ขนาดใหญ่ขึ้นพร้อมกับการอักเสบของเนื้อเยื่อที่เกิดจากการทำลายของเชื้อ

ศูนย์วิทยทรัพยากร

Bray (1958) และ Levine *et al*. (1959) พบโปรโตซัวสกุล *Eimeria* 2 สปีชีส์ ที่พบในหนู mice สกุล *Lemniscomys* ได้แก่ *E. lemniscomys* และ *E. putevelata* ในประเทศไลบีเรีย

Joyner (1982); Macova (2013) รายงานว่าโปรโตซัวสกุล *Eimeria* มีความจำเพาะเจาะจงต่อชนิดของสัตว์อาศัยสูงมาก และความจำเพาะเจาะจงต่อชนิดของสัตว์อาศัยของโปรโตซัวสกุลนี้ สามารถนำมาใช้เป็นข้อมูลประกอบในการระบุถึงสปีชีส์ของโปรโตซัวสกุลนี้ได้

Haberkorn *et al*. (1983) รายงานการระบาดของโรค coccidiosis ในหนูทดลองสายพันธุ์ C57bl/6J Bom mice ทำให้หนูที่ติดเชื้อมีอาการท้องเสีย น้ำหนักลด และตายในที่สุด โดยพบว่ามีสาเหตุจากการติดเชื้อโปรโตซัวสกุล *Eimeria* อีกทั้งพบว่ามีการติดเชื้อโปรโตซัวสกุล *Eimeria* มากกว่า 1 สปีชีส์ในหนูที่พบ 1 ตัว

Ball and Lewis (1984) พบว่าหนูที่ยังไม่เจริญเติบโตเป็นตัวเต็มวัย มักไม่พบการป่วยเป็นโรค coccidiosis ซึ่งมีสาเหตุจากโปรโตซัวสกุล *Eimeria* ซึ่งสาเหตุหนึ่งอาจเป็นเพราะระบบภูมิคุ้มกันทำงานได้ดีกว่า

Parker and Duszynski (1986); Gardner and Duszynski (1990); Upton *et al*. (1992) การจำแนกชนิดของค็อคซิเดียโปรโตซัว นั้นอาศัยองค์ประกอบหลายๆด้านร่วมกันในการจำแนก ได้แก่ รูปร่างลักษณะภายนอกของเชื้อ (morphology) ในระยะโอโอซีสต์หรือในระยะอื่นๆ ความจำเพาะเจาะจงต่อสัตว์อาศัยของเชื้อ (host specificity) และตำแหน่งหรือบริเวณที่เกิดการติดเชื้อ เป็นต้น

Duszynski and Gardner (1990) ทำการศึกษาเปรียบเทียบหาสารละลายที่เหมาะสมในการเก็บรักษาโอโอซีสต์ของค็อคซิเดียโปรโตซัว โดยทดลองกับสาละลาย 7 ชนิด ในระยะเวลา 115 วัน ดังนี้ bouin's solution, 10% buffered formalin, karnovsky's solution, glutaraldehyde, paraformaldehyde, 70% ethanol และ 2% potassium dichromate ($K_2Cr_2O_7$) พบว่าการเก็บรักษาโอโอซีสต์ของค็อคซิเดียโปรโตซัวในสารละลาย 2% potassium dichromate ($K_2Cr_2O_7$) มีเปอร์เซ็นต์ sporulation สูงที่สุดและมีเปอร์เซ็นต์การถูกทำลายน้อยที่สุด ขณะที่สารละลาย karnovsky's solution และ glutaraldehyde พบว่ามีเปอร์เซ็นต์การถูกทำลายจากสารละลายสูงที่สุด

McAllister *et al*. (1991) พบว่าหนูที่ติดเชื้อโปรโตซัวสกุล *Eimeria* นั้น โดยปกติจะติดเชื้อ *Eimeria*เพียงสปีชีส์เดียว และหนูที่มักพบการติดเชื้อ ได้แก่หนูในสกุล *Chaetodipus, Neotoma, Onychomys, Peromyscus* และ *Sigmodon*

Cere *et al*. (1995); Hnida and Duszynski (1999b); Johnson and Fernando (1995) ลักษณะต่างๆที่ใช้ในการจำแนกชนิดของค็อคซิเดียโปรโตซัว ได้แก่ ลักษณะภายนอก บริเวณที่ติดเชื้อและความจำเพาะเจาะจงต่อสัตว์อาศัยของเชื้อ ซึ่งลักษณะเหล่านี้บางครั้งไม่สามารถจำแนกความแตกต่างระหว่างสปีชีส์หรือภายในสปีชีส์เดียกันได้ ดังนั้นลักษณะทางพันธุกรรมจึงมีความสำคัญในการจำแนกความแตกต่างเพื่อระบุสปีชีส์ของโปรโตซัวในกลุ่มนี้

Duszynski *et al*. (1997) ทำการเก็บรักษาโอโอซีสต์ของโปรโตซัวสกุล *Eimeria* ในสารละลาย potassium dichromate ($K_2Cr_2O_7$) ในตู้เย็นพบว่าสามารถมีชีวิตอยู่ได้นาน 3-4 ปี

ศูนย์วิทยทรัพยากร

Laakkonen *et al*. (1998) รายงานว่าในประเทศฟินแลนด์การติดเชื้อโปรโตซัวสกุล *Eimeria* ในหนูนั้นขึ้นอยู่กับฤดูกาล โดยมักพบการติดเชื้อสูงที่สุดในฤดูใบไม้ร่วง

Hnida and Duszynski (1999a) รายงานว่า เชื้อโปรโตซัวสกุล *Eimeria* ในหนู นั้นมีความจำเพาะเจาะกับกับสัตว์อาศัยเป็นอย่างมาก และเป็นกลุ่มที่พบมากที่สุดในกลุ่มหนูติดเชื้อโปรโตซัวในอเมริกาเหนือ โดยพบ 8 สปีชีส์ ในหนูสกุล *Peromysus* และพบ 3 สปีชีส์ในหนูสกุล *Reithrodontomys* อีกทั้งพบว่าโปรโตซัวสกุล *Eimeria* ในแต่ละสปีชีส์นั้น ไม่สามารถติดต่อข้ามระหว่างหนู 3 สกุล ได้แก่ *Peromysus, Neotoma* และ *Onychomys* ที่เป็นสัตว์อาศัยต่างสกุลกันได้

Slapeta *et al*. (2001) ทำการศึกษาลักษณะสัณฐานวิทยา การก่อโรค และลักษณะทางพันธุกรรม ของ *E. telekii* n.sp. ที่คัดแยกได้จากหนู *Lemniscomys striatus* จากประเทศไลบีเรีย อีกทั้งทำการทดสอบความรุนแรงและความจำเพาะเจาะจงในการก่อโรคกับหนู mice 2 ชนิด ได้แก่ *L. barbarous* และ หนูหริ่งบ้านสายพันธุ์ทดลอง BALB/c mice (*Mus musculus*) พบว่า ที่ปริมาณความเข้มข้นของเชื้อ 5,000 oocysts สามารถทำให้หนู *L. barbarous* ที่ได้รับเชื้อมีอาการและตายภายใน 6-7 วัน (อัตราการตาย 100เปอร์เซ็นต์) ในขณะที่หนูหริ่งบ้านสายพันธุ์ทดลอง BALB/c mice ที่ได้รับเชื้อในปริมาณที่เท่ากันนั้น ไม่แสดงอาการของโรคและไม่มีอาการป่วยแต่อย่างใด ซึ่งแสดงให้เห็นถึงความจำเพาะเจาะจงของเชื้อชนิดนี้ ต่อหนูสกุล *Lemniscomys* และความรุนแรงในการก่อโรคของเชื้อที่ความเข้มข้น 5,000 oocysts สามารถทำให้หนูทดลองป่วยและตายได้

Zhao and Duszynski. (2001) พบว่าเชื้อโปรโตซัวสกุล *Eimeria* มีความจำเพาะเจาะจงกับชนิดของสัตว์อาศัย โดยที่เชื้อนั้นสามารถติดเชื้อข้ามสกุล (genus) ของหนูที่เป็นสัตว์อาศัยได้ แต่หนูเหล่านั้นต้องอยู่ในวงศ์ (family) เดียวกัน และได้ทำการศึกษาความสัมพันธ์ทางพันธุกรรมของโปรโตซัวสกุล *Eimeria* ที่พบในหนู 10 ชนิด ได้แก่ *E. langebarteli, E. separate, E. nieschulzi, E. papillata, E. falciformis*, *E. sevilletensis, E. reedi, E. arizonensis, E. onychomysis* และ *E. albigulae* โดยทำการศึกษาบนยีน 2 ตำแหน่ง ได้แก่ nuclear DNA; 18S rDNA และ plastid DNA; ORF470 เปรียบเทียบกับ *E. tenella* เป็นโปรโตซัวนอกกลุ่ม

McAllister *et al*. (2002) พบ *E. langebarteli* ในหนู white-ankled mouse (*Peromyscus pectoralis*) และหนู Texas mouse (*Peromyscus attwateri*) ที่รัฐเทกซัส ประเทศสหรัฐอเมริกา และรายงานถึงเขตการแพร่กระจายของเชื้อที่พบเป็นครั้งแรก

Dolnik (2006) พบว่าหลังจากที่โอโอซีสต์ของค็อคซิเดียโปรโตซัว *Isospora sylvianthina* ได้ผ่านช่วงระยะเวลา sporulate แล้วสามารถเก็บรักษาในสารละลาย 2.5% Potassium dichromate ($K_2Cr_2O_7$) ที่อุณหภูมิห้อง (23°c – 27°c) ได้นานอย่างน้อย 1 ปี

Ogedengbe *et al*. (2011) ศึกษาวิธีการจำแนกชนิดของโปรโตซัวสกุล *Eimeria* โดยวิธี DNA barcoding และความหลากหลายทางพันธุกรรมของค็อคซิเดียโปรโตซัว เปรียบเทียบกัน 2 บริเวณ ได้แก่ cytochrome c oxidase subunit (COI) และ 18S rDNA

ศูนย์วิทยทรัพยากร

ระเบียบวิธีการวิจัย (Research Methodology)

กิจกรรมที่ 1สำรวจและศึกษาศักยภาพของชีวินทรีย์ในการควบคุมแมลงไรและสัตว์ศัตรูพืช

การทดลองที่ 1.1 สำรวจและประเมินประสิทธิภาพแมลงศัตรูธรรมชาติของเพลี้ยแป้ง*Phenacoccus solenopsis* Tinsley

วิธีการ

1 สำรวจแมลงศัตรูธรรมชาติของเพลี้ยแป้ง *P. solenopsis*

สำรวจและเก็บรวบรวมเพลี้ยแป้ง *P. solenopsis* และตัวห้ำที่พบทั้งตัวอ่อนและตัวเต็มวัย เช่น ด้วงเต่า แมลงช้าง และมวน เป็นต้น นำกลับมาเลี้ยงและศึกษาเพื่อประเมินศักยภาพการควบคุมเพลี้ยแป้ง *P. solenopsis* ต่อในห้องปฏิบัติการ

2 ประเมินศักยภาพของแมลงศัตรูธรรมชาติในการควบคุมเพลี้ยแป้ง *P. solenopsis* ในห้องปฏิบัติการ

การทดลองที่ 1.2 ศึกษาชีววิทยาและศักยภาพของแมลงช้างปีกใส *Chrysoperla* spp.)

วิธีการ

1 ศึกษาชีววิทยาของแมลงช้างปีกใส 3 ชนิด *C. sinica C. carnea* และ *C. rufirabris*

2. ศึกษาอัตราการกินไข่ผีเสื้อข้าวสารของแมลงช้างปีกใส *C. sinica C. carnea* และ *C. rufirabris*

การทดลองที่ 1.3 การศึกษาชนิด ชีววิทยาและศักยภาพการห้ำของมวนตาโตชนิดต่างๆ

วิธีการ

1 สำรวจและรวบรวมชนิดของมวนตาโตชนิดต่างๆ ในเขตภาคกลาง

2 ศึกษาชีววิทยาและชนิดแมลงอาหารของมวนตาโต

3 ศึกษาความสามารถในการกินแมลงศัตรูพืช

4 ประเมินศักยภาพการควบคุมแมลงศัตรูพืชในเรือนทดลอง

การทดลองที่ 1.4 สำรวจ คัดเลือก และศึกษาประสิทธิภาพของด้วงเต่าตัวห้ำในแปลงผัก

วิธีการ

1 สำรวจ รวบรวมด้วงเต่าตัวห้ำจากแปลงปลูกผัก

2 ศึกษาชีววิทยาด้วงเต่าตัวห้ำ

3 ศึกษาศักยภาพของด้วงเต่าตัวห้ำในห้องปฏิบัติการ

กรมวิชาการเกษตร

การทดลองที่ 1.5 ศักยภาพของราสาเหตุโรคแมลงบางชนิดในการควบคุมเพลี้ยอ่อนดำ Aphis craccivora (Koch)

วิธีการ

1.การทดสอบในห้องปฏิบัติการ

1.1.ทดสอบและคัดเลือกราเขียว *Metarhizium anisopliae* ความเข้มข้น 1 X 10^8 โคนิเดีย/มล. จำนวน 7 ไอโซเลท ที่มีศักยภาพในการควบคุมเพลี้ยอ่อนดำ *Aphis craccivora* (Koch) ในห้องปฏิบัติการ

1.2.การทดสอบศักยภาพราสาเหตุโรคแมลงชนิดต่างๆ ในห้องปฏิบัติการ

2.การทดสอบประสิทธิภาพราสาเหตุโรคแมลงในการควบคุมเพลี้ยอ่อนดำ *Aphis craccivora* (Koch) ในเรือนทดลอง

การทดลองที่ 1.6 สำรวจและศึกษาศักยภาพหอยน้ำสกุล *Clea*ในการเป็นตัวห้ำหอยน้ำศัตรูพืช

วิธีการ

1. การสำรวจ เก็บตัวอย่าง จากธรรมชาติ
2. การศึกษาศักยภาพในการเป็นตัวห้ำหอยน้ำศัตรูพืช ในสภาพห้องปฏิบัติการ

การทดลองที่ 1.7 การสำรวจและคัดเลือกเชื้อราสกุล *Aspergillus* ที่มีประสิทธิภาพในการกำจัดหอยศัตรูพืช

วิธีการ

1 เก็บตัวอย่างดินและหอยจากธรรมชาต

2 การคัดแยกเชื้อราสกุล *Aspergillus* และทดสอบประสิทธิภาพ

2.1 การคัดแยกเชื้อราสกุล *Aspergillus*

2.2 การทดสอบประสิทธิภาพในการกำจัดหอยของเชื้อราสกุล *Aspergillus*ในสภาพห้องปฏิบัติการ

3 การระบุชนิดเชื้อราสกุล *Aspergillus*

การทดลองที่ 1.8 การคัดแยกและศึกษาศักยภาพการก่อโรคในหนูศัตรูพืชของโปรโตซัวสกุล Isospora (Apicomplexa: Eimeriidae) จากหนูศัตรูพืชสกุล Rattus และ Mus ที่พบในประเทศไทย

วิธีการ

1 คัดแยกและจำแนกชนิดค็อคซิเดียโปรโตซัวกลุ่ม Homoxenous life cycle จากหนูตามธรรมชาติ

1.1 การคัดแยกและจำแนกชนิดค็อคซิเดียโปรโตซัวกลุ่ม Homoxenous life cycle โดยวิธีทางสัณฐานวิทยา

กรมวิชาการเกษตร

1.2 การคัดแยกและจำแนกชนิดค็อคซิเดียโปรโตซัวกลุ่ม Homoxenous life cycle โดยวิธีทางชีวโมเลกุล

2 ทดสอบความรุนแรงในการก่อโรคและความจำเพาะเจาะจง ของเชื้อต่อหนูสกุลต่างๆ

การทดลองที่ 1.9 ศักยภาพของราสาเหตุโรคแมลงบางชนิดในการควบคุมเพลี้ยจักจั่นฝ้าย *Amrasca biguttula biguttula* (Ishida)

วิธีการ

1.การทดสอบในห้องปฏิบัติการ

1.1 ทดสอบและคัดเลือกราเขียว *Metarhizium anisopliae* ความเข้มข้น 1 X 10^8 โคนิเดีย/มล.จำนวน 7 ไอโซเลท ที่มีศักยภาพควบคุมเพลี้ยจักจั่นฝ้าย *Amrasca biguttula biguttula* (Ishida) ในห้องปฏิบัติการ

1.2 การทดสอบศักยภาพราสาเหตุโรคแมลงชนิดต่างๆ ควบคุมเพลี้ยจักจั่นฝ้าย *Amrasca biguttula biguttula* (Ishida) ในห้องปฏิบัติการ

2. การทดสอบประสิทธิภาพราสาเหตุโรคแมลงควบคุมเพลี้ยจักจั่นฝ้าย *Amrasca biguttula biguttula* (Ishida) ในเรือนทดลอง

การทดลองที่ 1.10 การศึกษาศักยภาพของราสาเหตุโรคแมลงในการควบคุมแมลงวันผลไม้ (*Bactrocera dorsalis*)

วิธีการ

1 การเก็บตัวอย่างและแยกเชื้อราโรคแมลง

2 การคัดเลือกสายพันธุ์เชื้อราสาเหตุโรคแมลงสายพันธุ์ในประเทศไทยที่มีประสิทธิภาพสูงในการควบคุมแมลงวันผลไม้ในสภาพห้องปฏิบัติการ

การทดลองที่ 1.11 ศักยภาพของไส้เดือนฝอยศัตรูแมลงในการควบคุมเพลี้ยแป้ง *Dysmicoccus* sp.

วิธีการ

1.ทดสอบศักยภาพในห้องปฏิบัติการ

1.1 ทดสอบประสิทธิภาพของไส้เดือนฝอยศัตรูแมลง 4 ชนิดในการควบคุมเพลี้ยแป้ง

1.2 ผลของสารจับใบต่อประสิทธิภาพของไส้เดือนฝอยในการเข้าทำลายเพลี้ยแป้ง โดยคัดเลือกชนิดของไส้เดือนฝอยที่มีศักยภาพดีที่สุดจากการทดลองขั้นตอนที่ 1 จำนวน 2 ชนิด

2.ทดสอบศักยภาพในโรงเรือนทดลอง

กรมวิชาการเกษตร

การทดลองที่ 1.12 ศึกษาชนิดและศักยภาพของแตนเบียนเพลี้ยอ่อนในเพลี้ยอ่อนสกุล *Aphis* (Homoptera: Aphididae) ในพื้นที่ปลูกผักภาคกลาง

วิธีการ

1.เก็บตัวอย่างเพลี้ยอ่อนและแตนเบียนเพลี้ยอ่อนในแปลงเกษตรอินทรีย์และแปลงปลูกพืชจากแหล่งปลูกผักภาคกลาง เช่น จังหวัดปทุมธานี กาญจนบุรี ราชบุรี นครปฐม และสุพรรณบุรี โดยศึกษาในพืชผัก4 ตระกูล คือพืชผักตระกูลถั่ว พืชผักตระกูลแตง พืชผักตระกูลกะหล่ำ และพืชผักตระกูลพริก

2.การศึกษาศักยภาพของแตนเบียนเพลี้ยอ่อน

การทดลองที่ 1.13 การคัดเลือกอนุภาคไวรัส เอ็น พี วี ที่มีศักยภาพในการป้องกันกำจัดหนอนใยผัก

วิธีการ

1 คัดเลือกไวรัส NPV ที่มีศักยภาพในเซลล์หนอนใยผักเพาะเลี้ยง

2 ตรวจสอบสายพันธุ์ผลิตภัณฑ์ไวรัสที่ผลิตจากเซลล์เพาะเลี้ยง

3 ทดสอบประสิทธิภาพผลึกไวรัส NPV กับหนอนใยผัก

การทดลองที่ 1.14 การคัดแยกชนิดและทดสอบศักยภาพการก่อโรคในหนูศัตรูพืชของโปรโตซัวสกุล *Eimeria* (Apicomplexa: Coccidia) จากหนูนาใหญ่ (ricefield rat: *Rattus argentiventer* (Robinson andKloss, 1916)) เพื่อผลิตเป็นสารชีวภัณฑ์กำจัดหนู

วิธีการ

1. การเก็บตัวอย่างอย่างหนูนาใหญ่หรือมูลของหนูนาใหญ่ในธรรมชาติ บริเวณที่นาของเกษตรกรที่พบหนูนาใหญ่ตามภูมิภาคต่างๆในประเทศไทย อย่างน้อย 100 ตัวอย่าง
2. การคัดแยกและจำแนกชนิดโปรโตซัวสกุล *Eimeria* โดยวิธีทางสัณฐานวิทยา
3. การทดสอบประสิทธิภาพของเชื้อในการก่อโรคกับหนูทดลอง
4. การจำแนกชนิดโปรโตซัวสกุล *Eimeria* โดยวิธีทางชีวโมเลกุล

การทดลองที่ 1.15 ชนิดและศักยภาพของบั่วตัวห้ำในการควบคุมเพลี้ยแป้ง

วิธีการ

1 สำรวจ รวบรวมบั่วตัวห้ำจากแปลงปลูกพืช

ทำการเก็บรวบรวมบั่วตัวห้ำจากแปลงปลูกพืชที่มีเพลี้ยแป้งลงทำลาย เช่น น้อยหน่า ชบา กระเจี๊ยบเขียว พริก มะเขือเปราะ มะเขือพวง มะเขือเทศ ลั่นทม ทานตะวัน กลับมาเลี้ยงในห้องปฏิบัติการ

2. เลี้ยงขยายเพลี้ยแป้งบนฟักทองเพื่อใช้เป็นเหยื่ออาหารของบั่วตัวห้ำ

3 ศึกษาชีววิทยาของบั่วตัวห้ำ

4 ศึกษาศักยภาพของบั่วตัวห้ำควบคุมเพลี้ยแป้งในห้องปฏิบัติการ

กรมวิชาการเกษตร

การทดลอง1.16 การคัดเลือกสารสกัดจากพืชบางชนิดเพื่อป้องกันกำจัดแมลงหวี่ขาวยาสูบ (*Bemisiatabaci*(Gennadius)) เพลี้ยแป้ง (*Phenacoccus* sp.) และเพลี้ยอ่อนฝ้าย (*Aphis gossypii* Glover)ในพืชผัก

วิธีการ

1.เตรียมตัวอย่างของสารสกัดจากพืช โดยนำส่วนต่าง ๆ ของพืชแต่ละชนิดมาล้างทำความสะอาด ตัดเป็นชิ้นเล็ก ๆ อบให้แห้งด้วยตู้อบลมร้อนที่อุณหภูมิ 40-50 องศาเซลเซียส จากนั้นบดให้ละเอียดและกรองผ่านตะแกรงกรอง นำผงพืชที่ได้มาทำการสกัดหยาบเก็บไว้ที่อุณหภูมิ -4 องศาเซลเซียสไว้ใช้ทดลองต่อไป

2. ศึกษาประสิทธิภาพของสารสกัดหยาบจากพืชในการควบคุมเพลี้ยแป้ง และเพลี้ยอ่อน ในสภาพห้องปฏิบัติการ

การทดลองที่ 1.17 ศึกษาศักยภาพของเชื้อรา *Metarhizium* spp. และ *Beauveria* spp. ในการควบคุมมอดเจาะผลกาแฟพันธ์อะราบิก้า (*Hypothenemus hampei*)

วิธีการ

1. การเก็บตัวอย่างดิน แมลงที่เป็นโรค และแยกเชื้อราโรคแมลง จากแปลงปลูกกาแฟอาราบิก้าของเกษตรกรในจังหวัดเชียงราย เชียงใหม่ น่าน ตาก และเพชรบูรณ์ นำตัวอย่างมาแยกเชื้อราบริสุทธิ์ ตรวจสอบการปนเปื้อนของเชื้อราชนิดอื่นๆอย่างละเอียด ก่อนเก็บเชื้อราไว้เป็น stock culture และจัดจำแนกทางด้านสัณฐานวิทยา (Humber, 2012)

2. การคัดเลือกสายพันธุ์เชื้อราที่มีศักยภาพในการควบคุมมอดเจาะกาแฟอาราบิก้าในสภาพห้องปฏิบัติการ

3. การศึกษาความเข้มข้นที่เหมาะสมในการเกิดโรคของเชื้อราบนมอดเจาะผลกาแฟในสภาพห้องปฏิบัติการ

การทดลองที่ 1.18 ศึกษาชนิดและประเมินศักยภาพแมลงศัตรูธรรมชาติของหนอนใยผัก *Plutella xylostella* L. ในแหล่งปลูกภาคกลาง

วิธีการ

1 ศึกษาชนิดแมลงศัตรูธรรมชาติของหนอนใยผัก

เก็บรวบรวมหนอนใยผัก ดักแด้แตนเบียน และตัวห้ำที่พบทั้งตัวอ่อนและตัวเต็มวัย เช่น ด้วงเต่า แมลงช้าง และมวน เป็นต้น จากแปลงปลูกพืชตระกูลกะหล่ำ นำกลับมาเลี้ยงและศึกษาเพื่อประเมินศักยภาพการควบคุมหนอนใยผักต่อในห้องปฏิบัติการ

2 ประเมินศักยภาพของแมลงศัตรูธรรมชาติในการควบคุมหนอนใยผักในห้องปฏิบัติการ (2563)

2.1 แมลงเบียน ทดสอบศักยภาพการเบียนหนอนใยผักในห้องปฏิบัติการ

2.2 แมลงห้ำ ทดสอบศักยภาพการกินหนอนใยผักของแมลงห้ำแต่ละชนิด

กรมวิชาการเกษตร

การทดลองที่ 1.19 การศึกษาชนิดของแบคทีเรีย Streptomyces ที่มีศักยภาพในการกำจัดหอยศัตรูพืช

วิธีการ

1 เก็บตัวอย่างดินและหอย

2 การคัดแยกเชื้อและทดสอบประสิทธิภาพ

2.1 การคัดแยกเชื้อแบคทีเรีย

เลือกใช้อาหารเลี้ยงเชื้อ 3 ชนิด ได้แก่ Actinomycete isolation agar เป็นอาหารคัดเลือก (selective medium) จุลินทรีย์กลุ่ม *Streptomycete* Glycerol asparagine agar base และPotato dextrose broth เป็นอาหารเพิ่มจำนวน (cultivation medium)(Downes and Ito, 2001; Eaton et al., 2005)

2.2 การทดสอบศักยภาพของเชื้อที่แยกได้

ดำเนินการทดสอบศักยภาพของเชื้อที่แยกได้จากตัวอย่างดินและธรรมชาติโดยนำมาทดสอบนำเชื้อที่มีศักยภาพ คือทำให้หอยตายภายใน 48 ชั่วโมงมาทำการทดสอบประสิทธิภาพต่อไปในข้อ 2.3

2.3 ทดสอบความเข้มข้นของเชื้อที่มีประสิทธิภาพ

3.การระบุชนิดและยืนยันผล

3.1 การศึกษาลักษณะทางสัณฐานวิทยา

3.2 การทดสอบทางชีวเคมี

3.3 วิธีทางอณูชีววิทยา

การทดลองที่ 1.20 การคัดเลือกชนิดและทดสอบศักยภาพของไส้เดือนฝอยในวงศ์ Rhabditidae ในการกำจัดหอยศัตรูพืช

วิธีการ

1 เก็บตัวอย่างดินและหอย วัดความกว้าง (shell height - SH) และความยาวเปลือก (shell width - SW) แบ่งตัวอย่างดินออกเป็น 2 ส่วน ส่วนแรกใช้เลี้ยงหอย และส่วนที่สองจะใช้สำหรับแยกไส้เดือนฝอย

2 การคัดแยกไส้เดือนฝอยและทดสอบประสิทธิภาพเมื่อพบไส้เดือนฝอยหลุดออกมาจากตัวหอยที่ตายแล้ว ให้นำไปเลี้ยงบนอาหารคัดเลือกไส้เดือนฝอย จากนั้นจึงนำไปเลี้ยงบนอาหารเพื่อเพิ่มจำนวนไส้เดือนฝอยต่อไป

2.1 การทดสอบศักยภาพของไส้เดือนฝอยที่แยกได้ต่อหอยศัตรูพืช

นำเชื้อที่มีศักยภาพทำให้หอยตายภายใน 7-21วันมาทำการทดสอบประสิทธิภาพต่อไปในข้อ 2.4

2.2 การทดสอบประสิทธิภาพและเก็บรักษาไส้เดือนฝอย

นำไส้เดือนฝอยที่มีศักยภาพสูงซึ่งทำให้หอยตายภายใน 21 วัน จาก ข้อ 2.1 มาทดสอบประสิทธิภาพ โดยใช้ความเข้มข้น 500 1,000 1,500 และ 2,000 ตัวต่อมิลลิลิตร

3 การระบุชนิดและยืนยันผล ด้วยวิธีการทางชีวโมเลกุล

กรมวิชาการเกษตร

การทดลองที่ 1.21 การคัดเลือกชนิดและศักยภาพของสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินวงศ์ *Oscillatoriaceae* ที่มีประสิทธิภาพในการกำจัดหอยศัตรูพืช

วิธีการ

1 เก็บตัวอย่างสาหร่ายจากธรรมชาติ

1.1 การเก็บตัวอย่างสาหร่ายจากน้ำ

1.2 การเก็บตัวอย่างหอยศัตรูพืช เก็บหอยศัตรูพืชสามชนิดได้แก่ หอยสาริกา หอยซักซีเนีย และหอยเจดีย์เล็ก ทำการบันทึกลักษณะของระบบนิเวศที่พบหอย วัดความกว้าง และความยาวของเปลือก

2 การคัดแยกสาหร่ายและทดสอบประสิทธิภาพ

2.1 การคัดแยกสาหร่าย โดยใช้อาหารเลี้ยงสาหร่าย Blue green algae 11 (BG11) ซึ่งเป็นอาหารคัดเลือก (selective medium) สาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินโดยใช้ทั้งรูปแบบวุ้น (agar)และรูปแบบเหลว (broth) และถือเป็นอาหารเพิ่มจำนวน (cultivation medium) (Ferris and Hirsch, 1991)

2.2 การทดสอบศักยภาพของสาหร่ายที่แยกได้ ต่อหอยศัตรูพืชทั้งสามชนิด นำสาหร่ายที่มีศักยภาพทำให้หอยตายภายใน 48 ชั่วโมงมาทำการทดสอบประสิทธิภาพต่อไปในข้อ 2.3

2.3 การทดสอบประสิทธิภาพและเก็บรักษาเชื้อนำตัวอย่างสาหร่ายที่มีศักยภาพสูงในข้อ 2.2 ทุกไอโซเลทมาทำการทดสอบประสิทธิภาพในการควบคุมหอย โดยใช้ความเข้มข้น 25 50 และ 100 เปอร์เซ็นต์ สังเกตและนับจำนวนหอยที่ตาย

3 การระบุชนิดและยืนยันผล ศึกษาลักษณะทางสัณฐานวิทยา และวิธีทางอณูชีววิทยา

กรมวิชาการเกษตร

ผลการวิจัย

กิจกรรมที่ 1 สำรวจและศึกษาศักยภาพของชีวินทรีย์ในการควบคุมแมลงไรและสัตว์ศัตรูพืช

การทดลองที่ 1.1 สำรวจและประเมินประสิทธิภาพแมลงศัตรูธรรมชาติของเพลี้ยแป้ง*Phenacoccus solenopsis* Tinsley

ผลการทดลอง

เก็บรวบรวมเพลี้ยแป้ง *P. solenopsis* และแมลงศัตรูธรรมชาติบนพืชอาหารชนิดต่าง ๆ ในสภาพแวดล้อมที่แตกต่างกัน เช่น แปลงปลูกกระเจี๊ยบเขียว และต้นชบาจากแหล่งจำหน่าย ตามบ้านเรือนและพื้นที่สาธารณะ วัชพืชชนิดต่าง ๆ บริเวณแปลงปลูกและในสภาพธรรมชาติ จากนั้นนำมาศึกษาในห้องปฏิบัติการ ผลการทดลองพบว่า

1) ศึกษาชนิดแมลงศัตรูธรรมชาติของเพลี้ยแป้ง *P. solenopsis*)

<u>ชนิดของแมลงศัตรูธรรมชาติ</u> จากการเก็บรวบรวมเพลี้ยแป้ง *P. solenopsis* และศัตรูธรรมชาติและนำมาตรวจสอบจำแนกชนิดในห้องปฏิบัติการ ผลการศึกษาพบศัตรูธรรมชาติ ดังนี้

- *แมลงเบียน* พบแตนเบียนออกมาจากเพลี้ยแป้ง *P. solenopsis* ได้แก่ แตนเบียน *Aenasius arizonensis* (Girault) ซึ่งจัดเป็นแมลงศัตรูธรรมชาติที่พบมากที่สุด

- *แมลงห้ำ* พบตัวห้ำ ได้แก่ ด้วงเต่าลายหยัก *Menochilus sexmaculatus* (Fabricius) ด้วงเต่าลายขวาง *Coccinella transversalis* Fabricius ด้วงเต่าลายนีฟัส *Nephus ryuguus* (H. Kamiya) ด้วงเต่าสีส้ม *Micrapis discolor* (Fabricius) มวนตาโต *Geocoris* และแมลงช้างปีกใส ซึ่งด้วงเต่าลายหยักเป็นตัวห้ำของเพลี้ยแป้ง *P. solenopsis* ที่พบได้มากที่สุดในสภาพแปลง

<u>ชนิดของพืชอาหาร</u> จากการเก็บรวบรวมเพลี้ยแป้ง *P. solenopsis* พบบนพืชอาหาร ดังนี้

- พืชผัก ได้แก่ กระเจี๊ยบเขียว
- ไม้ดอกไม้ประดับ ได้แก่ ชบา
- วัชพืช ได้แก่ โทงเทง

2) ประเมินศักยภาพของแมลงศัตรูธรรมชาติในการควบคุมเพลี้ยแป้ง *P. solenopsis* ในห้องปฏิบัติการ

ได้ทำการประเมินศักยภาพการควบคุมเพลี้ยแป้ง *P. solenopsis* ของแมลงเบียน *Aenasius arizonensis* (Girault) ในห้องปฏิบัติการ (อุณหภูมิ 27±2 องศาเซลเซียล) ทำการทดลองกับแตนเบียนจำนวน 3 คู่ วิธีการดังนี้

1. ใส่เพลี้ยแป้ง จำนวน 10 ตัว พร้อมพืชอาหารและใส่แมลงเบียน *A. arizonensis* (Girault) จำนวน 1 คู่ ในหลอดทดลองขนาด 25x150 มิลลิเมตร และเฝ้าสังเกตพฤติกรรมของแตนเบียน

กรมวิทยาศาสตร์

2. หลังจาก 24 ชั่วโมง นำเพลี้ยแป้งออกแล้วนำไปเลี้ยงในหลอดใหม่ แล้วใส่เพลี้ยแป้งเข้าไปใหม่ 10 ตัว ทำเช่นนี้ทุกวันจนกว่าแตนเบียนจะตาย โดยตรวจนับจำนวนเพลี้ยแป้งที่ถูกเบียน จำนวนแตนเบียนและวันที่พบแตนเบียนเจาะออกมา และจำแนกเพศแตนเบียน

จากการทดสอบศักยภาพแตนเบียน *A. arizonensis* (Girault) ในการควบคุมเพลี้ยแป้ง*P. solenopsis* ในห้องปฏิบัติการ (อุณหภูมิ 27±2 องศาเซลเซียล) ทำการทดลองกับแตนเบียน *A. arizonensis* จำนวน 3 คู่ มีอัตราการเบียน 42.31-62.69เปอร์เซ็นต์ และอัตราการออกเป็นตัวเต็มวัย 65.66-66.33 เปอร์เซ็นต์ ระยะมัมมี่ มีระยะเวลา 12.81-12.96 วัน ตัวเต็มวัยมีอายุ 14.65-15.04 วัน อัตราส่วนเพศผู้ต่อเพศเมีย เท่ากับ 1:1.24

ตารางที่ 1.1.1 ประเมินศักยภาพของแมลงศัตรูธรรมชาติในการควบคุมเพลี้ยแป้ง *P. solenopsis* ในห้องปฏิบัติการ

	มัมมี่แตนเบียน			ตัวเต็มวัยแตนเบียน				
	จำนวน (ตัว)	ระยะมัมมี่ (วัน)	% การเบียน	เพศผู้ (ตัว)	เพศเมีย (ตัว)	ระยะตัวเต็มวัย (วัน)	% การออกเป็นตัวเต็มวัย	อัตราส่วนเพศ
แตนคู่ที่ 1	6.27	12.85	62.69	2.08	2.08	14.65	66.33	1:1
แตนคู่ที่ 2	4.23	12.96	42.31	1.12	1.54	14.92	65.66	1:1.37
แตนคู่ที่ 3	5.08	12.81	50.77	1.38	1.88	15.04	66.17	1:1.36
ค่าเฉลี่ย	**5.19**	**12.87**	**51.92**	**1.53**	**1.83**	**14.87**	**66.05**	**1:1.24**

3) ทดสอบศักยภาพของแตนเบียน *A. arizonensis* ในการควบคุมเพลี้ยแป้ง *P. solenopsis* ในสภาพเรือนทดลอง

ได้ทำการทดสอบศักยภาพของแตนเบียน *A. arizonensis* ในการควบคุมเพลี้ยแป้ง *P. solenopsis* ในสภาพเรือนทดลอง โดยการนำต้นชบาที่เพาะเลี้ยงเพลี้ยแป้ง *P. solenopsis* เตรียมไว้ ใส่ในกรงทดสอบ ขนาด 55x55x75 เซนติเมตร กรงละ 1 ต้น ซ้ำละ 1 กรง ปล่อยตัวเต็มวัยแตนเบียน *A. arizonensis* กรงละ 5 คู่ ในกรรมวิธีที่ 1 และตรวจนับเพลี้ยแป้งทั้งระยะตัวอ่อนและตัวเต็มวัย ก่อนปล่อยตัวเต็มวัยแตนเบียน *A. arizonensis* และหลังจากปล่อยแตนเบียนแล้ว 3 7 และ14 วัน ตรวจนับเพลี้ยแป้งบริเวณกิ่ง ข้อ และใบจากยอดลงมา ประมาณ 10 นิ้ว รวมทั้งตรวจนับเพลี้ยแป้งที่กลายเป็นมัมมี่ บันทึกข้อมูล จำนวนเพลี้ยแป้ง จำนวนเพลี้ยแป้งที่กลายเป็นมัมมี่

จากการทดสอบศักยภาพแตนเบียนในสภาพโรงเรือนทดลอง จำนวน 10 กรง พบว่าวันที่ 3 7 และ 14 มีอัตราการเบียน 11.72 44.46 และ 55.62เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และ เปอร์เซ็นต์การออกเป็นตัวเต็มวัยเฉลี่ย 30.55เปอร์เซ็นต์

กรมวิชาการเกษตร

ตารางที่ 1.1.2 ทดสอบศักยภาพของแตนเบียน *A. arizonensis* ในการควบคุมเพลี้ยแป้ง *P. solenopsis* ในสภาพเรือนทดลอง

จำนวนกรง	%การเบียน			% การออกเป็นตัวเต็มวัย
	วันที่ 3 (%)	วันที่ 7 (%)	วันที่ 14 (%)	
กรงที่ 1	13.46	40.74	50.79	25.59
กรงที่ 2	6.38	34.09	76.00	14.47
กรงที่ 3	11.86	43.10	51.67	30.97
กรงที่ 4	11.29	40.91	52.78	34.11
กรงที่ 5	8.51	37.25	46.55	30.07
กรงที่ 6	15.09	45.45	53.45	29.94
กรงที่ 7	10.42	45.65	51.85	32.79
กรงที่ 8	18.03	56.90	63.16	36.42
กรงที่ 9	13.79	58.18	65.08	39.95
กรงที่ 10	8.33	42.31	44.83	31.23
เฉลี่ย %	11.72	44.46	55.62	30.55

กรมวิชาการเกษตร

การทดลองที่ 1.2 ศึกษาชีววิทยาและศักยภาพของแมลงช้างปีกใส *Chrysoperla* spp.)

ผลการทดลอง

ศึกษาศักยภาพในการกินไข่ผีเสื้อข้าวสาร ของแมลงช้างปีกใส 3 ชนิด *C. sinica* *C. carnea* และ *C. rufirabris* ตลอดระยะตัวอ่อน ตัวอ่อน 1 ตัว สามารถกินไข่ผีเสื้อข้าวสารได้ 750-1065 850-1344 และ 852-1055 ฟอง ตามลำดับ และระยะวงจรชีวิตของแมลงช้างปีกใส 3 ชนิด ที่อุณหภูมิ 25 -27 องศาเซลเซียส

ตารางที่ 1.2.1 วงจรชีวิตและศักยภาพในการกินไข่ผีเสื้อข้าวสารของแมลงช้างปีกใส *C. sinica* *C. carnea* และ *C. rufirabris*

ชนิด	ระยะการเจริญเติบโต (วัน)				อัตราการกินไข่ผีเสื้อข้าวสาร (ฟอง) /ตัวอ่อน 1 ตัว
	ไข่	ตัวอ่อน	ดักแด้	ตัวเต็มวัย	
C. sinica	3-5	10-11	8-10	17-30	907.5±157.5
C. carnea	4-6	11-13	13-14	18-25	1,097±247.0
C. rufirabris	5-6	12-15	9-11	21-28	953±101.5

การทดลองที่ 1.3 การศึกษาชนิด ชีววิทยาและศักยภาพการห้ำของมวนตาโตชนิดต่างๆ

ผลการทดลอง

การศึกษาวงจรชีวิตของมวนตาโตพบว่าตัวเต็มวัยเพศผู้มีสีของส่วนหัวเป็นสีเหลืองอ่อน ส่วนเพศเมียมีสีส้มเข้มกว่าเพศผู้ และมีขนาดลำตัวใหญ่กว่าเพศผู้เล็กน้อย ตัวเต็มวัยเพศเมียวางไข่บริเวณยอดอ่อนของต้นพืชที่ใช้ในการเพาะเลี้ยง ระยะไข่ประมาณ 7 วัน เมื่อฟักออกจากไข่ จะพัฒนาเป็นตัวอ่อนจำนวน 5 วัย ใช้เวลาในการเจริญเติบโตประมาณ 28.16 วัน และตัวเต็มวัยมีอายุเฉลี่ย 28.41 วัน

ตารางที่ 1.3.1 วงจรชีวิตของมวนตาโต *Geocaris ochropterus* Fieber

ระยะการเจริญเติบโตของมวนตาโต	**อายุเฉลี่ย (วัน)**
ไข่	7
ตัวอ่อนวัย 1	6.12
ตัวอ่อนวัย 2	4.49
ตัวอ่อนวัย 3	4.48
ตัวอ่อนวัย 4	5.25
ตัวอ่อนวัย 5	7.72
ตัวเต็มวัย	28.41

กรมวิชาการเกษตร

ไข่ ตัวอ่อน ตัวเต็มวัย

ภาพที่ 1.3.1 มวนตาโตระยะไข่ ตัวอ่อน และตัวเต็มวัย

มวนตาโตวัยต่างๆ สามารถกินไข่ผีเสื้อข้าวสารและเจริญเติบโตได้จนครบวงจรชีวิต โดยเฉพาะตัวเต็มวัยสามารถกินไข่ผีเสื้อข้าวสารได้สูงสุดวันละ 180 ฟองต่อตัว โดยตัวอ่อนมวนตาโตสามารถกินไข่ผีเสื้อข้าวสารได้มากขึ้นเมื่อมีอายุมากขึ้น แต่เมื่อใกล้ลอกคราบในแต่ละวัยจะมีอัตราการกินไข่ผีเสื้อข้าวสารลดลง

ประสิทธิภาพการกินเพลี้ยไฟพริกในห้องปฏิบัติการ โดยเก็บเพลี้ยไฟจากแปลงของเกษตรกร เนื่องจากไม่สามารถเพาะเลี้ยงในโรงเรือนได้ พบว่ามวนตาโตสามารถกินเพลี้ยไฟพริกได้เป็นอย่างดี นอกจากนี้ยังสามารถกินไข่และแมลงขนาดเล็กได้หลายชนิด เช่น ไรแดงหม่อน ไข่แมลงหางหนีบ

การทดลองที่ 1.4 สำรวจ คัดเลือก และศึกษาประสิทธิภาพของด้วงเต่าตัวห้ำในแปลงผัก

ผลการทดลอง

เพาะเลี้ยงเพิ่มปริมาณด้วงเต่าตัวห้ำในห้องปฏิบัติการโดยให้ไรแดงหม่อน และน้ำผึ้งเป็นอาหาร โดยไรแดงหม่อนมีอายุประมาณ 1 สัปดาห์ ต้องเพาะเลี้ยงเพิ่มปริมาณในปริมาณมากเนื่องจากด้วงเต่าสีส้ม 1 ตัว สามารถกินไรแดงหม่อนเป็นอาหารได้มากกว่า 200 ตัวต่อวัน และด้วงเต่ามีวงจรชีวิตยาวนานประมาณ 3 เดือน โดยระยะไข่ 2-3 วัน ตัวอ่อนมีลำตัวสีดำ มีแต้มสีต่างๆ แตกต่างกันตามชนิดของด้วงเต่า ตัวอ่อนด้วงเต่าแต่ละวัยมีลักษณะคล้ายคลึงกันแต่มีขนาดแตกต่างกัน ระยะดักแด้ประมาณ 7-9 วัน ตัวเต็มวัยมีสีสันและลวดลายแตกต่างกันตามชนิดของด้วงเต่า

การทดสอบประสิทธิภาพในการกินไข่ผีเสื้อข้าวสารของด้วงเต่าสีส้ม โดยให้ไข่ผีเสื้อข้าวสารจำนวน 200 ฟอง ต่อด้วงเต่าตัวห้ำ จำนวน 1 ตัว ตั้งแต่วัย 1 ถึงระยะตัวเต็มวัย ตรวจนับจำนวนไข่ผีเสื้อข้าวสารที่ถูกกินทุก 24 ชั่วโมง พบว่าด้วงเต่าสีส้มสามารถกินไข่ผีเสื้อข้าวสารได้มากกว่า 150 ฟองต่อวัน

กรมวิชาการเกษตร

ไข่

ตัวอ่อนวัย 1

ดักแด้

ตัวเต็มวัยด้วงเต่าลายหยัก

ภาพที่ 1.4.1 ด้วงเต่าลายหยักระยะไข่ ตัวอ่อน ดักแด้ และตัวเต็มวัย

การทดลองที่ 1.5 ศักยภาพของราสาเหตุโรคแมลงบางชนิดในการควบคุมเพลี้ยอ่อนดำ Aphis craccivora (Koch)

ผลการทดลอง

จากผลการทดสอบประสิทธิภาพเชื้อราสาเหตุโรคแมลงในห้องปฏิบัติการ ได้เลือกไอโซเลท M8, M9, M1 และ B4 เพื่อใช้ทำการศึกษาต่อ (ตารางที่ 1.5.1)

การทดสอบในสภาพกึ่งโรงเรือนทดลองมีการปรับวิธีการทดลอง โดยจากเดิมจะปลูกถั่วฝักยาวลงกระถางจำนวน 40 กระถาง ใช้กรรมวิธีละ 4 ซ้ำ (ซ้ำละ 2 กระถาง) จากนั้นจะทำการระบาดเทียม โดยเก็บเพลี้ยอ่อนดำ *Aphis craccivora* (Koch) ในธรรมชาติ มาปล่อยบนต้นถั่วฝักยาวที่เลี้ยงขยายไว้ในเรือนทดลอง รอจนกว่าเพลี้ยอ่อนจะสถาปนาตัวเองได้ จึงจะเริ่มทำการทดสอบประสิทธิภาพเชื้อราที่เลือกไว้ แต่เนื่องจากทำการทดสอบในช่วงฤดูฝน จึงไม่สามารถทำการระบาดเทียมได้ ดังนั้นจึงต้องเปลี่ยนวิธีการทดสอบโดยทำในสภาพแปลงปลูกจริงที่มีเพลี้ยอ่อนดำระบาด สำรวจหาเพลี้ยอ่อนดำในแปลงผักอินทรีย์ในเขต อ.ไทรโยค เมื่อพบการระบาดของเพลี้ยอ่อนดำในธรรมชาติ จึงทำการศึกษาประสิทธิภาพโดยทำการทดสอบประสิทธิภาพเชื้อราในช่วงเวลาเย็น นำสารแขวนลอยโคนิเดียเชื้อราไอโซเลทต่างๆ ที่เตรียมไว้คือ M1, M8, M9, และ B4 พ่นเพลี้ยอ่อนดำที่พบบนต้นถั่ว ติดป้ายตามแต่ละกรรมวิธี ทิ้งไว้ข้ามคืน รุ่งขึ้นตัดส่วนของพืชที่พ่นเชื้อราลงบนเพลี้ยอ่อนดำ ใส่กล่องพลาสติกใส และเก็บใส่กล่องเก็บความเย็น นำกลับมาเช็คการเป็นโรคภายใต้กล้องจุลทรรศน์และจดบันทึกผลทุกวัน

กรมวิชาการเกษตร

ทำการทดสอบทั้งหมดจำนวน 6 ครั้ง (ตารางที่ 1.2.2) ในแปลงผักอินทรีย์ เขต จ.กาญจนบุรี ระหว่างเดือน เมษายน – สิงหาคม 2560 ดังนี้

ครั้งที่ 1 ผลการทดสอบพบว่า เชื้อเมตาไรเซียมไอโซเลท M8 ทำให้เพลี้ยอ่อนติดเชื้อได้ 96.25เปอร์เซ็นต์ รองลงมาคือ B4 ทำให้เพลี้ยอ่อนติดเชื้อได้ 72.50เปอร์เซ็นต์ ส่วนไอโซเลท M1 และ M9 ทำให้เพลี้ยอ่อนติดเชื้อได้ใกล้เคียงกันที่ 66.25 และ 65เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

ครั้งที่ 2 ผลการทดสอบพบว่า เชื้อเมตาไรเซียมไอโซเลท M8 ทำให้เพลี้ยอ่อนติดเชื้อได้ 79.375เปอร์เซ็นต์ รองลงมาคือ B4 ทำให้เพลี้ยอ่อนติดเชื้อได้ 74เปอร์เซ็นต์ ส่วนไอโซเลท M1 และ M9 ทำให้เพลี้ยอ่อนติดเชื้อได้ใกล้เคียงกันที่ 64.375เปอร์เซ็นต์ และ 56.875เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

ครั้งที่ 3 ผลการทดสอบพบว่า เชื้อเมตาไรเซียมไอโซเลท M8 ทำให้เพลี้ยอ่อนติดเชื้อได้ 86.875เปอร์เซ็นต์ รองลงมาคือ B4 ทำให้เพลี้ยอ่อนติดเชื้อได้ 71.250 เปอร์เซ็นต์ ส่วนไอโซเลท M1 และ M9 ทำให้เพลี้ยอ่อนติดเชื้อได้ใกล้เคียงกันที่ 69.375เปอร์เซ็นต์ และ 61.250 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

ครั้งที่ 4 ผลการทดสอบพบว่า เชื้อเมตาไรเซียมไอโซเลท M8 ทำให้เพลี้ยอ่อนติดเชื้อได้ 85.625 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาคือ M1 ทำให้เพลี้ยอ่อนติดเชื้อได้ 72.500 เปอร์เซ็นต์ ส่วนไอโซเลท B4 และ M9 ทำให้เพลี้ยอ่อนติดเชื้อได้ใกล้เคียงกันที่ 51.875เปอร์เซ็นต์ และ 48.125เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

ครั้งที่ 5 ผลการทดสอบพบว่า เชื้อเมตาไรเซียมไอโซเลท M8 ทำให้เพลี้ยอ่อนติดเชื้อได้ 86.250เปอร์เซ็นต์ รองลงมาคือ M1 ทำให้เพลี้ยอ่อนติดเชื้อได้ 76.875เปอร์เซ็นต์ ส่วนไอโซเลท B4 และ M9 ทำให้เพลี้ยอ่อนติดเชื้อได้ใกล้เคียงกันที่ 73.750เปอร์เซ็นต์ และ 72.500เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

ครั้งที่ 6 ผลการทดสอบพบว่า เชื้อเมตาไรเซียมไอโซเลท M8 ทำให้เพลี้ยอ่อนติดเชื้อได้ 86.250เปอร์เซ็นต์ รองลงมาคือ B4 ทำให้เพลี้ยอ่อนติดเชื้อได้ 78.750เปอร์เซ็นต์ ส่วนไอโซเลท M1 และ M9 ทำให้เพลี้ยอ่อนติดเชื้อได้ใกล้เคียงกันที่ 53.750เปอร์เซ็นต์ และ 41.875เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

จากการนำผลการทดสอบประสิทธิภาพเชื้อราโรคแมลงทั้ง 4 ไอโซเลท ในเวลาที่ต่างกัน 6 ครั้ง มาหาค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์การตายของเพลี้ยอ่อนดำ (*Aphis craccivora*) พบว่า เชื้อเมตาไรเซียมไอโซเลท M8 ทำให้เพลี้ยอ่อนติดเชื้อได้ดีที่สุดที่ 86.771เปอร์เซ็นต์ รองลงมาคือ B4 และ M1 ทำให้เพลี้ยอ่อนติดเชื้อ 70.354เปอร์เซ็นต์ และ 67.188 ส่วนไอโซเลท M9 ทำให้เพลี้ยอ่อนติดเชื้อได้น้อยที่สุดที่ 57.604 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (ตารางที่ 1.5.3)

สรุปผลการทดสอบประสิทธิภาพเชื้อราโรคแมลงในการควบคุมเพลี้ยอ่อนดำ (*Aphis craccivora*) ทั้งในห้องปฏิบัติการและในแปลงผักอินทรีย์ เขต จ.กาญจนบุรี พบว่า เชื้อเมตาไรเซียมไอโซเลท M8 และ B4 มีความน่าสนใจในการเผยแพร่ต่อเกษตรกร เนื่องจากมีประสิทธิภาพดีทั้งในห้องปฏิบัติการ และในแปลงปลูก โดยทำให้เพลี้ยอ่อนดำติดเชื้อในแปลงปลูกได้ดีที่ 86.77เปอร์เซ็นต์ และ 70.35เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ส่วนไอโซเลท M1 และ M9 ยังไม่เหมาะสมในการเผยแพร่ต่อเกษตรกร เพราะถึงแม้จะมีประสิทธิภาพดีในห้องปฏิบัติการ แต่เมื่อทดสอบในแปลงปลูกพบว่ามีประสิทธิภาพต่ำกว่า ซึ่งจะได้ใช้ทดสอบกับแมลงศัตรูพืชชนิดอื่นๆต่อไป

ศูนย์วิทยทรัพยากร

ตารางที่ 1.5.1 การทดสอบประสิทธิภาพเชื้อราโรคแมลง 9 ไอโซเลท ในการควบคุมเพลี้ยอ่อนดำ (*Aphis craccivora*) ในห้องปฏิบัติการ ระหว่างเดือน ตุลาคม 2559 – มีนาคม 2560

เชื้อราโรคแมลง	จำนวนเพลี้ยอ่อนดำ (*Aphis craccivora*) (ตัว)	เปอร์เซ็นต์การตายของเพลี้ยอ่อนดำ (*Aphis craccivora*) [1/] หลังทดสอบ		
		การทดสอบ ครั้งที่ 1	การทดสอบ ครั้งที่ 2	การทดสอบ ครั้งที่ 3
Beauveria sp. (B4)	80	82.50 ab[2/]	77.50 a	68.75 bc
Isaria javanica	80	71.25 bc	57.50 b	52.50 cd
Metarhizium sp. (M1)	80	81.25 ab	81.25 a	88.75 a
Metarhizium sp. (M4)	80	66.25 c	36.25 c	30.00 e
Metarhizium sp. (M5)	80	61.25 c	38.75 bc	36.25 de
Metarhizium sp. (M6)	80	65.00 c	31.25 c	38.75 de
Metarhizium sp. (M7)	80	65.00 c	33.75 c	33.75 de
Metarhizium sp. (M8)	80	95.00 a	95.00 a	90.00 a
Metarhizium sp. (M9)	80	87.50 a	81.25 a	80.00 ab
Control (distilled water)	80	0.00 d	0.00 d	0.00 f
CV (%)	-	13.0%	25.3%	24.7%

1/ Average of 4 replications, 20 adults/ replication

2/ In column, means followed by the same letter were not significantly different at the 95% level by DMRT.

กรมวิชาการเกษตร

ตารางที่ 1.5.2 การทดสอบประสิทธิภาพเชื้อราโรคแมลงที่คัดเลือกจากห้องปฏิบัติการในการควบคุมเพลี้ยอ่อนดำ (*Aphis craccivora*) ในแปลงผักอินทรีย์ เขต จ.กาญจนบุรี ระหว่างเดือน เมษายน – สิงหาคม 2560

เชื้อราโรคแมลง	จำนวนเพลี้ยอ่อนดำ (ตัว)	เปอร์เซ็นต์การตายของเพลี้ยอ่อนดำ[1/] หลังทดสอบ					
		ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 4	ครั้งที่ 5	ครั้งที่ 6
B4	160	72.500	74.000	71.250	51.875	73.750	78.750
M1	160	66.250	64.375	69.375	72.500	76.875	53.750
M8	160	96.250	79.375	86.875	85.625	86.250	86.250
M9	160	65.000	56.875	61.250	48.125	72.500	41.875
Control	160	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

[1/] Average of 8 replications, 20 adults/ replication

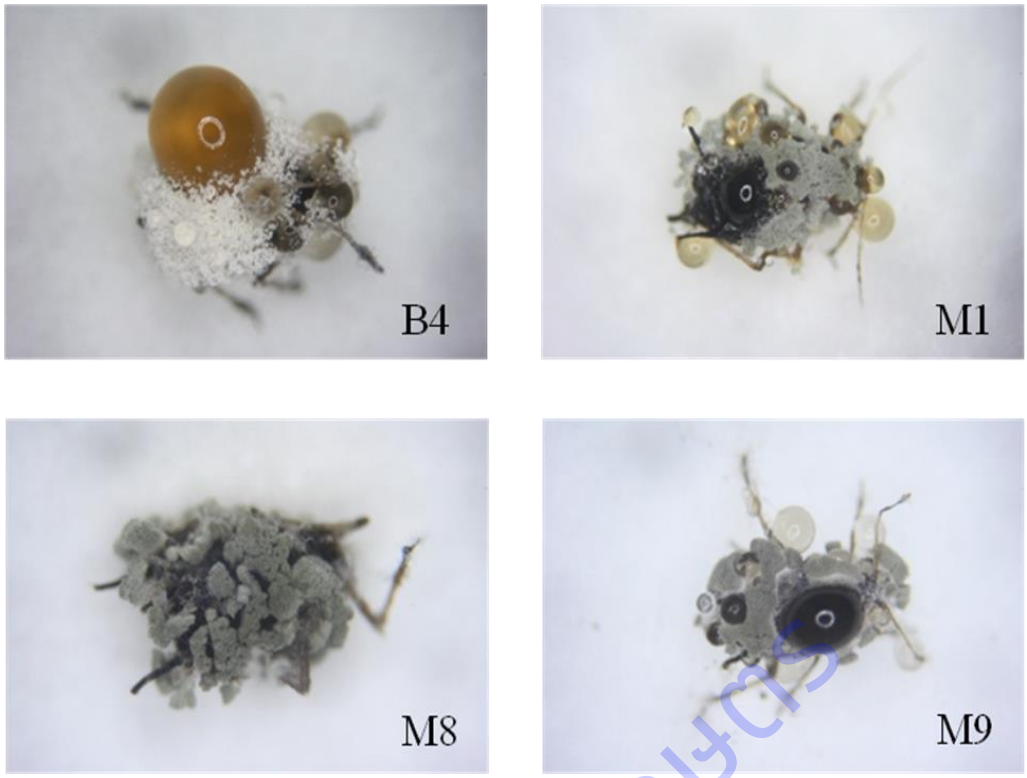
ตารางที่ 1.5.3 ค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์การตายของเพลี้ยอ่อนดำ (*Aphis craccivora*) ในการทดสอบประสิทธิภาพเชื้อราโรคแมลง 4 ไอโซเลท ในเวลาที่ต่างกัน 6 ครั้ง ในแปลงผักอินทรีย์ เขต จ. กาญจนบุรี ระหว่างเดือน เมษายน – สิงหาคม 2560

เชื้อราโรคแมลง	จำนวนเพลี้ยอ่อนดำ (ตัว)	ค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์การตายของเพลี้ยอ่อนดำ (*Aphis craccivora*) หลังการทดสอบ[1/]
B4	160	70.354 b[2/]
M1	160	67.188 b
M8	160	86.771 a
M9	160	57.604 c
Control	160	0.000 d
CV (%)		13.1%

[1/] Average of 8 replications, 20 adults/ replication

[2/] In column, means followed by a common letter are not significantly different at the 5% level by DMRT.

กรมวิชาการเกษตร



ภาพที่ 1.5.1 เพลี้ยอ่อนดำติดเชื้อราโรคแมลงไอโซเลทต่างๆ ที่ทดสอบในห้องปฏิบัติการ

การทดลองที่ 1.6 สำรวจและศึกษาศักยภาพหอยน้ำสกุล *Clea*ในการเป็นตัวห้ำหอยน้ำศัตรูพืช

ผลการทดลอง

จากการสำรวจหอยน้ำสกุล *Clea* ในประเทศไทย พบ 2 ชนิด ได้แก่ *Clea helena* (Philippi, 1847) และ *Clea wykoffi* (Brandt, 1974) นำมาเลี้ยงในห้องปฏิบัติการเพื่อศึกษาพฤติกรรมการกินอาหาร จากนั้นได้สำรวจและเก็บตัวอย่างหอยน้ำศัตรูพืชจำนวน 3 ชนิด ได้แก่ *Radix* sp. *Indoplanorbis* sp. และ *Physella* sp. นำมาเลี้ยงไว้ที่ห้องปฏิบัติการกลุ่มงานสัตววิทยาวิทยาการเกษตร เพื่อนำมาศึกษาพฤติกรรมการกินอาหารของหอยน้ำสกุล *Clea*

จากการเพาะเลี้ยงหอยน้ำ *Clea helena* (Philippi, 1847) และ *Clea wykoffi* (Brandt, 1974) พบว่าหอยน้ำ *Clea wykoffi* (Brandt, 1974) ซึ่งเก็บตัวอย่างได้จำนวนน้อย และไม่สามารถเพาะเลี้ยงในห้องปฏิบัติการได้ จึงนำเพียงหอยน้ำ *Clea helena* (Philippi, 1847) เพื่อศึกษาพฤติกรรมการกินอาหาร พบว่ามีอัตราการกินหอยน้ำศัตรูพืช *Physella* sp., *Indoplanorbis* sp.และ *Radix* sp. เฉลี่ย 17±6.46, 8.50±2.6 และ 2.6±1.95 ตัว/สัปดาห์ ตามลำดับ (ภาพที่ 1.6.1)

จากการศึกษาพฤติกรรมการล่าและการกินเหยื่ออาหารของ *Clea helena* พบว่าหอย *Clea helena* เวลาออกล่าเหยื่อเป็นอาหารจะชูงวงขนาดใหญ่ (1st proboscis) ซึ่งยื่นออกมาจากปากเปิดเปลือกในการค้นหาหอยน้ำที่เป็นอาหาร เมื่อพบเหยื่ออาหารจะใช้แผ่นเท้า (foot) คืบคลานและคลุมบนเปลือกของเหยื่อ จากนั้นจะใช้งวงอันที่ 2 (2nd proboscis) ซึ่งเป็นอวัยวะในช่องปากยื่นเข้าไปในเปลือกเหยื่อและดูดกินเนื้อเยื่อภายในเปลือก (ภาพที่ 1.6.2, 1.6.3)

กรมวิชาการเกษตร

(1)

(2)

ภาพที่ 1.6.1 พฤติกรรมการกินหอยศัตรูพืช (1) *Physella* sp. และ (2) *Indoplanorbis* sp.

(1)

(2)

(3)

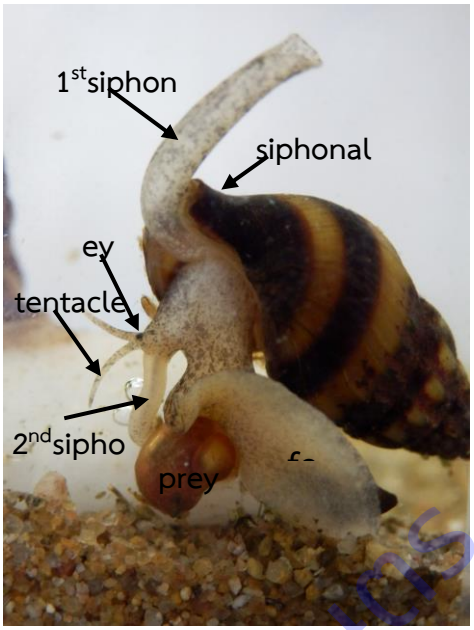
ภาพที่ 1.6.2 พฤติกรรมการล่าเหยื่อของหอยน้ำตัวห้ำ *Clea helena*

(1) ชูงวง (proboscis) เพื่อหาเหยื่อ

(2) เมื่อพบเหยื่อจะใช้แผ่นเท้า (foot) โอบตัวเหยื่อ

(3) ใช้งวงอันที่ 2 (2nd proboscis) ดูดกินเนื้อเยื่อภายใน

กรมวิชาการเกษตร



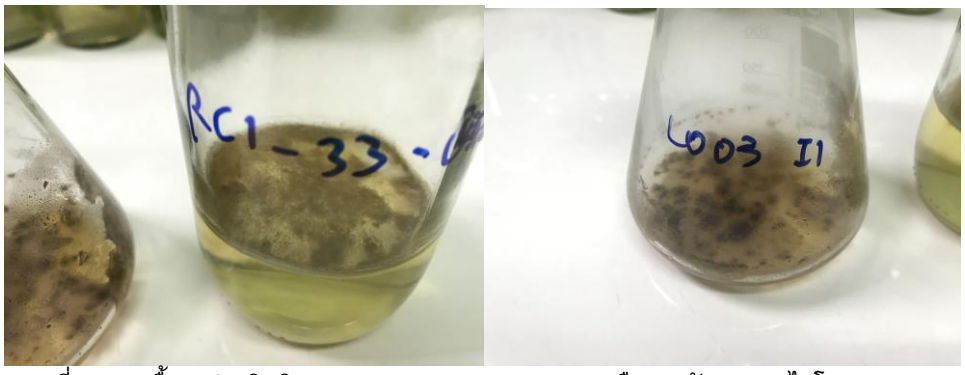
ภาพที่ 1.6.3 พฤติกรรมการล่าเหยื่อของหอยน้ำตัวห้ำ *Clea helena*

การทดลองที่ 1.7 การสำรวจและคัดเลือกเชื้อราสกุล *Aspergillus* ที่มีประสิทธิภาพในการกำจัดหอยศัตรูพืช

ผลการทดลอง

เก็บตัวอย่างดิน จากจังหวัดตาก 2 ตัวอย่าง กาญจนบุรี 2 ตัวอย่าง เชียงใหม่ 5 ตัวอย่าง เชียงราย 1 ตัวอย่าง สุพรรณบุรี 1 ตัวอย่าง เลย 1 ตัวอย่าง ราชบุรี 1ตัวอย่าง และฉะเชิงเทรา 1ตัวอย่าง เก็บตัวอย่างหอยเพื่อเตรียมทำการทดสอบ ทั้งแยกเชื้อราได้จากตัวอย่างดินจังหวัดต่างๆ ทำการกระตุ้นเชื้อราที่เก็บรักษา และทำการถ่ายเชื้อลงอาหารเหลว 29 ไอโซเลต และทำการทดสอบประสิทธิภาพของเชื้อราในการฆ่าหอยในห้องปฏิบัติการ (ภาพที่ 2) พบเชื้อราที่มีประสิทธิภาพสูงในการฆ่าหอย (% mortality มากกว่าหรือเท่ากับ 90เปอร์เซ็นต์) จำนวน 2 ไอโซเลต(คิดเป็น 6.9เปอร์เซ็นต์ ของจำนวนไอโซเลตทั้งหมดที่แยกได้)ได้แก่ LO03 I1 และ RC1-33-UN02 (ภาพที่ 1) เชื้อราที่มีประสิทธิภาพปานกลางในการฆ่าหอย (% mortality ตั้งแต่ 50เปอร์เซ็นต์ ถึง 89เปอร์เซ็นต์)จำนวน 5 ไอโซเลต (คิดเป็น 17.2เปอร์เซ็นต์ ของจำนวนไอโซเลตทั้งหมดที่แยกได้) ได้แก่ CH1-72-AS05 CR1-61-AS01 UNK01-Air CH1-62 และ CR1-61-AS02 ทั้งนี้ได้ทำการเก็บรักษาเชื้อที่มีประสิทธิภาพทั้งหมดลงในกลีเซอรอลและอาหารเลี้ยงเชื้อ เพื่อใช้ผลิตขยายต่อไป

ศูนย์วิทยทรัพยากร



ภาพที่ 1.7.1 เชื้อราประสิทธิภาพสูง (% mortality มากกว่าหรือเท่ากับ 90%) ไอโซเลต RC1-33-UN02 (ซ้าย) และ LO03-I1 (ขวา)

การทดลองที่ 1.8 การคัดแยกและศึกษาศักยภาพการก่อโรคในหนูศัตรูพืชของโปรโตซัวสกุล Isospora (Apicomplexa: Eimeriidae) จากหนูศัตรูพืชสกุล Rattus และ Mus ที่พบในประเทศไทย

ผลการทดลอง

สามารถคัดแยกเชื้อจากหนูที่ดักได้และทราบศักยภาพการก่อโรคในหนูทดลองของเชื้อจากตัวอย่างหนูที่ดักได้ จำนวน 60 ไอโซเลท จากหนูศัตรูพืชทั้งหมด 153 ตัว (หนูท้องขาว 84 ตัว และหนูหริ่ง 69 ตัว) จากพื้นที่ทำการเกษตร 11 จังหวัด ได้แก่ จ.ปราจีนบุรี ชัยนาท ปทุมธานี เชียงใหม่ นครสวรรค์ เพชรบุรี นครนายก กาญจนบุรี นครราชสีมา สงขลา และ อุทัยธานี (ภาพที่ 1.8.1 และตารางที่ 1.8.1) และทำการทดสอบศักยภาพการก่อโรคในหนูทดลองจำนวน 36 ไอโซเลท พบว่ามีศักยภาพทำให้หนูทดลองป่วยและตายได้จำนวน 6 ไอโซเลท ได้แก่ เชื้อ *Eimeria sp*. จำนวน 5 ไอโซเลท และเป็นเชื้อ unsporulate oocyst จำนวน 1 ไอโซเลท ส่วนเชื้อ *Isospora sp.* ที่พบจำนวน 3 ไอโซเลท ไม่มีศักยภาพในการทำให้หนูทดลองป่วยหรือตายได้ ดังนี้

1. สถานที่; นาข้าว อ.บ้านสร้าง จ.ปราจีนบุรี
   - คัดแยกเชื้อจากหนูศัตรูพืชทั้งหมด 7 ตัว (หนูนาใหญ่, *R. argentiventer* 5 ตัว และ หนูหริ่งศัตรูพืช, *Mus* spp. 2 ตัว)
   - ได้เชื้อ unsporulate oocysts จากหนูนาใหญ่ จำนวน 2 ตัวอย่าง (sample RaPra01 และ RaPra 02)
   - ศักยภาพการก่อโรคในหนูทดลอง; เชื้อที่คัดแยกได้ทั้ง 2 ตัวอย่าง ไม่มีศักยภาพ ในการทำให้หนูทดลองป่วยและตายจากได้รับเชื้อโดยตรงทางปาก

กองวิทยาศาสตร์

2. สถานที่; นาข้าว อ.เมือง จ.ชัยนาท
   - คัดแยกเชื้อจากหนูหนูนาใหญ่ (*R. argentiventer*) 11 ตัว
   - ได้เชื้อ unsporulate oocysts จำนวน 2 ตัวอย่าง (sample RaChai 01 และ RaChai 03)
   - ศักยภาพการก่อโรคในหนูทดลอง; เชื้อที่พบทั้ง 2 ตัวอย่าง ไม่มีศักยภาพในการทำให้หนูทดลองป่วยและตายจากได้รับเชื้อโดยตรงทางปาก
3. สถานที่; สวนมะพร้าว คลอง 11 อ. คลองหลวง จ.ปทุมธานี
   - คัดแยกเชื้อจากหนูท้องขาวบ้าน (*R. rattus*) 8 ตัว
   - ได้เชื้อ unsporulate oocysts จำนวน 1 ตัวอย่าง (sample RrK11 01)
   - ได้เชื้อ *Eimeria* sp. จำนวน 3 ตัวอย่าง (sample RrK11 02 และ RrK11 03)
   - ศักยภาพการก่อโรคในหนูทดลอง; เชื้อที่คัดแยกได้ sample RrK11 01 จำนวน 5,000 โอโอซีสต์ (กรรมวิธีที่ 2) สามารถทำให้หนูทดลองป่วยและตาย 20เปอร์เซ็นต์ ที่ระยะเวลา 4 วัน ภายหลังจากได้รับเชื้อโดยตรงทางปาก ขณะที่อีก 2 ตัวอย่าง (sample RrK11 02 และ RrK11 03) ไม่มีศักยภาพในการทำให้หนูทดลองป่วยและตายจากได้รับเชื้อโดยตรงทางปาก (ทดลองเฉพาะในกรรมวิธีที่ 1 เนื่องจากปริมาณความเข้มข้นของเชื้อที่คัดแยกได้ไม่พอต่อการทดสอบ)
4. สถานที่; แปลงมะคาเดเมีย สถานีทดลองเกษตรที่สูงแม่จอนหลวง อ.แม่ริม จ.เชียงใหม่
   - คัดแยกเชื้อจากหนูป่าอินโดจีน (*R. andamanensis*) 16 ตัว
   - ได้เชื้อ unsporulate oocysts จำนวน 3 ตัวอย่าง (sample R.an.Cm02, R.an.Cm04 และ R.an.Cm07)
   - ได้เชื้อ *Eimeria* sp. จำนวน 1 ตัวอย่าง (R.an.Cm15)
   - ศักยภาพการก่อโรคในหนูทดลอง; sample R.an.Cm04 เชื้อที่คัดแยกได้ จำนวน 50,000 โอโอซีสต์ (กรรมวิธีที่ 3) สามารถทำให้หนูทดลองป่วยและตาย 20เปอร์เซ็นต์ ที่ระยะเวลา 4 วัน ภายหลังจากได้รับเชื้อโดยตรงทางปาก ขณะที่อีก 3 ตัวอย่าง (sample R.an.Cm02, R.an.Cm07 และ R.an.Cm15) ไม่มีศักยภาพในการทำให้หนูทดลองป่วยและตายจากได้รับเชื้อโดยตรงทางปาก (ทดลองเฉพาะในกรรมวิธีที่ 1 และ 2 เนื่องจากปริมาณความเข้มข้นของเชื้อที่คัดแยกได้ไม่พอต่อการทดสอบ)
5. สถานที่; แปลงมะคาเดเมีย ศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่ (ขุนวาง) อ.แม่วาง จ.เชียงใหม่
   - คัดแยกเชื้อจากหนูป่าอินโดจีน (*R. andamanensis*) 6 ตัว
   - ได้เชื้อ unsporulate oocysts จำนวน 3 ตัวอย่าง (sample R.an.Khunw01, R.an.Khunw 02 และ R.an.Khunw 06)
   - ได้เชื้อ *Eimeria* sp. จำนวน 1 ตัวอย่าง (R.an.Khunw 03)
   - ศักยภาพการก่อโรคในหนูทดลอง; เชื้อที่คัดแยกได้ทั้ง 4 ตัวอย่าง ไม่มีศักยภาพในการทำให้หนูทดลองป่วยและตายจากได้รับเชื้อโดยตรงทางปาก

ลิขสิทธิ์กรมวิชาการเกษตร

6. สถานที่; แปลงถั่วเหลือง อ. บรรพตพิสัย จ.นครสวรรค์

- คัดแยกเชื้อจากหนูหริ่งศัตรูพืช (*Mus* spp.) 26 ตัว
- ได้เชื้อ *Eimeria* sp. จากหนูหริ่งนาหางสั้น (*Mus cervicolor*) และหนูหริ่งนาหางยาว (*Mus caroli*) จำนวน 7 ตัวอย่าง (sample Mus NKW01, Mus NKW03, Mus NKW04, Mus NKW05, Mus NKW07, Mus NKW13 และ Mus NKW23)
- ศักยภาพการก่อโรคในหนูทดลอง; เชื้อที่คัดแยกได้ จากตัวอย่าง Mus NKW04, Mus NKW05 จำนวน 500 โอโอซีสต์ (กรรมวิธีที่ 1) และ Mus NKW07 จำนวน 5,000 โอโอซีสต์ (กรรมวิธีที่ 2) สามารถทำให้หนูทดลองป่วยและตาย 20เปอร์เซ็นต์ ที่ระยะเวลา 3-15 วัน ภายหลังจากได้รับเชื้อโดยตรงทางปาก ส่วนเชื้อที่เหลือทั้ง 4 ตัวอย่าง ไม่มีศักยภาพในการทำให้หนูทดลองป่วยและตายจากได้รับเชื้อโดยตรงทางปาก (ทดลองเฉพาะในกรรมวิธีที่ 1 และ 2 เนื่องจากปริมาณความเข้มข้นของเชื้อที่คัดแยกได้ไม่พอต่อการทดสอบ ยกเว้นตัวอย่าง Mus NKW01 ทดลองครบทุกกรรมวิธี)

7. สถานที่; แปลงถั่วลิสง อ.บ้านลาด จ.เพชรบุรี

- คัดแยกเชื้อจากหนูศัตรูพืชทั้งหมด 16 ตัว (หนูท้องขาวบ้าน, *R. rattus* 6 ตัว และ หนูหริ่งนาหางสั้น, *M. cervicolor* 10 ตัว)
- ได้เชื้อ *Eimeria* sp. จากหนูหริ่งนาหางสั้น จำนวน 5 ตัวอย่าง (sample MusPhet 1, MusPhet 4, MusPhet 8, MusPhet 9 และ MusPhet 10)
- ศักยภาพการก่อโรคในหนูทดลอง; เชื้อที่คัดแยกได้ทุกตัวอย่าง ไม่มีศักยภาพในการทำให้หนูทดลองป่วยและตายจากได้รับเชื้อโดยตรงทางปาก

8. สถานที่; นาข้าว อ.เมือง จ.นครนายก

- คัดแยกเชื้อจากหนูศัตรูพืชทั้งหมด 15 ตัว (หนูนาใหญ่, *R. argentiventer* 5 ตัว และหนูหริ่งนาหางยาว, *Mus caroli* 10 ตัว)
- ได้เชื้อ unsporulate oocysts จากหนูหริ่งนาหางยาว จำนวน 4 ตัวอย่าง (sample MusNKNY 4, MusNKNY 5, MusNKNY 9 และ MusNKNY 10)
- ได้เชื้อ *Eimeria* sp. จากหนูหริ่งนาหางยาว จำนวน 2 ตัวอย่าง (sample MusNKNY 8 และ MusNKNY 9)
- ศักยภาพการก่อโรคในหนูทดลอง; เชื้อที่คัดแยกได้ทุกตัวอย่าง ไม่มีศักยภาพในการทำให้หนูทดลองป่วยและตายจากได้รับเชื้อโดยตรงทางปาก

ลิขสิทธิ์กรมวิชาการเกษตร

9. สถานที่; แปลงตะไคร้ อ.เมือง จ.กาญจนบุรี
   - คัดแยกเชื้อจากหนูศัตรูพืชทั้งหมด 24 ตัว (หนูจี๊ด, *R. exulans* 1 ตัว และหนูหริ่งนาหางสั้น, *Mus cervicolor* 23 ตัว)
   - ได้เชื้อ *Isospora* sp. จากหนูหริ่งนาหางสั้น จำนวน 1 ตัวอย่าง (sample MusKhan05)
   - ได้เชื้อ unsporulate oocysts จากหนูหริ่งนาหางสั้น จำนวน 3 ตัวอย่าง (sample MusKhan13, MusKhan20 และ MusNKNY 22)
   - ได้เชื้อ *Eimeria* sp. จากหนูหริ่งนาหางสั้น จำนวน 9 ตัวอย่าง แต่ปริมาณเชื้อที่คัดแยกได้มีปริมาณน้อยมากไม่พอต่อการทดลอง สามารถทำการทดลองได้เพียง 2 ตัวอย่าง ได้แก่(sample MusKhan12 และ MusKhan24)
   - ศักยภาพการก่อโรคในหนูทดลอง; เชื้อที่คัดแยกได้ทุกตัวอย่าง ไม่มีศักยภาพในการทำให้หนูทดลองป่วยและตายจากได้รับเชื้อโดยตรงทางปาก
10. สถานที่; แปลงข้าวโพด อ.สีคิ้ว จ.นครราชสีมา
   - คัดแยกเชื้อจากหนูศัตรูพืชทั้งหมด 26 ตัว (หนูหริ่งนาหางสั้น, *Mus cervicolor* 5 ตัว หนูหริ่งนาหางยาว, *Mus caroli* 13 ตัว หนูนาใหญ่, *Rattus argentiventer* 3 ตัว และหนูท้องขาวบ้าน, *Rattus rattus* 5 ตัว)
   - ได้เชื้อ *Isospora* sp. จากหนูหริ่งนาหางยาว จำนวน 1 ตัวอย่าง (sample MusSikhiu4)
   - ได้เชื้อ unsporulate oocysts จากหนูหริ่งนาหางยาว จำนวน 3 ตัวอย่าง (sample MusSikhiu8, MusSikhiu15 และ MusSikhiu18)
   - ได้เชื้อ *Eimeria* sp. จากหนูหริ่งนาหางสั้น จำนวน 1 ตัวอย่าง (sample MusSikhiu1) หนูหริ่งนาหางยาวจำนวน 3 ตัวอย่าง (sample MusSikhiu2, MusSikhiu3 และ MusSikhiu6) และหนูท้องขาวบ้าน จำนวน 1 ตัวอย่าง (sample RrSikhiu4)
   - ศักยภาพการก่อโรคในหนูทดลอง; เชื้อที่คัดแยกได้ทุกตัวอย่าง ไม่มีศักยภาพในการทำให้หนูทดลองป่วยและตายจากได้รับเชื้อโดยตรงทางปาก
11. สถานที่; นาข้าว อ.หาดใหญ่ จ.สงขลา
   - คัดแยกเชื้อจากหนูศัตรูพืชทั้งหมด 12 ตัว (หนูท้องขาวบ้าน, *R. rattus* 12 ตัว)
   - ได้เชื้อ unsporulate oocysts จำนวน 2 ตัวอย่าง (sample RrSongkhla5 และ RrSongkhla 10)
   - ได้เชื้อ *Eimeria* sp. จำนวน 1 ตัวอย่าง (sample RrSongkhla5)
   - ศักยภาพการก่อโรคในหนูทดลอง; เชื้อที่คัดแยกได้ไม่มีศักยภาพในการทำให้หนูทดลองป่วยและตายจากได้รับเชื้อโดยตรงทางปาก

ศูนย์วิทยทรัพยากร

12. สถานที่; นาข้าว อ.หนองยาง จ.อุทัยธานี

- คัดแยกเชื้อจากหนูศัตรูพืชทั้งหมด 10 ตัว จากหนูท้องขาวบ้าน 5 ตัว จากหนูจี้ด 2 ตัว และจากหนูหริ่ง 3 ตัว)
- ได้เชื้อ *Eimeria* sp. จำนวน 1 ตัวอย่าง (sample RrUthai5)
- ศักยภาพการก่อโรคในหนูทดลอง; เชื้อที่คัดแยกได้จำนวน 5,000 โอโอซีสต์ (กรรมวิธีที่ 2) สามารถทำให้หนูทดลองป่วยและตาย 60เปอร์เซ็นต์ ที่ระยะเวลา 3-5 วัน ภายหลังจากได้รับเชื้อโดยตรงทางปาก

กรมวิชาการเกษตร

ตารางที่ 1.8.1 ผลการคัดแยกเชื้อโอโอซีสต์จากหนูศัตรูพืชที่ดักได้

ลำดับที่	แหล่งที่พบ	จำนวนหนู (ตัว) (n)	ตัวอย่าง	ชนิดของสัตว์อาศัย	unsporulate oocysts (oocysts/ul)	sporulate oocysts (oocysts/ul)		ไข่พยาธิ (eggs/ul)	หมายเหตุ
						Eimeria spp.	*Isospora* spp.		
1	นาข้าว	7	Ra Pra01	*Rattus argentiventer*	25	-	-	-	T1, T2, T3
	อ. บ้านสร้าง	(*R. argentiventer* 5 ตัว)	Ra Pra02	*Rattus argentiventer*	25	-	-	-	T1, T2, T3
	จ. ปราจีนบุรี	(*Mus* spp. 2 ตัว)							
2	นาข้าว	11	Ra Chai01	*Rattus argentiventer*	3	-	-	1	T1
	อ. เมือง	(*R. argentiventer* 11 ตัว)	Ra Chai02	*Rattus argentiventer*	-	-	1	-	T1
	จ. ชัยนาท		Ra Chai03	*Rattus argentiventer*	1	-	-	1	T1
3	สวนมะพร้าว	8	Rr K11 01	*Rattus rattus*	-	25	-	-	T1, T2
	คลอง 11	(*R. rattus* 8 ตัว)	Rr K11 02	*Rattus rattus*	1	-	-	-	T1
	จ. ปทุมธานี		Rr K11 03	*Rattus rattus*	3	-	-	1	T1
4	สวนมะคาเดเมีย	16	R.an. Cm02	*Rattus andamanensis*	1	-	-	-	T1
	แม่จอนหลวง	(*R. andamanensis* 16 ตัว)	R.an. Cm04	*Rattus andamanensis*	60	-	-	-	T1, T2, T3
	จ. เชียงใหม่		R.an. Cm07	*Rattus andamanensis*	1	-	-	-	T1
			R.an. Cm15	*Rattus andamanensis*	-	25	-	-	T1, T2
5	สวนมะคาเดเมีย	6	R.an. Khunw01	*Rattus andamanensis*	23	-	-	-	T1, T2
	ขุนวาง	(*R. andamanensis* 6 ตัว)	R.an. Khunw02	*Rattus andamanensis*	1	-	-	-	T1
	จ. เชียงใหม่		R.an. Khunw03	*Rattus andamanensis*	-	3	-	-	T1
			R.an. Khunw06	*Rattus andamanensis*	1	-	-	-	T1
6	แปลงถั่วเหลือง	26	MusNKW01	*Mus caroli*	-	150	-	-	T1, T2, T3
	อ. บรรพตพิสัย	(*Mus* spp. 26 ตัว)	MusNKW03	*Mus caroli*	-	5	-	-	T1
	จ. นครสวรรค์		MusNKW04	*Mus cervicolor*	-	15	-	-	T1
			MusNKW05	*Mus cervicolor*	-	16	-	1	T1
			MusNKW07	*Mus cervicolor*	-	75	-	-	T1, T2
			MusNKW13	*Mus caroli*	-	50	-	-	T1, T2
			MusNKW23	*Mus caroli*	-	670	-	-	T1, T2

กรมวิชาการเกษตร

ตารางที่ 1.8.1 ผลการคัดแยกเชื้อโอโอซีสต์จากหนูศัตรูพืชที่ดักได้ (ต่อ)

ลำดับที่	แหล่งที่พบ	จำนวนหนู (ตัว) (n)	ตัวอย่าง	ชนิดของสัตว์อาศัย	unsporulate oocysts (oocysts/ul)	sporulate oocysts (oocysts/ul)		ไข่พยาธิ (eggs/ul)	หมายเหตุ
						Eimeria spp.	*Isospora* spp.		
7	แปลงถั่วลิสง	16	MusPhet 1	*Mus cervicolor*	-	1	-	-	N/A
	อ. บ้านลาด	(*Mus* spp. 10 ตัว)	MusPhet 4	*Mus cervicolor*	-	25	-	-	T1, T2
	จ. เพชรบุรี	(*R. rattus* 6 ตัว)	MusPhet 8	*Mus cervicolor*	-	75	-	-	T1, T2
			MusPhet 9	*Mus cervicolor*	-	10	-	-	T1
			MusPhet 10	*Mus cervicolor*	-	25	-	-	T1, T2
8	นาข้าว	15	MusNKNY 1	*Mus caroli*	-	25	-	-	T1, T2
	อ. เมือง	(*M. caroli* 10 ตัว)	MusNKNY 2	*Mus caroli*	-	75	-	-	T1, T2
	จ. นครนายก	(*R. argentiventer* 5 ตัว)	MusNKNY 4	*Mus caroli*	25	-	-	-	T1, T2
			MusNKNY 5	*Mus caroli*	25	-	-	-	T1, T2
			MusNKNY 8	*Mus caroli*	-	10	-	1	T1
			MusNKNY 9	*Mus caroli*	25	25	-	-	T1, T2
			MusNKNY 10	*Mus caroli*	250	-	-	-	T1, T2, T3
9	แปลงตะไคร้	24	MusKhan03	*Mus cervicolor*	-	2	-	-	N/A
	อ. เมือง	(*M. cervicolor* 23 ตัว)	MusKhan04	*Mus cervicolor*	-	5	-	-	N/A
	จ.กาญจนบุรี	(*R. exulans* 1 ตัว)	MusKhan05	*Mus cervicolor*	-	-	25	-	T1, T2
			MusKhan07	*Mus cervicolor*	-	3	-	-	N/A
			MusKhan09	*Mus cervicolor*	-	1	-	-	N/A
			MusKhan10	*Mus cervicolor*	-	3	-	-	N/A
			MusKhan12	*Mus cervicolor*	425	-	-	-	T1, T2, T3
			MusKhan13	*Mus cervicolor*	22	-	-	-	T1
			MusKhan14	*Mus cervicolor*	-	2	-	-	N/A
			MusKhan15	*Mus cervicolor*	-	5	-	1	N/A
			MusKhan20	*Mus cervicolor*	50	-	-	-	T1, T2
			MusKhan22	*Mus cervicolor*	50	-	-	-	T1, T2
			MusKhan24	*Mus cervicolor*	20	-	-	-	T1

กรมวิชาการเกษตร

ตารางที่ 1.8.1 ผลการคัดแยกเชื้อโอโอซีสต์จากหนูศัตรูพืชที่ดักได้ (ต่อ)

ลำดับที่	แหล่งที่พบ	จำนวนหนู (ตัว) (n)	ตัวอย่าง	ชนิดของสัตว์อาศัย	unsporulate oocysts (oocysts/ul)	sporulate oocysts (oocysts/ul)		ไข่พยาธิ (eggs/ul)	หมายเหตุ
						Eimeria spp.	*Isospora* spp.		
10	แปลงข้าวโพด	26	Mus Sikhiu1	*Mus cervicolor*	4	1	-	-	N/A
	อ. สีคิ้ว	(*M. cervicolor* 5 ตัว)	Mus Sikhiu2	*Mus caroli*	25	75	-	-	T1, T2
	จ. นครราชสีมา	(*M. caroli* 13 ตัว)	Mus Sikhiu3	*Mus caroli*	-	2	-	-	N/A
		(*R. argentiventer* 3 ตัว)	Mus Sikhiu4	*Mus caroli*	100	-	50	-	T1, T2
		(*R. rattus* 5 ตัว)	Mus Sikhiu6	*Mus caroli*	-	25	-	-	T1
			Mus Sikhiu8	*Mus caroli*	10	-	-	-	T1
			Mus Sikhiu15	*Mus caroli*	10	-	-	-	T1
			Mus Sikhiu18	*Mus caroli*	5	-	-	-	N/A
			Rr Sikhiu4	*Rattus rattus*	-	22	-	-	T1
11	นาข้าว	12	Rr Songkhla5	*Rattus rattus*	100	25	-	-	T1, T2
	อ.หาดใหญ่	(*R. rattus* 12 ตัว)	Rr Songkhla10	*Rattus rattus*	2	-	-	-	N/A
	จ.สงขลา								
12	นาข้าว	10	Rr Uthai5	*Rattus rattus*	-	25	-	-	T1, T2
	อ.หนองยาง	(*R. rattus* 5 ตัว)							
	จ.อุทัยธานี	(*R. exulans* 2 ตัว)							
		(*Mus cervicolor* 3 ตัว)							

T1 หมายถึง ทำการทดสอบศักยภาพความรุนแรงในการก่อโรคกับหนูทดลอง ตามกรรมวิธีที่ 1 (จำนวน 500 โอโอซีสต์)
T2 หมายถึง ทำการทดสอบศักยภาพความรุนแรงในการก่อโรคกับหนูทดลอง ตามกรรมวิธีที่ 2 (จำนวน 5,000 โอโอซีสต์)
T3 หมายถึง ทำการทดสอบศักยภาพความรุนแรงในการก่อโรคกับหนูทดลอง ตามกรรมวิธีที่ 3 (จำนวน 50,000 โอโอซีสต์)
N/A หมายถึง ไม่ได้ทำการทดลองเนื่องจากปริมาณเชื้อที่คัดแยกได้ไม่เพียงพอต่อการทดลอง

* แสดงเฉพาะตัวอย่างที่พบ oocysts

กรมวิชาการเกษตร

ตารางที่ 1.8.2 ผลการคัดแยกเชื้อและทดสอบศักยภาพในการก่อโรคในหนูทดลองของโอโอซีสต์ที่คัดแยกได้

ลำดับที่	ตัวอย่าง	สถานที่	ชนิดของโอโอซีสต์	ขนาดค่าเฉลี่ย (กว้าง x ยาว)	ชนิดของหนู (สัตว์อาศัย)	% การตายของหนูทดลอง			
						500 โอโอซีสต์ (กรรมวิธีที่ 1)	5,000 โอโอซีสต์ (กรรมวิธีที่ 2)	50,000 โอโอซีสต์ (กรรมวิธีที่ 3)	น้ำเปล่า (กรรมวิธีที่ 4)
1	Ra Pra01	อ.บ้านสร้าง จ.ปราจีนบุรี	unsporulate oocysts	5.94 x 5.94 µm	หนูนาใหญ่ (*Rattus argentiventer*)	0	0	0	0
2	Ra Pra02	อ.บ้านสร้าง จ.ปราจีนบุรี	unsporulate oocysts	6.93 x 8.91 µm	หนูนาใหญ่ (*Rattus argentiventer*)	0	0	0	0
3	Ra Chai01	อ.เมือง จ.ชัยนาท	unsporulate oocysts	4.95 x 6.93 µm	หนูนาใหญ่ (*Rattus argentiventer*)	0	N/A	N/A	0
4	Ra Chai02	อ.เมือง จ.ชัยนาท	*Isospora* sp.	1.98 x 2.97 µm	หนูนาใหญ่ (*Rattus argentiventer*)	0	N/A	N/A	0
5	Ra Chai03	อ.เมือง จ.ชัยนาท	unsporulate oocysts	7.92 x 9.90 µm	หนูนาใหญ่ (*Rattus argentiventer*)	0	N/A	N/A	0
6	Rr K11 01	คลอง 11 อ. คลองหลวง จ.ปทุมธานี	*Eimeria* sp.	6.93 x 9.90 µm	หนูท้องขาวบ้าน (*Rattus rattus*)	0	20	N/A	0
7	Rr K11 02	คลอง 11 อ. คลองหลวง จ.ปทุมธานี	unsporulate oocysts	3.96 x 6.93 µm	หนูท้องขาวบ้าน (*Rattus rattus*)	0	N/A	N/A	0
8	Rr K11 03	คลอง 11 อ. คลองหลวง จ.ปทุมธานี	unsporulate oocysts	2.97 x 2.97 µm	หนูท้องขาวบ้าน (*Rattus rattus*)	0	N/A	N/A	0
9	R.an. Cm02	แม่จอนหลวง อ.แม่ริม จ.เชียงใหม่	unsporulate oocysts	6.93 x 8.91 µm	หนูป่าอินโดจีน (*Rattus andamanensis*)	0	N/A	N/A	0
10	R.an. Cm04	แม่จอนหลวง อ.แม่ริม จ.เชียงใหม่	unsporulate oocysts	7.92 x 8.91 µm	หนูป่าอินโดจีน (*Rattus andamanensis*)	0	0	20	0

กรมวิชาการเกษตร

ตารางที่ 1.8.2 ผลการคัดแยกเชื้อและทดสอบศักยภาพในการก่อโรคในหนูทดลองของโอโอซีสต์ที่คัดแยกได้ (ต่อ)

ลำดับที่	ตัวอย่าง	สถานที่	ชนิดของโอโอซีสต์	ขนาดค่าเฉลี่ย (กว้าง x ยาว)	ชนิดของหนู (สัตว์อาศัย)	% การตายของหนูทดลอง			
						500 โอโอซีสต์ (กรรมวิธีที่ 1)	5,000 โอโอซีสต์ (กรรมวิธีที่ 2)	50,000 โอโอซีสต์ (กรรมวิธีที่ 3)	น้ำเปล่า (กรรมวิธีที่ 4)
11	R.an. Cm07	แม่จอนหลวง อ.แม่ริม จ.เชียงใหม่	unsporulate oocysts	6.93 x 8.91 µm	หนูป่าอินโดจีน (*Rattus andamanensis*)	0	N/A	N/A	0
12	R.an. Khunw01	ขุนวาง อ.แม่วาง จ.เชียงใหม่	unsporulate oocysts	5.94 x 9.90 µm	หนูป่าอินโดจีน (*Rattus andamanensis*)	0	0	N/A	0
13	R.an. Khunw02	ขุนวาง อ.แม่วาง จ.เชียงใหม่	unsporulate oocysts	7.92 x 7.92 µm	หนูป่าอินโดจีน (*Rattus andamanensis*)	0	N/A	N/A	0
14	R.an. Khunw03	ขุนวาง อ.แม่วาง จ.เชียงใหม่	*Eimeria* sp.	19.80 x 18.81 µm	หนูป่าอินโดจีน (*Rattus andamanensis*)	0	N/A	N/A	0
15	R.an. Khunw06	ขุนวาง อ.แม่วาง จ.เชียงใหม่	unsporulate oocysts	13.86 x 11.88 µm	หนูป่าอินโดจีน (*Rattus andamanensis*)	0	N/A	N/A	0
16	Mus NKW01	อ.บรรพตพิสัย จ.นครสวรรค์	*Eimeria* sp.	17.82 x 14.85 µm	หนูหริ่งนาหางยาว (*Mus caroli*)	0	0	0	0
17	Mus NKW03	อ.บรรพตพิสัย จ.นครสวรรค์	*Eimeria* sp.	16.83x 14.85 µm	หนูหริ่งนาหางยาว (*Mus caroli*)	0	N/A	N/A	0
18	Mus NKW04	อ.บรรพตพิสัย จ.นครสวรรค์	*Eimeria* sp.	16.83x19.80 µm	หนูหริ่งนาหางสั้น (*Mus cervicolor*)	20	N/A	N/A	0

กรมวิชาการเกษตร

ตารางที่ 1.8.2 ผลการคัดแยกเชื้อและทดสอบศักยภาพในการก่อโรคในหนูทดลองของโอโอซีสต์ที่คัดแยกได้ (ต่อ)

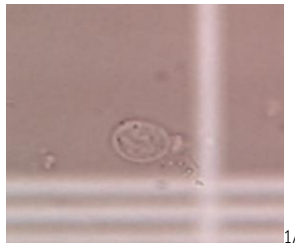
ลำดับที่	ตัวอย่าง	สถานที่	ชนิดของโอโอซีสต์	ขนาดค่าเฉลี่ย (กว้าง x ยาว)	ชนิดของหนู (สัตว์อาศัย)	% การตายของหนูทดลอง			
						500 โอโอซีสต์ (กรรมวิธีที่ 1)	5,000 โอโอซีสต์ (กรรมวิธีที่ 2)	50,000 โอโอซีสต์ (กรรมวิธีที่ 3)	น้ำเปล่า (กรรมวิธีที่ 4)
19	Mus NKW05	อ.บรรพตพิสัย จ.นครสวรรค์	*Eimeria* sp.	17.82 x 15.84 µm	หนูหริ่งนาหางสั้น (*Mus cervicolor*)	20	N/A	N/A	0
20	Mus NKW07	อ.บรรพตพิสัย จ.นครสวรรค์	*Eimeria* sp.	16.83x 14.85 µm	หนูหริ่งนาหางสั้น (*Mus cervicolor*)	0	20	N/A	0
21	Mus NKW13	อ.บรรพตพิสัย จ.นครสวรรค์	*Eimeria* sp.	17.82 x 17.82 µm	หนูหริ่งนาหางยาว (*Mus caroli*)	0	0	N/A	0
22	Mus NKW23	อ.บรรพตพิสัย จ.นครสวรรค์	*Eimeria* sp.	17.82 x 17.82 µm	หนูหริ่งนาหางยาว (*Mus caroli*)	0	0	N/A	0
23	MusKhan03	อ.เมือง จ.กาญจนบุรี	*Eimeria* sp.	12.87 x 11.88 µm	หนูหริ่งนาหางสั้น (*Mus cervicolor*)	N/A	N/A	N/A	N/A
24	MusKhan04	อ.เมือง จ.กาญจนบุรี	*Eimeria* sp.	14.85 x 12.87 µm	หนูหริ่งนาหางสั้น (*Mus cervicolor*)	N/A	N/A	N/A	N/A
25	MusKhan05	อ.เมือง จ.กาญจนบุรี	*Isospora* sp.	1.98 x 2.97 µm	หนูหริ่งนาหางสั้น (*Mus cervicolor*)	0	0	N/A	0
26	MusKhan07	อ.เมือง จ.กาญจนบุรี	*Eimeria* sp.	14.85 x 12.87 µm	หนูหริ่งนาหางสั้น (*Mus cervicolor*)	N/A	N/A	N/A	N/A
27	MusKhan09	อ.เมือง จ.กาญจนบุรี	*Eimeria* sp.	14.85 x 12.87 µm	หนูหริ่งนาหางสั้น (*Mus cervicolor*)	N/A	N/A	N/A	N/A
28	MusKhan10	อ.เมือง จ.กาญจนบุรี	*Eimeria* sp.	14.85 x 12.87 µm	หนูหริ่งนาหางสั้น (*Mus cervicolor*)	N/A	N/A	N/A	N/A
29	MusKhan12	อ.เมือง จ.กาญจนบุรี	unsporulate oocysts	12.87 x 10.89 µm	หนูหริ่งนาหางสั้น (*Mus cervicolor*)	0	0	0	0
30	MusKhan13	อ.เมือง จ.กาญจนบุรี	unsporulate oocysts	14.85 x 10.89 µm	หนูหริ่งนาหางสั้น (*Mus cervicolor*)	0	N/A	N/A	0

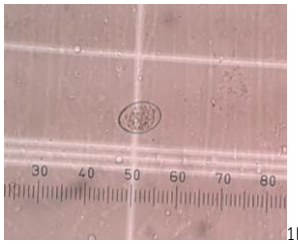
กรมวิชาการเกษตร

ตารางที่ 1.8.2 ผลการคัดแยกเชื้อและทดสอบศักยภาพในการก่อโรคในหนูทดลองของโอโอซีสต์ที่คัดแยกได้ (ต่อ)

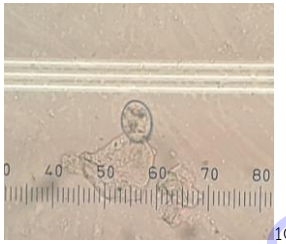
ลำดับที่	ตัวอย่าง	สถานที่	ชนิดของโอโอซีสต์	ขนาดค่าเฉลี่ย (กว้าง x ยาว)	ชนิดของหนู (สัตว์อาศัย)	% การตายของหนูทดลอง			
						500 โอโอซีสต์ (กรรมวิธีที่ 1)	5,000 โอโอซีสต์ (กรรมวิธีที่ 2)	50,000 โอโอซีสต์ (กรรมวิธีที่ 3)	น้ำเปล่า (กรรมวิธีที่ 4)
31	MusKhan14	อ.เมือง จ.กาญจนบุรี	*Eimeria* sp.	14.85 x 12.87 µm	หนูหริ่งนาหางสั้น (*Mus cervicolor*)	N/A	N/A	N/A	N/A
32	MusKhan15	อ.เมือง จ.กาญจนบุรี	*Eimeria* sp.	14.85 x 12.87 µm	หนูหริ่งนาหางสั้น (*Mus cervicolor*)	N/A	N/A	N/A	N/A
33	MusKhan20	อ.เมือง จ.กาญจนบุรี	unsporulate oocysts	14.85 x 11.88 µm	หนูหริ่งนาหางสั้น (*Mus cervicolor*)	0	N/A	N/A	0
34	MusKhan22	อ.เมือง จ.กาญจนบุรี	unsporulate oocysts	14.85 x 11.88 µm	หนูหริ่งนาหางสั้น (*Mus cervicolor*)	0	N/A	N/A	0
35	MusKhan24	อ.เมือง จ.กาญจนบุรี	*Eimeria* sp.	14.85 x 12.87 µm	หนูหริ่งนาหางสั้น (*Mus cervicolor*)	0	N/A	N/A	0
36	MusSikhiu 1	อ.สีคิ้ว จ.นครราชสีมา	*Eimeria* sp.	16.83 x 10.89 µm	หนูหริ่งนาหางสั้น (*Mus cervicolor*)	N/A	N/A	N/A	N/A
37	MusSikhiu 2	อ.สีคิ้ว จ.นครราชสีมา	*Eimeria* sp.	15.84 x 13.86 µm	หนูหริ่งนาหางยาว (*Mus caroli*)	0	0	N/A	0
38	MusSikhiu 3	อ.สีคิ้ว จ.นครราชสีมา	*Eimeria* sp.	11.88 x 11.88 µm	หนูหริ่งนาหางยาว (*Mus caroli*)	N/A	N/A	N/A	N/A
39	MusSikhiu 4	อ.สีคิ้ว จ.นครราชสีมา	*Isospora* sp.	24.75 x 17.82 µm	หนูหริ่งนาหางยาว (*Mus caroli*)	0	0	N/A	0
40	MusSikhiu 6	อ.สีคิ้ว จ.นครราชสีมา	*Eimeria* sp.	13.86 x 8.91 µm	หนูหริ่งนาหางยาว (*Mus caroli*)	0	N/A	N/A	0
41	MusSikhiu 8	อ.สีคิ้ว จ.นครราชสีมา	unsporulate oocysts	34.65 x 24.75 µm	หนูหริ่งนาหางยาว (*Mus caroli*)	0	N/A	N/A	0
42	MusSikhiu 15	อ.สีคิ้ว จ.นครราชสีมา	unsporulate oocysts	7.92 x 4.95 µm	หนูหริ่งนาหางยาว (*Mus caroli*)	0	N/A	N/A	0
43	MusSikhiu 18	อ.สีคิ้ว จ.นครราชสีมา	unsporulate oocysts	25.74 x 24.75 µm	หนูหริ่งนาหางยาว (*Mus caroli*)	N/A	N/A	N/A	N/A
44	RrSikhiu 4	อ.สีคิ้ว จ.นครราชสีมา	*Eimeria* sp.	11.88 x 8.91 µm	หนูท้องขาวบ้าน (*Rattus rattus*)	0	N/A	N/A	0
45	RrSongkhla5	อ.หาดใหญ่ จ.สงขลา	unsporulate oocysts	13.86 x 11.88 µm	หนูท้องขาวบ้าน (*Rattus rattus*)	0	0	N/A	0
46	RrSongkhla10	อ.หาดใหญ่ จ.สงขลา	unsporulate oocysts	18.81 x 11.88 µm	หนูท้องขาวบ้าน (*Rattus rattus*)	N/A	N/A	N/A	N/A
47	RrUthai5	อ.หนองยาง จ.อุทัยธานี	*Eimeria* sp.	13.86 x 12.87 µm	หนูท้องขาวบ้าน (*Rattus rattus*)	0	60	N/A	0

กรมวิทยาศาสตร

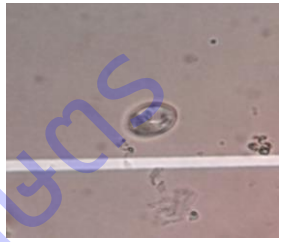

1A



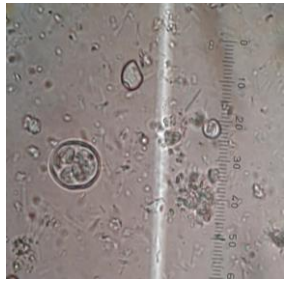
1B



1C


1D

1E


1F

1G

กรมวิชาการเกษตร

ภาพที่ 1.8.1 ลักษณะของโอโอซีสต์ที่คัดแยกได้บางตัวอย่างจากหนูศัตรูพืชในการทดลองครั้งนี้ (กำลังขยาย 1,000x); ภาพที่ 1A) R.an.Cm 04, 1B) RaPra 01, 1C) RaPra 02, 1D) RrK11 01, 1E) Mus NKW04 1F) Mus Khan24 และ 1G) RrUthai5 ตามลำดับ

การทดลองที่ 1.9 ศักยภาพของราสาเหตุโรคแมลงบางชนิดในการควบคุมเพลี้ยจักจั่นฝ้าย *Amrasca biguttula biguttula* (Ishida)

ผลการทดลอง

การทดสอบศักยภาพทดสอบเชื้อราโรคแมลงการควบคุมเพลี้ยเพลี้ยจักจั่นฝ้าย กรรมวิธีทดสอบเชื้อราโรคแมลงและพบว่าเชื้อราเขียวเมตาไรเซียมสายพันธุ์ DOA-M 8 และ DOA-M M9 มีศักยภาพในการเข้าทำลายเพลี้ยจักจั่นค่อนข้างสูงในสภาพไร่ แมลงจะเริ่มตายจากการเชื้อราโรคแมลงในวันที่ 4-5 และเริ่มเห็นเส้นใย หรือ conidiophore และ conidiospore งอกออกมาจากเพลี้ยจักจั่นเพลี้ยจักจั่นใน ส่วนกรรมวิธีที่ใช้สารเคมี imidacloprid แมลงจะตายในวันที่ 2 หลังจากการเก็บไว้ในห้องปฏิบัติการ

ภาพที่ 1.9.1 แปลงมะเขือเปราะที่ใช้ในการทดสอบ

ภาพที่ 1.9.2 แปลงมะเขือเปราะที่ใช้ในการทดสอบ

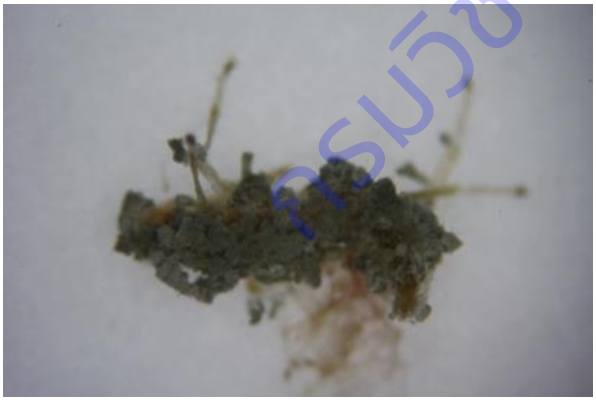
กรมวิชาการเกษตร

ตารางที่ 1.9.1 เปอร์เซ็นต์การติดเชื้อของเชื้อราโรคแมลงบางชนิดในการเข้าทำลายเพลี้ยจักจั่นฝ้าย หลังการปลูกเชื้อ 10 วัน

หลังการทดสอบ 10 วัน	ครั้งที่1	ครั้งที่2	ครั้งที่3	ครั้งที่4	ครั้งที่5	ครั้งที่6	ครั้งที่7	ครั้งที่8	ครั้งที่9	เฉลี่ย
B4	46.25	47.5	2.5	0	20	13.75	5	0	7.5	16.00
M8	58.75	23.75	2.5	11.25	28.75	23.75	27.5	21.3	38.75	26.25
M9	80	20.83	23.75	20	21.25	25	16.25	16.3	16.25	27.00
Imidacloprid	7.5	3.33	17.5	0	0	0	0	0	0	3.14
Control	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

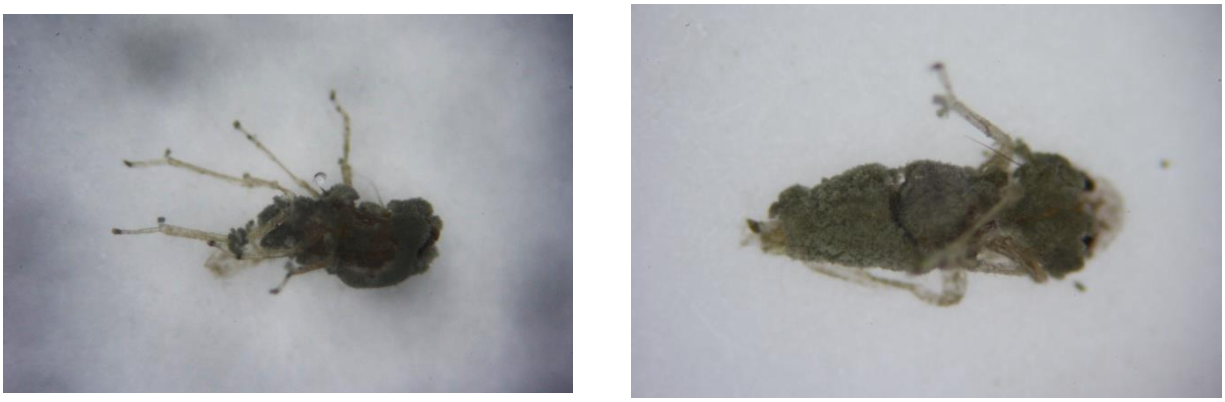
ภาพเพลี้ยจักจั่นที่เกิดจากปลูกเชื้อราโรคแมลงไอโซเลตต่างๆ (8 วันหลังจากการปลูกเชื้อรา)

ภาพที่ 1.9.3 เพลี้ยจักจั่นติดเชื้อราขาว *B. bassiana* สายพันธุ์ DOA- B4

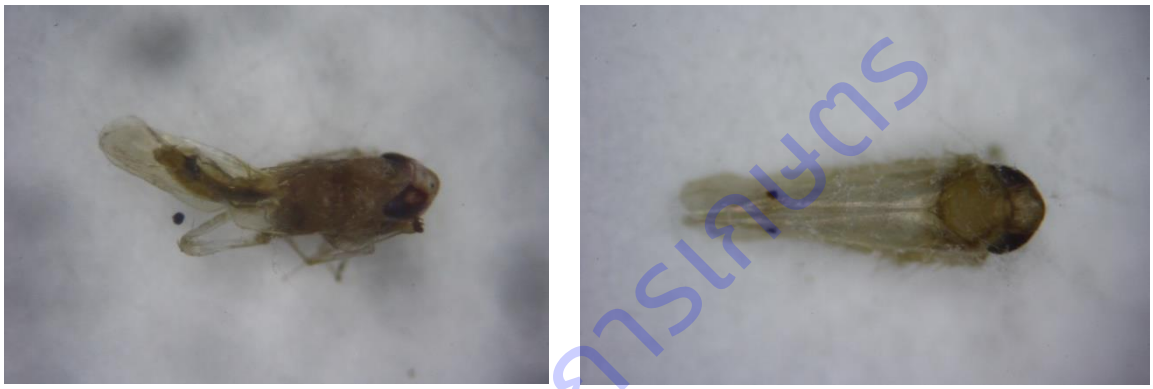


ภาพที่ 1.9.4 เพลี้ยจักจั่นติดเชื้อราเขียว *M.anisopliae* สายพันธุ์ DOA-M8

กรมวิชาการเกษตร



ภาพที่ 1.9.5 เพลี้ยจักจั่นติดเชื้อราเขียว *M.anisopliae* สายพันธุ์ DOA-M9



ภาพที่ 1.9.6. ชุดควบคุม (Control)

กรมวิชาการเกษตร

การทดลองที่ 1.10 การศึกษาศักยภาพของราสาเหตุโรคแมลงในการควบคุมแมลงวันผลไม้ (*Bactrocera dorsalis*)

ผลการทดลอง

การประเมินความรุนแรงของเชื้อราโรคแมลงในตัวเต็มวัยแมลงวันผลไม้ พบว่าเชื้อรา *Metarhizium anisopliae* DOA M22 มากที่สุดคือ 68 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาคือ *M. anisopliae* DOA-M14 เท่ากับ 55เปอร์เซ็นต์ และ *B. bassianna* DOA-B4 เท่ากับ 50เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ในดักแด้แมลงวันผลไม้พบว่าเชื้อรา *M. anisopliae* DOA-M42 มีความรุนแรงมากที่สุด

ตารางที่ 1.10.1 ประสิทธิภาพและความรุนแรงของเชื้อราสาเหตุโรคแมลงในการทำลายแมลงวันผลไม้ดักแด้และตัวเต็มวัย

การทดสอบตัวเต็มวัย	เปอร์เซ็นต์การติดเชื้อราโรคแมลงเฉลี่ยจำนวน 6 ครั้ง	การทดสอบดักแด้	เปอร์เซ็นต์การติดเชื้อราโรคแมลงเฉลี่ยจำนวน 4 ครั้ง
B4 x10^3	49.58	M22 x10^3	25.00
B4 x10^5	44.17	M22 x10^5	28.75
B4 x 10^7	51.67	M22 x 10^7	28.75
B4 x 10^8	57.50	M22 x 10^8	34.38
B4 x 10^9	63.33	M22 x 10^9	26.25
M14 x10^3	55.00	M25 x10^3	43.13
M14 x10^5	54.58	M25 x10^5	26.25
M14 x 10^7	59.17	M25 x 10^7	34.38
M14 x 10^8	64.58	M25 x 10^8	38.13
M14 x 10^9	58.75	M25 x 10^9	41.25
M22 x10^3	67.92	M42 x10^3	44.38
M22 x10^5	65.42	M42 x10^5	35.00
M22 x 10^7	55.42	M42 x 10^7	41.25
M22 x 10^8	75.00	M42 x 10^8	38.75
M22 x 10^9	64.58	M42 x 10^9	48.75
Control	0.00	Control	0.00

กรมวิชาการเกษตร

ภาพที่ 1.10.1 ผลการทดสอบศักยภาพเบื้องต้นของเชื้อราโรคแมลงในการควบคุมแมลงวันผลไม้

การทดลองที่ 1.11 ศักยภาพของไส้เดือนฝอยศัตรูแมลงในการควบคุมเพลี้ยแป้ง *Dysmicoccus* sp.

ผลการทดลอง

การทดสอบศักยภาพของไส้เดือนฝอยศัตรูแมลงในการควบคุมเพลี้ยแป้ง *Dysmicoccus* sp. ได้ทำการเก็บรวบรวมเพลี้ยแป้งจากแหล่งระบาดมาเลี้ยงขยายในห้องปฏิบัติการ และทำระบาดเทียมในโรงเรือนทดลอง พร้อมกันนี้ ได้ทำการเลี้ยงเพิ่มปริมาณไส้เดือนศัตรูแมลง 2 ชนิด คือ *Steinernema carpocapsae* และ *S. riobrave* เพื่อใช้สำหรับทดสอบอัตราไส้เดือนฝอยศัตรูแมลงต่อเพลี้ยแป้ง

จากการทดสอบศักยภาพของไส้เดือนฝอยศัตรูแมลงในห้องปฏิบัติการ โดยใช้ไส้เดือนฝอย 5 ชนิด คือ *S. carpocapsae*, *S. riobrave*, *S. glaseri S. siamkayai* และ *S. minutum* อัตรา 400, 500 และ 600 ตัว/เพลี้ยแป้ง 1 ตัว กับเพลี้ยแป้ง 4 ระยะ คือ ระยะ crawler วัย 2 วัย 3 และระยะตัวเต็มวัย พบว่าไส้เดือนฝอยทุกชนิดมีประสิทธิภาพทำให้เพลี้ยแป้งระยะตัวเต็มวัยตายได้มากกว่าระยะอื่น โดยไส้เดือนฝอย *S. carpocapsae* และ *S. riobrave* อัตรา 500 และ 600 ตัว/เพลี้ยแป้ง 1 ตัว มีประสิทธิภาพทำให้เพลี้ยแป้งระยะตัวเต็มวัยตายได้ดีที่สุด จึงคัดเลือกไส้เดือนฝอย *S. carpocapsae* และ *S. riobrave* มาทดสอบในโรงเรือนทดลอง เปรียบเทียบกับกรรมวิธีควบคุม (พ่นน้ำเปล่า) พบว่า (ตารางที่ 1.11.1)

หลังพ่นสารทดลองครั้งที่ 1 ไส้เดือนฝอยศัตรูแมลง *S. carpocapsae* อัตรา 500 และ 600 IJs/เพลี้ยแป้ง 1 ตัว เพลี้ยแป้งมีอัตราการตาย 30.00 และ 27.50 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ มากกว่าและแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธีควบคุม ที่มีอัตราการตาย 0.00 เปอร์เซ็นต์

กรมวิชาการเกษตร

หลังพ่นสารทดลองครั้งที่ 2 ไส้เดือนฝอยศัตรูแมลง *S. carpocapsae* อัตรา 500, 600 IJs/เพลี้ยแป้ง 1 ตัว และ ไส้เดือนฝอยศัตรูแมลง *S. riobrave* อัตรา 600 IJs/เพลี้ยแป้ง 1 ตัว เพลี้ยแป้งมีอัตราการตาย 52.50, 52.50 และ 50 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ มากกว่าและแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธีควบคุม ที่มีอัตราการตาย 0.00 เปอร์เซ็นต์

หลังพ่นสารทดลองครั้งที่ 3 ไส้เดือนฝอยศัตรูแมลง *S. carpocapsae* อัตรา 500, 600 IJs/เพลี้ยแป้ง 1 ตัว และ ไส้เดือนฝอยศัตรูแมลง *S. riobrave* อัตรา 600 IJs/เพลี้ยแป้ง 1 ตัว เพลี้ยแป้งมีอัตราการตาย 57.50, 65.00 และ 52.50 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ มากกว่าและแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธีควบคุม ที่มีอัตราการตาย 0.00 เปอร์เซ็นต์

หลังพ่นสารทดลองครั้งที่ 4 ไส้เดือนฝอยศัตรูแมลง *S. carpocapsae* และ ไส้เดือนฝอยศัตรูแมลง *S. riobrave* อัตรา 500 และ 600 IJs/เพลี้ยแป้ง 1 ตัว เพลี้ยแป้งมีอัตราการตาย 65.50, 70.00, 40.00 และ 60.00 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ มากกว่าและแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธีควบคุม ที่มีอัตราการตาย 0.00 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 1.11.1)

ดังนั้น ไส้เดือนฝอยที่ที่มีศักยภาพในการควบคุมเพลี้ยแป้ง *Dysmicoccus* sp. ในโรงเรือนทดลองดีที่สุดคือ ไส้เดือนฝอย *S. carpocapsae*

ตารางที่ 1.11.1 อัตราการตายของเพลี้ยแป้งระยะตัวเต็มวัยเพศเมียต่อไส้เดือนฝอยศัตรูแมลง *Steinernema carpocapsae* และ *Steinernema riobrave* อัตรา 500 และ 600 ตัว/เพลี้ยแป้ง 1 ตัว ในสภาพโรงเรือน

ไส้เดือนฝอยศัตรูแมลง	อัตราการใช้ (IJs/เพลี้ยแป้ง 1 ตัว)	อัตราการตาย (%)			
		หลังพ่นครั้งที่			
		1	2	3	4
Steinernema carpocapsae	500	30.00 a	52.50 a	57.50 ab	65.50 a
	600	27.50 a	52.50 a	65.00 a	70.00 a
Steinernema riobrave	500	15.00 ab	15.00 b	25.00 bc	40.00 a
	600	2.50 b	50.00 a	52.50 ab	60.00 a
กรรมวิธีควบคุม	-	0.00 b	0.00 b	0.00 c	2.50 b

กรมวิชาการเกษตร

การทดลองที่ 1.12 ศึกษาชนิดและศักยภาพของแตนเบียนเพลี้ยอ่อนในเพลี้ยอ่อนสกุล *Aphis* (Homoptera: Aphididae) ในพื้นที่ปลูกผักภาคกลาง

ผลการทดลอง

การทดสอบศักยภาพการเบียนเพลี้ยอ่อนของแตนเบียน *Aphidius ervi* และ *Aphelinus abdominalis* โดยใส่จำนวนเพลี้ยอ่อน จำนวน 50 ตัว ต่อแตนเบียนเพลี้ยอ่อน จำนวน 10 คู่ จำนวน 5 ซ้ำ บันทึกจำนวนมัมมี่ จำนวนแตนที่ออกเป็นตัวเต็มวัย และเปรียบเทียบศักยภาพการเบียนของแตนเบียนเพลี้ยอ่อนทั้ง 2 ชนิด (ดังตารางที่ 1.12.1) พบว่า แตนเบียน *A. abdominalis* มีศักภาพในการเบียนมากกว่าแตนเบียน *A. ervi* โดย พบมัมมี่ 34 มัมมี่ อัตราการเบียน 62.07เปอร์เซ็นต์ อัตราการออกเป็นตัวเต็มวัย 68.15เปอร์เซ็นต์ ในแตนเบียน *A. abdominalis* และ พบมัมมี่ 25.80 มัมมี่ อัตราการเบียน 46.29เปอร์เซ็นต์ อัตราการออกเป็นตัวเต็มวัย 57.26เปอร์เซ็นต์ ในแตนเบียน *A. ervi*

การศึกษาศักยภาพของแตนเบียนเพลี้ยอ่อน *A. abdominalis*

1. โดยทำการคัดแยกแตนเบียนเพศเมียเพื่อนำไปทดสอบ (โดยคัดเลือกจากมัมมี่ที่มีขนาดใหญ่) ใส่ในเพลทแก้วใสพร้อมพืชอาหารของเพลี้ยอ่อน และแปะน้ำผึ้งเพื่อเป็นอาหารของแตนเบียน ที่อัตราต่างๆ ตามแต่ละกรรมวิธี โดยทดสอบอัตราละ 5 ซ้ำ ปล่อยให้แตนเบียนลงเบียนเพลี้ยอ่อน เป็นเวลา 24 ชั่วโมง

2. หลังจาก 24 ชั่วโมง นำแตนเบียนออกจากเพลทแก้ว แล้วปล่อยในเพลททดสอบใหม่ที่มีเพลี้ยอ่อนในจำนวนเดียวกันตามแต่ละกรรมวิธี บันทึกวัน เดือนปี ที่เบียนไว้ที่ฝากล่อง ทำเช่นเดียวกันทุกๆ 24 ชั่วโมง สังเกตพฤติกรรมการเบียนและบันทึกผล ทุก 24 ชั่วโมง จนกว่าแตนเบียนเพลี้ยอ่อนจะตาย

จากการทดสอบศักยภาพแตนเพลี้ยอ่อน *A. abdominalis* ที่อุณหภูมิห้อง (อุณหภูมิ 29±2 องศาเซลเซียล) กรรมวิธีที่ 3 ใส่แตนเบียนเพศเมียต่อเพลี้ยอ่อน ในอัตรา 1:10 มีศักยภาพในการเบียนมากที่สุด โดยมีอัตราการเบียนที่ 82.50 เปอร์เซ็นต์ และอัตราการออกเป็นตัวเต็มวัยที่ 85.74 เปอร์เซ็นต์ อัตราส่วนเพศเมียต่อเพศผู้ 2:1 (ตารางที่ 1.12.2)

ตารางที่ 1.12.1 : เปรียบเทียบศักยภาพการเบียนเพลี้ยอ่อนของแตนเบียน *A. ervi* กับ *A. Abdominalis*

Parasitoid species	Mummy	% Egg deposite	% adult
A. ervi	25.80	46.29	57.26
A. Abdominalis	34.00	62.07	68.15

กรมวิชาการเกษตร

ตารางที่ 1.12.2 : เปรียบเทียบศักยภาพการเบียนเพลี้ยอ่อนของแตนเบียน *A. Abdominalis* ที่อัตราส่วนของแตนเบียนและเพลี้ยอ่อนที่แตกต่างกัน

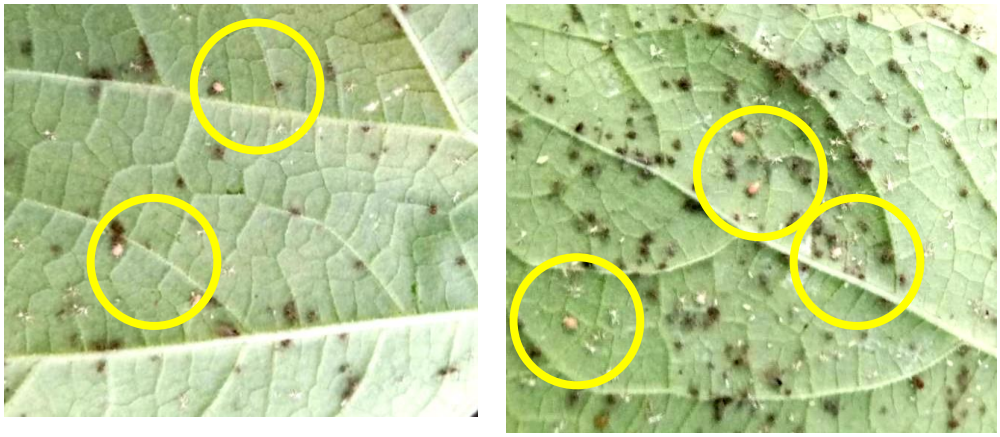
กรรมวิธี	อัตราส่วนแตนเบียน:เพลี้ยอ่อน	จำนวนมัมมี่ที่ได้ (ตัว)	% การเบียน	% การออกเป็นตัวเต็มวัย	อัตราส่วนเพศ (เพศเมีย:เพศผู้)
กรรมวิธีที่ 1	1:1	4.04	80.89	79.18	2:1
กรรมวิธีที่ 2	1:5	16.93	67.70	73.28	2:1
กรรมวิธีที่ 3	1:10	16.50	82.50	85.74	2:1
กรรมวิธีที่ 4	1:15	23.40	78.00	81.63	2:1
กรรมวิธีที่ 5	1:20	29.55	73.88	80.01	2:1

กรมวิชาการเกษตร

ภาพที่ 1.12.1 พืชอาหารเพลี้ยอ่อนและกรงเพาะเลี้ยงขยายเพลี้ยอ่อนและแตนเบียนเพลี้ยอ่อน

ภาพที่ 1.12.2 เพลี้ยอ่อน (*Aphids gossypii*) ในกรงเพาะเลี้ยงขยาย

กรมวิชาการเกษตร



ภาพที่ 1.12.3 มัมมี่แตนเบียนเพลี้ยอ่อนในกรงเพาะเลี้ยงขยาย

ภาพที่ 1.12.4 มัมมี่ที่ได้จากเพลี้ยอ่อนฝ้าย (*Aphis gossypii* Glover)

Aphidius ervi *Aphelinus abdominalis*

ภาพที่ 1.12.5 แตนเบียนเพลี้ยอ่อนตัวเต็มวัยที่ได้จากการเพาะเลี้ยง

กรมวิชาการเกษตร

การทดลองที่ 1.13 การคัดเลือกอนุภาคไวรัส เอ็น พี วี ที่มีศักยภาพในการป้องกันกำจัดหนอนใยผัก

ผลการทดลอง

ทดสอบไวรัสชนิดต่างๆ ได้แก่ Virions of SeMNPV by cells culture, Occlusion bodies of SeMNPV by cells culture, Occlusion bodies of SeMNPV by larvae, Virions of HaSNPV, Virions of HaSNPV infected Sf cells culture, Occlusion bodies of SlNPV by larvae และ Occlusion bodies of TnNPV by larvae พบว่า มีหนอนกระทู้หอมตายในไวรัสทุกชนิดที่ทดสอบ แต่จะมีระดับที่แตกต่างกัน (ตารางที่ 1.13.1) ซึ่งต้องควรต้องมีการตรวจวิเคราะห์ลักษณะทางพันธุกรรมต่อไป

ตารางที่ 1.13.1 เปอร์เซ็นต์การตายของหนอนกระทู้หอมเนื่องจากไวรัสชนิดต่างๆ

Treatments	Concentation	Total larvae per treatment	Total dead larve after post infection (3 rep.)				
			1 day	3 days	7 days	10 days	percentage of dead larvae
T1 Virions of SeMNPV by cells culture	1:10	30	-	2	3	4	13.33
T2 Occlusion bodies of SeMNPV by cells culture	$1x10^5$ OBs/ml	30	-	2	14	16	53.33
T3 Occlusion bodies of SeMNPV by larvae	$1x10^5$ OBs/ml	30	-	2	10	14	46.67
T4 Virions of HaSNPV	1:10	30	-	2	10	13	43.33
T5 Virions of HaSNPV infected Sf cells culture	1:10	30	-	2	2	5	16.67
T6 Occlusion bodies of SlNPV by larvae	$1x10^5$ OBs/ml	30	-	1	2	3	10.00
T7 Occlusion bodies of TnNPV by larvae	$1x10^5$ OBs/ml	30	-	2	8	10	33.33
T8 Control(distilled water)	30 µl/larvae	30	-	-	-	-	-

กรมวิชาการเกษตร

การทดลองที่ 1.14 การคัดแยกชนิดและทดสอบศักยภาพการก่อโรคในหนูศัตรูพืชของโปรโตซัวสกุล *Eimeria* (Apicomplexa: Coccidia) จากหนูนาใหญ่ (ricefield rat: *Rattus argentiventer* (Robinson andKloss, 1916)) เพื่อผลิตเป็นสารชีวภัณฑ์กำจัดหนู

ผลการทดลอง

1. ดักหนูนาใหญ่ศัตรูพืชทั้งหมด 63 ตัว (ใน 8 จังหวัด 4 ภูมิภาคในประเทศไทย) คัดแยกเชื้อได้ 15 ตัว คิดเป็น 23.81เปอร์เซ็นต์ จากหนูทั้งหมด

2. พบเชื้อที่มีศักยภาพทำให้หนูทดลองป่วยและตายได้ จำนวน 1 ไอโซเลท คือ ตัวอย่าง Ra.Uthai05 มีศักยภาพทำให้หนูทดลองป่วยและตายได้ร้อยละ 60 ที่ระดับความเข้มข้นของโอโอซีสต์

5,000 โอโอซีสต์ (กรรมวิธีที่ 2) ที่ระยะเวลา 2-5 วัน จากลักษณะสัณฐานวิทยาและชีวโมเลกุล พบว่าเป็น *Eimeria ferrisi*

3. ผลการทดสอบการเพิ่มปริมาณของเชื้อที่มีศักยภาพทำให้หนูทดลองป่วยและตายได้ คือ ตัวอย่าง Ra.Uthai05 ในหนูท้องขาวบ้านและหนูทดลอง Sprague Dawley Rats จำนวนอย่างละ 20 ตัว พบว่าไม่สามารถเพิ่มปริมาณเชื้อได้

กรมวิชาการเกษตร

Table 1.14.1 Oocysts of coccidia species list indicating the location, host and type of oocysts in this study.

No	Country	Sampling location	Source	Locallity coordinating	Hosts (N)	Oocysts (N)	Host species (n)	Type of oocysts (n)
1	Eastern Thailand	BanSang, PrachinBuri	rice field	14.011897, 101.215630	5	2	Ricefield rat; *Rattus argentiventer* (5)	*Eimeria* sp. (2)
2	Central Thailand	Mueng, ChaiNat	rice field	15.19322, 100.123391	10	4	Ricefield rat; *Rattus argentiventer* (11)	*Eimeria* sp. (3)
		Mueng, NakhonNayok	rice field	14.159897, 101.134773	5	N.A.	Ricefield rat; *Rattus argentiventer* (5)	N.A.
		NongYang, UthaiTani	rice field	15.3228345, 99.6391726	7	3	Ricefield rat; *Rattus argentiventer* (7)	*Eimeria* sp. (3)
		Phichai, Uttaradit	rice field	17.263430, 100.099866	12	4	Ricefield rat; *Rattus argentiventer* (12)	*Eimeria* sp. (4)
3	NorthEast Thailand	Sikhio, NakhonRatchasima	corn field	14.872284, 101.650930	8	N.A.	Ricefield rat; *Rattus argentiventer* (8)	N.A.
		Napho, Buriram	rice field	15.625610,102.947091	7	N.A.	Ricefield rat; *Rattus argentiventer* (7)	N.A.
4	Southern Thailand	HatYai, SongKla	rice field	6.968445, 100.380445	9	2	Roof rat; *Rattus rattus* (9)	*Eimeria* sp. (2)
			Total		**63**	**15**	**Prevalence 23.81%**	

N.A.; Not available

กรมวิชาการเกษตร

Table 1.14.2 Percent mortality of rodents at different concentration of oocysts suspension in 4 treatments after direct feeding.

No.	Voucher number	Sampling location	Hosts	Type of oocysts	oocysts/ul	% Mortality after treatment				Range of mortality (days)
						T1 (500 oocysts)	T2 (5,000 oocysts)	T3 (50,000 oocysts)	T4 (control)	
1	RaPra 01	BanSang, PrachinBuri	*R. argentiventer*	*Eimeria* sp.	25	0	0	0	0	-
2	RaPra 02	BanSang, PrachinBuri	*R. argentiventer*	*Eimeria* sp.	25	0	0	0	0	-
3	RaChai 01	Mueng, ChaiNat	*R. argentiventer*	*Eimeria* sp.	3	0	0	N.A.	0	-
4	RaChai 02	Mueng, ChaiNat	*R. argentiventer*	*Isospora* sp.	1	0	0	N.A.	0	-
5	RaChai 03	Mueng, ChaiNat	*R. argentiventer*	*Eimeria* sp.	1	0	0	N.A.	0	-
6	RaChai 04	Mueng, ChaiNat	*R. argentiventer*	*Eimeria* sp.	1	0	0	N.A.	0	-
7	RaUth 05	NongYang, UthaiTani	*R. argentiventer*	*Eimeria* sp.	25	0	60	0	0	2-5
8	RaUth 06	NongYang, UthaiTani	*R. argentiventer*	*Eimeria* sp.	25	0	0	0	0	-
9	RaUth 07	NongYang, UthaiTani	*R. argentiventer*	*Eimeria* sp.	25	0	0	0	0	-
*10	Ra Uttar 02	Phichai, Uttaradit	*R. argentiventer*	*Eimeria* sp.	11	0	0	N.A.	0	-
*11	Ra Uttar 03	Phichai, Uttaradit	*R. argentiventer*	*Eimeria* sp.	11	0	0	N.A.	0	-
12	Ra Uttar 04	Phichai, Uttaradit	*R. argentiventer*	*Eimeria* sp.	25	0	0	0	0	-
13	Ra Uttar 08	Phichai, Uttaradit	*R. argentiventer*	*Eimeria* sp.	25	0	0	0	0	-
14	RaSK05	HatYai, SongKla	*R. argentiventer*	*Eimeria* sp.	100	0	0	0	0	-
*15	RaSK10	HatYai, SongKla	*R. argentiventer*	*Eimeria* sp.	2	0	0	N.A.	0	-

* ; the isolate of oocysts have insufficient concentration to all treatments.

N.A.; Not available

กรมวิชาการเกษตร

การทดลองที่ 1.15 ชนิดและศักยภาพของบั่วตัวห้ำในการควบคุมเพลี้ยแป้ง

ผลการทดลอง

ดำเนินการสำรวจ และเก็บรวบรวม บั่วตัวห้ำ ระหว่างเดือน ธันวาคม 2561- ธันวาคม 2562 พบตัวหนอนบั่วตัวห้ำที่ จ.นครราชสีมา ในเดือน มิถุนายน 2562 และ ที่ จ. พิษณุโลก เดือน กันยายน 2562 แต่หลังจากนั้น กลับไปสำรวจเพิ่มเติมอีกในเดือน พฤศจิกายน และ ธันวาคม 2562 ไม่พบบั่วตัวห้ำ (ตารางที่ 1.15.1) ซึ่งสอดคล้องกับการรายงานของ Majid *et al.*(2011) กล่าวว่าแมลงศัตรูธรรมชาติ ชนิดนี้ พบได้ในช่วง เดือนพฤษภาคม ถึงกันยายน เท่านั้น ในการจำแนกชนิดเบื้องต้นของบั่วตัวห้ำ ที่พบ อยู่ในสกุล *Dicrodiplosis* sp. เมื่อพบตัวอ่อนบั่วตัวห้ำ ได้นำกลับมาเลี้ยงเพื่อศึกษาวงจรชีวิต ในห้องปฏิบัติการ บั่วตัวห้ำจัดอยู่ในสกุล *Dicrodiplosis* sp.ดังกล่าว ตัวเต็มวัยมีลักษณะคล้ายยุงตัวเล็ก ตัวอ่อนมีลักษณะเหมือนหนอนแมลงวัน ตัวหนอนเมื่อฟักออกมาจากไข่แรกๆ จะมีลำตัวสีขาว และจะค่อยๆเปลี่ยนเป็นสีแดงอมส้ม เมื่อกินอาหาร ตัวหนอนอาศัยอยู่ใต้กลุ่มไข่เพลี้ยแป้ง กินไข่เพลี้ยแป้งเป็นอาหาร สามารถกินเพลี้ยแป้งได้ทุกระยะ วงจรชีวิตของบั่วตัวห้ำจากไข่ถึงตัวเต็มวัย ใช้เวลาประมาณ 22-27 วัน ระยะเวลา จาก ไข่ ตัวหนอน ดักแด้ และตัวเต็มวัย เป็น 2-3, 10-11, 7-9 และ 3-4 วันตามลำดับ (ตารางที่ 1.15.2) และจากการศึกษาศักยภาพของบั่วตัวห้ำ ในการกินเพลี้ยแป้งในห้องปฏิบัติการพบว่า ตลอดวงจรชีวิตของตัวหนอนบั่วตัวห้ำ 1 ตัว สามารถกินไข่เพลี้ยแป้งได้เฉลี่ย 1,596.9 ฟอง และถ้าให้อาหารเป็นเพลี้ยแป้งตัวเต็มวัย สามารถกินเพลี้ยแป้งตัวเต็มวัยได้เฉลี่ยถึง 880.6 ตัว

กรมวิชาการเกษตร

ตารางที่ 1.15.1. สถานที่ และผลการสำรวจบั่วตัวห้ำที่ลงทำลายเพลี้ยแป้ง ระหว่าง เดือน ธันวาคม 2561- ธันวาคม 2562

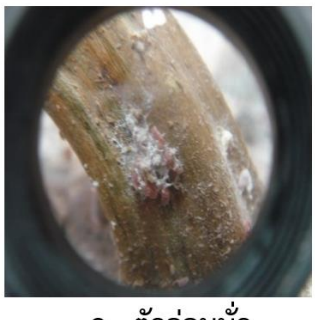
เดือน	สถานที่	บั่วตัวห้ำ
ธันวาคม 2561	ปทุมธานี , นครปฐม	ไม่พบ
มกราคม 2562	ปทุมธานี , นครปฐม	ไม่พบ
กุมภาพันธ์ 2562	นครสวรรค์, สุโขทัย ตาก	ไม่พบ
มีนาคม 2562	จันทบุรี,ปราจีนบุรี,สระแก้ว	ไม่พบ
เมษายน 2562	นครราชสีมา	ไม่พบ
พฤษภาคม 2562	ปทุมธานี , นครปฐม,ปราจีนบุรี	ไม่พบ
มิถุนายน 2562	นครราชสีมา	พบ
กรกฎาคม ๒562	ปทุมธานี นครราชสีมา กาญจนบุรี	ไม่พบ
สิงหาคม 2562	ปทุมธานี กาญจนบุรี ราชบุรี	ไม่พบ
กันยายน 2562	พิษณุโลก เพชรบูรณ์	พบ
ตุลาคม 2562	ปทุมธานี , นครปฐม	ไม่พบ
พฤศจิกายน 2562	พิษณุโลก	ไม่พบ
ธันวาคม 2562	นครราชสีมา	ไม่พบ

ตารางที่ 1.15.2. ระยะเวลาในการเจริญเติบโตของ บั่วตัวห้ำ *Dicrodiplosis* sp. ในห้องปฏิบัติการ

ระยะการเจริญเติบโต	จำนวน	ระยะเวลา (วัน)
ไข่	20	2-3
ตัวหนอน	20	10-11
ดักแด้	20	7-9
ตัวเต็มวัย	20	3-4
ระยะไข่-ตัวเต็มวัย		22-27

ก. ไข่

ข. ตัวอ่อนบั่วตัวห้ำ



ค. ตัวอ่อนบั่ว

ภาพที่ 1.15.1 บั่วตัวห้ำ *Dicrodiplosis* sp

กรมวิชาการเกษตร

การทดลอง1.16 การคัดเลือกสารสกัดจากพืชบางชนิดเพื่อป้องกันกำจัดแมลงหวี่ขาวยาสูบ (*Bemisiatabaci*(Gennadius)) เพลี้ยแป้ง (*Phenacoccus* sp.) และเพลี้ยอ่อนฝ้าย (*Aphis gossypii* Glover)ในพืชผัก

ผลการทดลอง

ผลการคัดเลือกสารสกัดจากพืชบางชนิด เพื่อทดสอบประสิทธิภาพในการป้องกันกำจัดเพลี้ยอ่อนและเพลี้ยแป้ง ในห้องปฏิบัติการ ในปี 2562 พบว่าเปอร์เซ็นต์การตายของเพลี้ยอ่อนและเพลี้ยแป้ง โดยคำนวณจากสูตร

$$\text{เปอร์เซ็นต์การตาย} = \frac{\text{จำนวนแมลงที่ตาย}}{\text{จำนวนแมลงที่ใช้ทดสอบทั้งหมด}} \times 100$$

ของแมลงอยู่ระหว่าง 0 -5 (ตารางที่ 1.16.1) จึงคัดเลือกสารสกัดจากพืชที่มีแนวโน้นของประสิทธิในการป้องกันกำจัดแมลงทั้ง 2 ชนิด สูง จำนวน 5 ชนิด คือ สารสกัดจากใบสะเดา สารสกัดจากใบสบู่ดำ สารสกัดจากใบละหุ่ง สารสกัดจากใบแมงลักคา และสารสกัดจากกากเมล็ดชา มาทดสอบประสิทธิภาพการป้องกันกำจัดเพลี้ยอ่อน และเพลี้ยแป้ง ในสภาพโรงเรือน แต่เนื่องจากไม่พบการระบาดของเพลี้ยอ่อนและไม่สามารถทำการระบาดเทียมได้ จึงทำการทดสอบประสิทธิภาพในการป้องกันกำจัดเพลี้ยแป้งเพียง 1 ชนิด โดย ผลการทดลองพบว่า ก่อนพ่นสารทุกกรรมวิธีพบเพลี้ยแป้งเฉลี่ยเท่ากับ 2.75 – 3.44 ตัว/ต้น ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ หลังพ่นสาร 1 วัน พบจำนวนเพลี้ยแป้งเพิ่มขึ้นเล็กน้อย โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 2.91 – 3.58 ตัว/ต้น แต่ทุกกรรมวิธีไม่มีความแตกต่างทางสถิติ เช่นเดียวกับหลังพ่นสาร 3 และ 5 วัน โดยพบเพลี้ยแป้งเฉลี่ยเท่ากับ 2.66 – 3.50 และ 2.50 – 3.08 ตัว/ต้น ตามลำดับ (ตารางที่ 1.16.2)

จากการคำนวณเปอร์เซ็นต์ประสิทธิภาพของสารสกัดจากพืชชนิดต่างๆ ในการป้องกันกำจัดเพลี้ยแป้งโดยใช้สูตร

$$\% \text{ Efficacy} = [(Ca.Tb - Ta.Cb)/Ca.Tb] \times 100$$

Ta = Number of insects in the treated plot after application

Tb = Number of insects in the treated plot before application

Ca = Number of insects in the untreated plot after application

Cb = Number of insects in the untreated plot before application

พบว่า สารสกัดจากใบละหุ่ง มีเปอร์เซ็นต์ประสิทธิภาพในการป้องกันกำจัดเพลี้ยแป้งสูงที่สุด คือ 7.63 หลังพ่นสาร 1 วัน รองลงมาคือ สารสกัดจากใบแมงลักคามีเปอร์เซ็นต์ประสิทธิภาพในการป้องกันกำจัดเพลี้ยแป้งเท่ากับ 7.55 หลังพ่นสาร 3 วัน (ตารางที่ 1.16.3) แต่ยังนับว่าเป็นเปอร์เซ็นต์ที่ต่ำมาก

กรมวิชาการเกษตร

ตารางที่ 1.16.1 เปอร์เซ็นต์การตายของเพลี้ยอ่อนและเพลี้ยแป้งหลังพ่นสาร 48 ชั่วโมง ในห้องปฏิบัติการ ปี 2562

กรรมวิธี	จำนวนแมลง (ตัว)	เปอร์เซ็นต์การตายของเพลี้ยอ่อน (%)	เปอร์เซ็นต์การตายของเพลี้ยแป้ง (%)
1. สารสกัดจากใบสะเดา*	100	10*	8
2. สารสกัดจากใบยาสูบ	100	5	3
3. สารสกัดจากใบสบู่ดำ*	100	7	11*
4. สารสกัดจากใบสาบเสือ	100	2	1
5. สารสกัดจากใบละหุ่ง*	100	6	8*
6. สารสกัดจากใบแมงลักคา*	100	12*	6
7. สารสกัดจากใบน้อยหน่า	100	2	2
8. สารสกัดจากใบยูคาลิปตัส	100	1	1
9. สารสกัดจากเถาบอระเพ็ด	100	4	1
10. สารสกัดจากกากเมล็ดชา*	100	10*	7
11. พ่นด้วยเอทธานอล 50 %	100	5	3
12. พ่นด้วยน้ำกลั่น	100	2	0

กรมวิชาการเกษตร

ตารางที่ 1.16.2 ประสิทธิภาพสารสกัดจากพืชชนิดต่างๆ ในการป้องกันกำจัดเพลี้ยแป้งในสภาพโรงเรือน อ.พัฒนานิคม จ.ลพบุรี ระหว่างเดือนสิงหาคม – กันยายน 2563

กรรมวิธี	อัตราต่อน้ำ 5 ลิตร (มล.)	จำนวนเพลี้ยแป้งเฉลี่ย (ตัว/ต้น) *			
		ก่อนพ่นสาร	หลังพ่นสาร		
			1 วัน	3 วัน	5 วัน
1. สารสกัดจากใบสะเดา	50	2.83	3.33	2.91	2.50
2. สารสกัดจากใบสบู่ดำ	50	2.75	2.83	2.66	2.58
3. สารสกัดจากใบละหุ่ง	50	3.00	2.91	3.00	2.91
4. สารสกัดจากใบแมงลักคา	50	3.33	3.41	3.16	2.83
5. สารสกัดจากกากเมล็ดชา	50	3.08	3.50	3.00	2.66
6. ไม่พ่นสาร		3.41	3.58	3.50	3.08
CV (%)					

* ค่าเฉลี่ยจาก 4 ซ้ำ ๆ ละ 3 ต้น

ตารางที่ 1.16.3 เปอร์เซ็นต์ประสิทธิภาพสารสกัดจากพืชชนิดต่างๆ ในการป้องกันกำจัดเพลี้ยแป้งในสภาพโรงเรือน อ.พัฒนานิคม จ.ลพบุรี ระหว่างเดือนสิงหาคม – กันยายน 2563

กรรมวิธี	อัตราต่อน้ำ 5 ลิตร (มล.)	ประสิทธิภาพการป้องกันกำจัดหลังพ่นสาร		
		1 วัน	3 วัน	5 วัน
1. สารสกัดจากใบสะเดา	50	-12.0	-0.15	2.18
2. สารสกัดจากใบสบู่ดำ	50	1.98	5.76	-4.51
3. สารสกัดจากใบละหุ่ง	50	7.63	2.57	-7.35
4. สารสกัดจากใบแมงลักคา	50	2.51	7.55	5.85
5. สารสกัดจากกากเมล็ดชา	50	-9.0	5.01	4.32

กรมวิชาการเกษตร

การทดลองที่ 1.17 ศึกษาศักยภาพของเชื้อรา *Metarhizium* spp. และ *Beauveria* spp. ในการควบคุมมอดเจาะผลกาแฟพันธ์อะราบิก้า (*Hypothenemus hampei*)

ผลการทดลอง

ทดสอบประสิทธิภาพเชื้อราโรคแมลงจำนวน 4 ไอโซเลท คือ *B. bassiana* DOA B4, DOA B18, DOA B19 และ DOA B20 จำนวน 4 ความเข้มข้น ได้แก่ 1 x 10^6, 1 x 10^7, 1 x 10^8 และ 1 x 10^9 โคนิเดีย/มล. จากการทดลอง จำนวน 4 ครั้ง พบว่า หลังจากจุ่มมอดเจาะผลกาแฟในสารแขวนลอยสปอร์เป็นเวลา 2-3 วัน มอดจะเริ่มเคลื่อนไหวช้าลง พบประสิทธิภาพการเข้าทำลายแมลงของเชื้อราระหว่าง 0-35.63เปอร์เซ็นต์ จากนั้นวันที่ 4 จะสังเกตเห็นโครงสร้างของเชื้อราโรคแมลงบนตัวมอดเจาะผลกาแฟเพิ่มสูงขึ้น ระหว่าง 2.50-76.88เปอร์เซ็นต์ และเห็นโครงสร้างของเชื้อราโรคแมลงชัดเจนในวันที่ 5-7 ระหว่าง 5.63-92.50เปอร์เซ็นต์ และพบว่าอัตราการติดเชื้อราเฉลี่ยในกรรมวิธีต่างๆ ไปในทิศทางเดียวกัน เมื่อความเข้มข้นสูงขึ้นอัตราการตายของมอดเจาะผลกาแฟมีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้นเช่นเดียวกัน

หลังการทดสอบที่ 3 วัน พบว่า เชื้อรา *B. bassiana* DOA B4 สามารถเข้าทำลายมอดได้ อยู่ระหว่าง 2.50-30.00เปอร์เซ็นต์ เชื้อรา *B. bassiana* DOA B18 พบทำลายที่ 1.25-35.63เปอร์เซ็นต์ เชื้อรา *B. bassiana* DOA B19 พบทำลายที่ 1.88-33.13เปอร์เซ็นต์ และเชื้อรา *B. bassiana* DOA B20 พบทำลายที่ 0.00-33.13เปอร์เซ็นต์

หลังการทดสอบที่ 4-5 วัน พบว่า เชื้อรา *B. bassiana* DOA B4 เข้าทำลายมอดได้ระหว่าง 5.63-85.63เปอร์เซ็นต์ เชื้อรา *B. bassiana* DOA B18 พบทำลายที่ 11.88-90.00เปอร์เซ็นต์ เชื้อรา *B. bassiana* DOA B19 พบทำลายที่ 4.38-85.63เปอร์เซ็นต์ และเชื้อรา *B. bassiana* DOA B20 พบทำลายที่ 2.50-86.88เปอร์เซ็นต์

หลังการทดสอบที่ 6-7 วัน พบว่า เชื้อรา *B. bassiana* DOA B4 เข้าทำลายมอดได้ระหว่าง 18.13-92.50เปอร์เซ็นต์ เชื้อรา *B. bassiana* DOA B18 พบทำลายที่ 25.63-92.50เปอร์เซ็นต์ เชื้อรา *B. bassiana* DOA B19 พบทำลายที่ 15.63-89.38เปอร์เซ็นต์ และเชื้อรา *B. bassiana* DOA B20 พบทำลายที่ 6.88-91.88เปอร์เซ็นต์

จากผลการทดลองดังกล่าว พบว่า หลังการทดสอบ 3 วัน เชื้อรา *B. bassiana* DOA B18 x 10^9 โคนิเดีย/มล. มีประสิทธิภาพสูงสุดในการควบคุมมอดเจาะผลกาแฟ เท่ากับ 35.63เปอร์เซ็นต์ รองลงมาคือ *B. bassiana* DOA B19 x 10^9 และ *B. bassiana* DOA B20 x 10^9 โคนิเดีย/มล. เท่ากับ 33.13เปอร์เซ็นต์ และ *B. bassiana* DOA B4 x 10^9 โคนิเดีย/มล. เท่ากับ 30.00เปอร์เซ็นต์

หลังทดสอบ 4 วัน เชื้อรา *B. bassiana* DOA B18 x 10^9 โคนิเดีย/มล. มีประสิทธิภาพสูงสุดในการควบคุมมอดเจาะผลกาแฟ เท่ากับ 76.88เปอร์เซ็นต์ รองลงมาคือ *B. bassiana* DOA B19 x 10^9 เท่ากับ 75.63เปอร์เซ็นต์ *B. bassiana* DOA B20 x 10^9 โคนิเดีย/มล. เท่ากับ 74.38 เปอร์เซ็นต์ และ *B. bassiana* DOA B4 x 10^9 โคนิเดีย/มล. เท่ากับ 73.75เปอร์เซ็นต์

ศรีบัวการเกษตร

หลังทดสอบ 5 วัน เชื้อรา *B. bassiana* DOA B18 x 10^9 โคนิเดีย/มล. มีประสิทธิภาพสูงสุดในการควบคุมมอดเจาะผลกาแฟ เท่ากับ 90.00เปอร์เซ็นต์ รองลงมาคือ *B. bassiana* DOA B20 x 10^9 เท่ากับ 86.88เปอร์เซ็นต์ และ*B. bassiana* DOA B4 x 10^9 และ *B. bassiana* DOA B19 x 10^9 โคนิเดีย/มล. เท่ากับ 85.63เปอร์เซ็นต์

หลังทดสอบ 6 วัน เชื้อรา *B. bassiana* DOA B4 x 10^9, *B. bassiana* DOA B18 x 10^9 และ*B. bassiana* DOA B20 x 10^9 โคนิเดีย/มล. มีประสิทธิภาพสูงสุดในการควบคุมมอดเจาะผลกาแฟ เท่ากับ 91.25เปอร์เซ็นต์ รองลงมาคือ *B. bassiana* DOA B19 x 10^9 เท่ากับ 88.13 เปอร์เซ็นต์

และหลังการทดสอบที่ 7 วัน พบเชื้อราโรคแมลงมีประสิทธิภาพสูงสุดในการเข้าทำลายมอดเจาะผลกาแฟ โดยพบเชื้อรา *B. bassiana* DOA B4 x 10^9 และ *B. bassiana* DOA B18 x 10^9 โคนิเดีย/มล. มีประสิทธิภาพสูงสุดถึง 92.50เปอร์เซ็นต์ รองลงมาคือ *B. bassiana* DOA B20 x 10^9 โคนิเดีย/มล. เท่ากับ 91.88เปอร์เซ็นต์ และ *B. bassiana* DOA B19 x 10^9 โคนิเดีย/มล. เท่ากับ 89.38 เปอร์เซ็นต์

ตารางที่ 1.17. ประสิทธิภาพเชื้อราโรคแมลงในการควบคุมมอดเจาะผลกาแฟ หลังการทดสอบ 3, 4, 5, 6 และ 7 วัน

	กรรมวิธี	**อัตราการติดเชื้อราโรคแมลง (เปอร์เซ็นต์)**				
		3 วัน	**4 วัน**	**5 วัน**	**6 วัน**	**7 วัน**
1.	*B. bassiana* DOA B4 x 10^6	2.50	5.63	14.38	18.13	20.63
2.	*B. bassiana* DOA B4 x 10^7	7.50	11.88	29.38	38.75	41.25
3.	*B. bassiana* DOA B4 x 10^8	6.25	29.38	48.13	60.00	61.88
4.	*B. bassiana* DOA B4 x 10^9	30.00	73.75	85.63	91.25	92.50
5.	*B. bassiana* DOA B18 x 10^6	10.63	18.13	23.75	25.63	28.75
6.	*B. bassiana* DOA B18 x 10^7	1.25	11.88	22.50	32.50	36.88
7.	*B. bassiana* DOA B18 x 10^8	6.88	40.00	56.88	68.75	70.00
8.	*B. bassiana* DOA B18 x 10^9	35.63	76.88	90.00	91.25	92.50
9.	*B. bassiana* DOA B19 x 10^6	1.88	4.38	11.88	15.63	17.50
10.	*B. bassiana* DOA B19 x 10^7	3.13	11.25	23.75	28.13	30.63
11.	*B. bassiana* DOA B19 x 10^8	11.88	39.38	56.88	62.50	64.38
12.	*B. bassiana* DOA B19 x 10^9	33.13	75.63	85.63	88.13	89.38
13.	*B. bassiana* DOA B20 x 10^6	0.00	2.50	5.63	6.88	8.75
14.	*B. bassiana* DOA B20 x 10^7	1.25	9.38	19.38	25.00	28.13
15.	*B. bassiana* DOA B20 x 10^8	4.38	27.50	45.63	55.63	59.38

กรมวิชาการเกษตร

16.	*B. bassiana* DOA B20 x 10^9	33.13	74.38	86.88	91.25	91.88
17.	Control	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

ภาพที่ 1.17.1 ลักษณะผลกาแฟที่ถูกมอดเจาะผลกาแฟเข้าทำลาย

กรมวิชาการเกษตร

ภาพที่ 1.17.2 ผลกาแฟที่ถูกมอดเข้าทำลายและพบราโรคแมลงบนมอดเจาะผลกาแฟตามธรรมชาติ

ภาพที่ 1.17.3 มอดเจาะผลกาแฟที่ติดเชื้อ *B. bassiana* DOA B4

กรมวิชาการเกษตร

ภาพที่ 1.17.4 มอดเจาะผลกาแฟที่ติดเชื้อ *B. bassiana* DOA B18

กรมวิชาการเกษตร

ภาพที่ 1.17.5 มอดเจาะผลกาแฟที่ติดเชื้อ *B. bassiana* DOA B19

ภาพที่ 1.17.6 มอดเจาะผลกาแฟที่ติดเชื้อ *B. bassiana* DOA B20

กรมวิชาการเกษตร

การทดลองที่ 1.18 ศึกษาชนิดและประเมินศักยภาพแมลงศัตรูธรรมชาติของหนอนใยผัก *Plutella xylostella* L. ในแหล่งปลูกภาคกลาง

ผลการทดลอง

ดำเนินการสำรวจแมลงศัตรูธรรมชาติของหนอนใยผัก ทำให้ได้แมลงเบียนและแมลงห้ำที่มีในธรรมชาติจากแปลงปลูกภาคกลาง ทำการเลือกแมลงเบียนและแมลงห้ำอย่างละ 1 ชนิดที่พบมากที่สุดจากการสำรวจ มาประเมินศักยภาพของแมลงศัตรูธรรมชาติในการควบคุมหนอนใยผักในห้องปฏิบัติการต่อไป ซึ่งแมลงเบียนและแมลงห้ำที่ให้ทดสอบคือ แตนเบียนหนอนใยผัก *Cotesia plutellae* และด้วงเต่าสีส้ม *Micraspis discolor* Fabricius

ก

ข

ภาพที่ 1.18.1 แมลงศัตรูธรรมชาติของหนอนใยผักที่พบมากที่สุด
ก.แตนเบียนหนอนใยผัก *Cotesia plutellae*
ข.ด้วงเต่าสีส้ม *Micraspis discolor* Fabricius

กรมวิชาการเกษตร

ดำเนินการประเมินศักยภาพของแมลงศัตรูธรรมชาติในการควบคุมหนอนใยผักในห้องปฏิบัติการ

<u>แมลงเบียน</u> จากการศึกษาการประเมินศักยภาพแตนเบียนหนอนใยผัก *Cotesia plutellae* ต่อการเบียนหนอนใยผัก โดยนำแตนเบียนหนอนใยผัก *Cotesia plutellae* จำนวน 1 คู่ ใส่ในหลอดทดลองที่มีหนอนใยผักอยู่ภายในหลอด แล้วปิดด้วยผ้าตาข่าย ปล่อยแตนเบียนเบียนหนอนใยผักนาน 24 ชั่วโมง เมื่อครบกำหนดนำหนอนใยผักที่โดนเบียนออกไปเลี้ยงในหลอดใหม่ แล้วใส่หนอนใยผักชุดใหม่ใส่ในหลอดทดลองที่มีแตนเบียนทำเช่นนี้ทุกวัน ติดต่อกันเป็นเวลา 4 วัน พบว่า แตนเบียนสามารถเบียนหนอนใยผักได้สูงที่สุดในวันที่ 2 มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.6 ตัว/วัน รองลงมาคือวันที่ 1, 3 และ 4 ซึ่งมีจำนวนค่าเฉลี่ยหนอนใยผักที่โดนเบียนเท่ากับ 4.2 ตัว/วัน, 2.2 ตัว/วัน และ 1.6 ตัว/วัน ตามลำดับ (ตารางที่ 1) และจากการศึกษาพบว่าหลังจากที่แตนเบียนเบียนหนอนใยผักแล้ว 6-7 วัน แตนเบียนในระยะหนอนจะเจอะผนังลำตัวหนอนใยผักเพื่อเข้าดักแด้บริเวรด้านนอกลำตัวของหนอนใยผัก ซึ่งดักแด้นั้นจะมีลักษณะเป็นสีขาวจำนวนหนอนใยผัก 1 ตัวจะมีดักแด้ 1 ดักแด้เท่านั้น และใช้เวลา 2-3 วันดักแด้ก็จะฟักออกเป็นตัวเต็มวัย และพบว่าแตนเบียนหนอนใยผักสามารถเบียนหนอนใยผักได้มากกว่า 4 วันจนกว่าจะตาย แต่ศักยภาพการเบียนก็จะลดลงตามระยะเวลา

ตารางที่ 1.18.1 ค่าเฉลี่ยของแตนเบียนหนอนใยผัก *Cotesia plutellae* ต่อการเบียนหนอนใยผัก

วันที่	**ค่าเฉลี่ยของหนอนใยผักที่โดนเบียน (ตัว/วัน)**
1	4.2
2	4.6
3	2.2
4	1.6

กรมวิชาการเกษตร

ภาพที่ 1.18.2 หนอนแตนเบียนหนอนใยผัก *Cotesia plutellae* เจาะผนังลำตัวหนอนออกมาเพื่อเข้าดักแด้

ภาพที่ 1.18.3 ดักแด้แตนเบียนหนอนใยผัก *Cotesia plutellae*

กรมวิชาการเกษตร

แมลงห้ำ การประเมินศักยภาพของด้วงเต่าสีส้ม *Micraspis discolor* Fabricius ในการกินหนอนใยผัก โดยแยกระหว่าเพศผู้และเพศเมีย พบว่า ด้วงเต่าสีส้มเพศเมียสามารถกินหนอนใยผักได้สูงกว่าเพศผู้ ในวันที่ 1 ด้วงเต่าสีส้มเพศเมียสามารถกินหนอนใยผักได้สูงที่สุด มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.1 ตัว/วัน ส่วนตัวผู้สามารถกินหนอนใยผักได้ 3.6 ตัว/วัน ส่วนวันที่ 2, 3 และ 4 เพศผู้สามารถกินหนอนใยผักได้ 2.2, 2 และ 2.1 ตัว/วัน เพศเมียสามารถกินหนอนใยผักได้ 2.6, 2.3 และ 2.5 ตัว/วัน ตามลำดับ (ตารางที่ 1) จากการสังเกตในการทดสอบการกินเหยื่อของด้วงเต่าสีส้มในครั้งนี้ พบว่าจากการเลี้ยงเพิ่มประมาณด้วงเต่าสีส้มในห้องปฏิบัติการก่อนนำมาทดสอบโดยให้อาหารด้วงเต่าเป็นหนอนใยผักทั้งแต่ระยะไข่ถึงหนอนวัย 4 จากการสังเกตพบว่า ด้วงเต่าชอบกินเหยื่อในระยะไข่มากกว่าระยะหนอน โดยเฉพาะหนอนใยผักวัยที่ 3-4 ซึ่งมีขนาดลำตัวที่ใหญ่

ตารางที่ 1.18.2 ค่าเฉลี่ยของด้วงเต่าสีส้ม *Micraspis discolor* Fabricius ต่อการกินหนอนใยผัก

วันที่	ค่าเฉลี่ยหนอนใยผักที่โดนกิน (ตัว/วัน)	
	เพศผู้	เพศเมีย
1	3.6	4.1
2	2.2	2.6
3	2	2.3
4	2.1	2.5

กรมวิชาการเกษตร

ก ข

ภาพที่ 1.18.4 ด้วงเต่าสีส้ม *Micraspis discolor* Fabricius เพศเมีย(ก) และเพศผู้(ข)

ภาพที่ 1.18.5 ด้วงเต่าสีส้ม *Micraspis discolor* Fabricius เพศเมีย จำนวน 1 ตัว/กล่อง

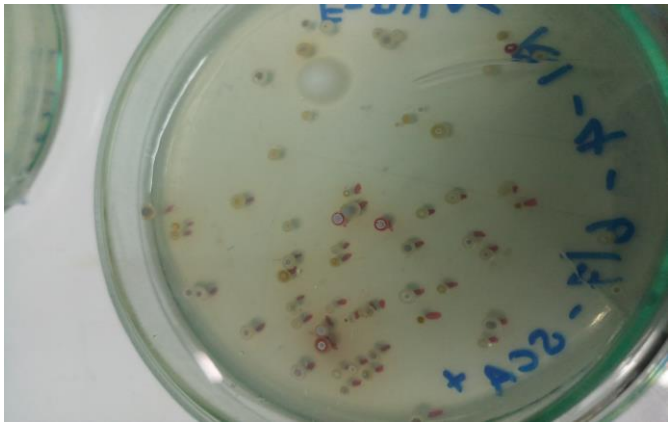
กรมวิชาการเกษตร

การทดลองที่ 1.19 การศึกษาชนิดของแบคทีเรีย Streptomyces ที่มีศักยภาพในการกำจัดหอยศัตรูพืช

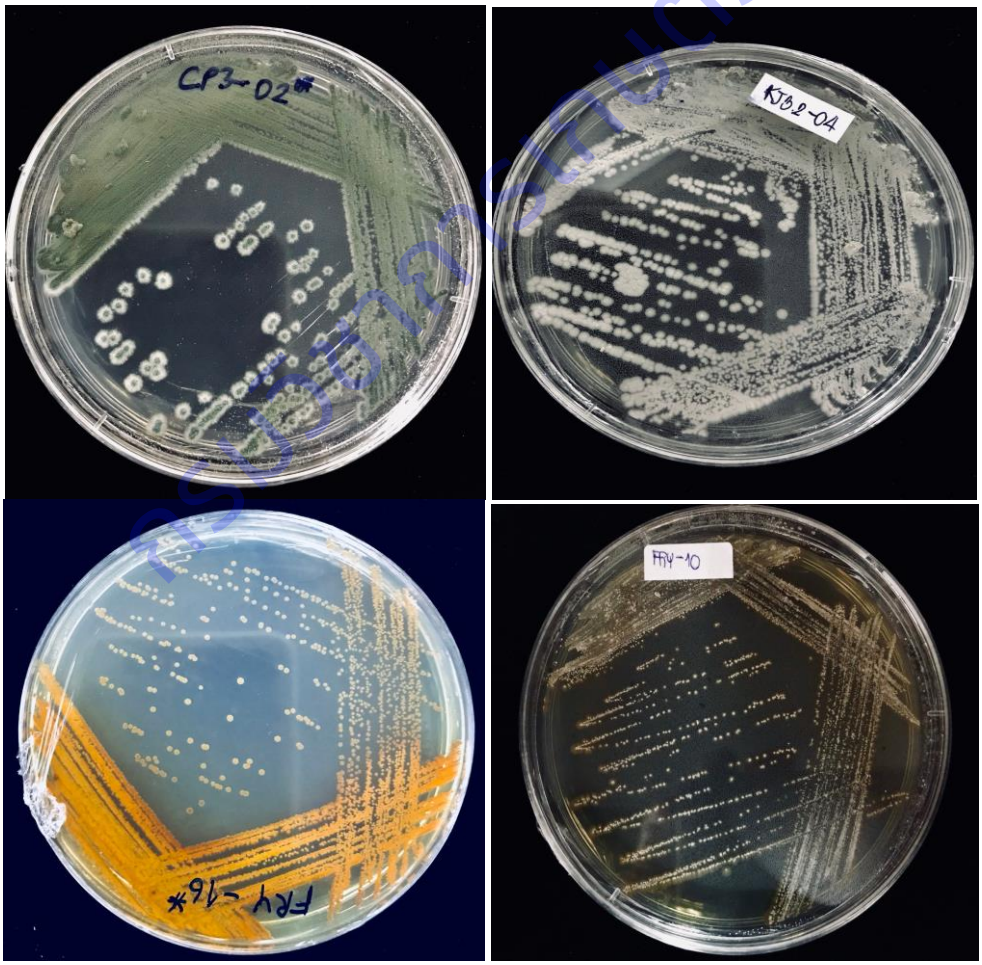
ผลการทดลอง

เก็บตัวอย่างหอยศัตรูพืชสำหรับทดสอบ ได้แก่ หอยเจดีย์ใหญ่ 27 ตัวอย่าง หอยเจดีย์เล็ก 28 ตัวอย่าง และหอยทากสยาม 15 ตัวอย่างจากจังหวัดนครราชสีมา ได้ตัวอย่างหอยทากสยาม 25 ตัวอย่างจากจังหวัดสุราษฎร์ธานี 25 ตัวอย่าง หอยทากสยามจากจังหวัดชุมพร 17 ตัวอย่าง ตัวอย่างดินจากจังหวัดจันทบุรี 1 ตัวอย่าง ตัวอย่างดินจากจังหวัดสุราษฎร์ธานี 1 ตัวอย่าง สามารถแยกเชื้อเพิ่มจากจังหวัดจันทบุรีได้ 27 ไอโซเลต จังหวัดระยอง 8 ไอโซเลต ได้ทำการถ่ายเชื้อจากจังหวัดระยองกลุ่ม FRY ลงอาหารเหลว Tryptic soy broth จำนวน 20 ไอโซเลต และเชื้อกลุ่ม UN จากจังหวัดจันทบุรีลงในอาหารเหลว 5 ไอโซเลต และบ่มที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 14 วัน เก็บเชื้อลงใน slant culture จากจังหวัดจันทบุรี 7 ไอโซเลต และจังหวัดระยอง 5 ไอโซเลต และทำการกระตุ้นหัวเชื้อจากจังหวัดระยอง 3 ไอโซเลตลงในอาหารเหลว starch casein broth และทำการทดสอบประสิทธิภาพโดยใช้อาหารเหลวที่ได้จากเชื้อกลุ่มนี้ พบเชื้อจำนวน 5 ไอโซเลต ได้แก่ FRY-04*, FRY-07, FRY-08 UN-03 และ UN-05 มีประสิทธิภาพทำให้หอยตาย 100เปอร์เซ็นต์ ภายใน 24 ชั่วโมงได้ (ภาพที่ 1.19.5)

กรมวิชาการเกษตร



ภาพที่ 1.19.1 เชื้อแบคทีเรียกลุ่ม *Streptomyces* spp. บนจานเพาะเชื้อ Starch Casein Agar ในขั้นตอน Isolation

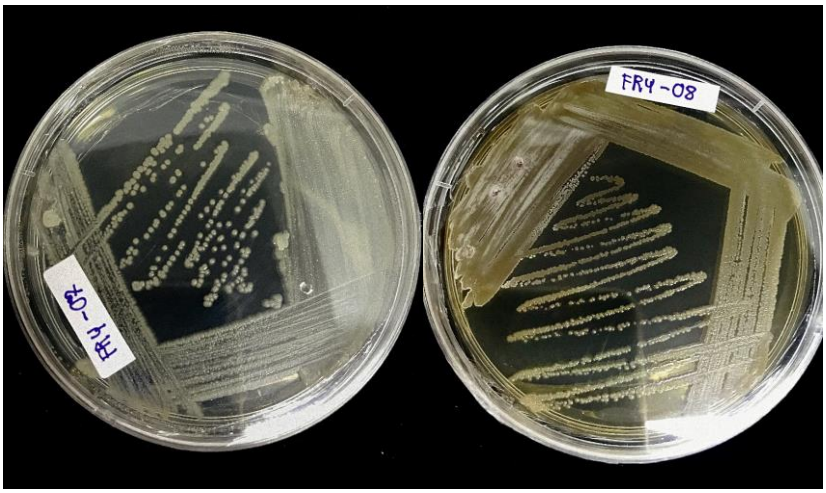


ภาพที่ 1.19.2 ตัวอย่างเชื้อแบคทีเรียบริสุทธิ์สกุล *Streptomyces* spp. บางไอโซเลต บนจานเพาะเชื้อ Starch Casein Agar นาน 7 วัน

ภาพที่ 1.19.3 ตัวอย่างเชื้อแบคทีเรียบริสุทธิ์กลุ่ม *Streptomyces* spp. บางไอโซเลตในอาหารเหลว Starch Casein Broth นาน 48 ชั่วโมง

ภาพที่ 1.19.4 ภาพหอยเจดีย์เล็ก *Allopeas gracile* ที่ตายจากการทดสอบประสิทธิภาพ

กรมวิชาการเกษตร



ภาพที่ 1.19.5 เชื้อแบคทีเรียบริสุทธิ์สกุล *Streptomyces* spp. FRY-07 และ FRY-08 ทีทำให้หอยตาย 100เปอร์เซ็นต์ ภายในเวลา 24 ชั่วโมง

การทดลองที่ 1.20 การคัดเลือกชนิดและทดสอบศักยภาพของไส้เดือนฝอยในวงศ์ Rhabditidae ในการกำจัดหอยศัตรูพืช

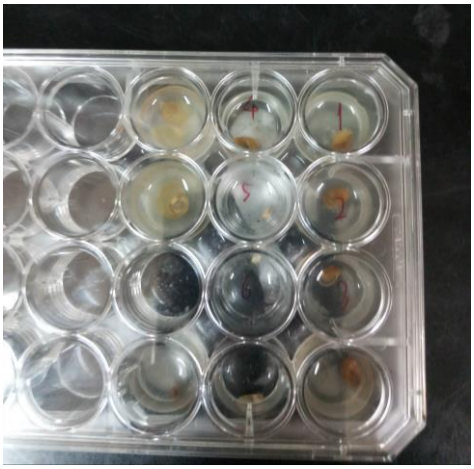
ผลการทดลอง

เก็บตัวอย่างหอย *Succinea* จำนวน 105 ตัวอย่าง หอยเจดีย์ใหญ่ *Prosopeas walkeri* จำนวน 85 ตัวอย่าง หอยเจดีย์เล็ก *Allopeas gracile* 43 ตัวอย่าง และหอย *Bradybaena* จำนวน 21 ตัวอย่าง ตัวอย่างดินจากจังหวัดเพชรบูรณ์จำนวน 1 ตัวอย่าง และตัวอย่างดินจากสวนกล้วยไม้จังหวัดกาญจนบุรีจำนวน 1 ตัวอย่าง สามารถคัดแยกไส้เดือนฝอยจากตัวอย่างหอย *Succinea* ที่ตายลงได้ 25 ไอโซเลต ไส้เดือนฝอยจากตัวอย่างหอย *Bradybaena* ที่ตายลงได้ทั้งหมด 21 ไอโซเลต และไส้เดือนฝอยจากตัวอย่างหอย *Prosopeas walkeri* ที่ตายลงได้ 20 ไอโซเลต (ภาพที่ 6 และ 7) โดยสามารถเลี้ยงให้รอดชีวิตบนอาหารวุ้น Nigon medium ได้ (ภาพที่ 1.20.8)

จากการทดสอบพบว่าไส้เดือนฝอยที่แยกได้จากดินและหอย *Bradybaena* จังหวัดเพชรบูรณ์ 6 ไอโซเลตคือ PCB1, PCB2, PCB3, PCB4, PCB5 และ PCB6 ซึ่งมีประสิทธิภาพทำให้หอย *Bradybaena* ตาย 100เปอร์เซ็นต์ ภายใน 48-72 ชั่วโมง และทำให้หอยซัคซีเนียตาย 100 เปอร์เซ็นต์ ภายใน 24-72 ชั่วโมงที่ความเข้มข้น 2,000 ตัวต่อหอยทดสอบ 1 ตัว และไส้เดือนฝอย Kan01 ที่แยกได้จากหอยซัคซีเนียจังหวัดกาญจนบุรี มีประสิทธิภาพทำให้หอยซัคซีเนียตาย 100 เปอร์เซ็นต์ ภายใน 24 ชั่วโมงที่ความเข้มข้น 2,000 ตัวต่อหอยทดสอบ 1 ตัว (ภาพที่ 1.20.9)

เมื่อศึกษาไส้เดือนฝอยด้วยวิธีทางอณูชีววิทยาโดยทำพีซีอาร์เพื่อเพิ่มจำนวนยีนบริเวณ D2-D3 ของ 28s rRNA ด้วยคู่ไพรเมอร์ D2F และ 536 จากการวิเคราะห์ด้วยวิธี BLAST พบว่าไส้เดือนฝอย PCB1 มีความใกล้เคียงกับ Rhabditida sp. 3084ed (99%) และ *Distolabrellus veechi* strain SB202 (98%) มากที่สุด

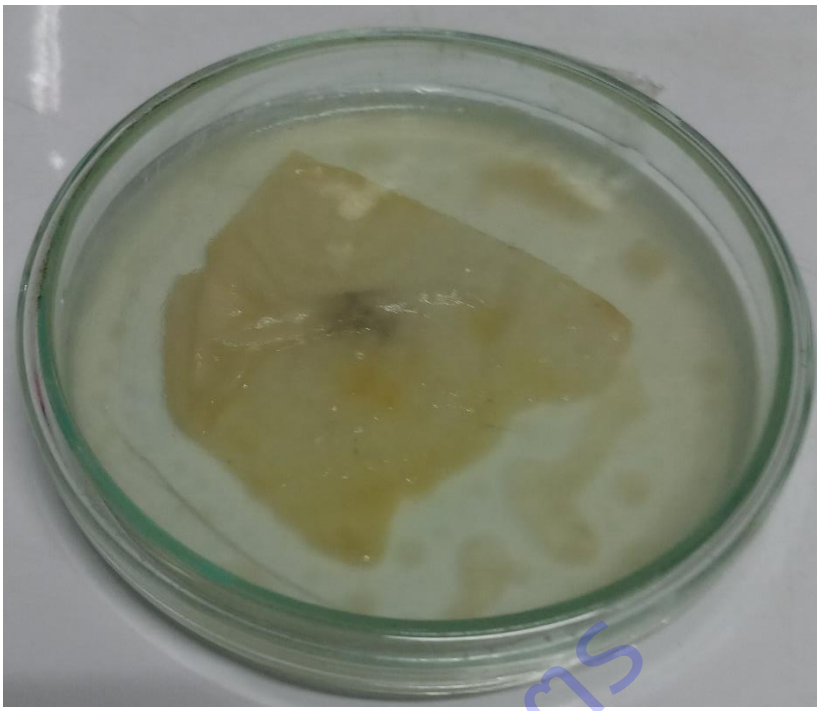
ศูนย์วิทยทรัพยากร



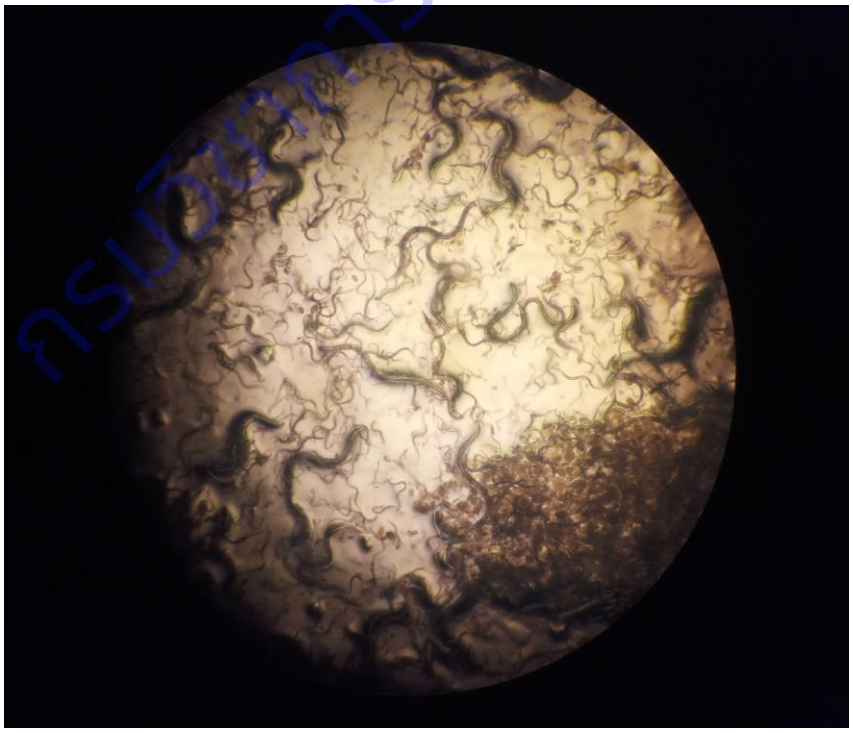
ภาพที่ 1.20.1 การคัดแยกไส้เดือนฝอยจากหอย *Succinea* ที่ตายลงโดยใช้ 24-well plate

ภาพที่ 1.20.2 การเพาะเลี้ยงไส้เดือนฝอยจากหอย *Prosopeas walkeri* โดยนำหอยที่ตายลงไปวางไว้บนอาหารวุ้น Nigon medium โดยตรง

กรมวิชาการเกษตร



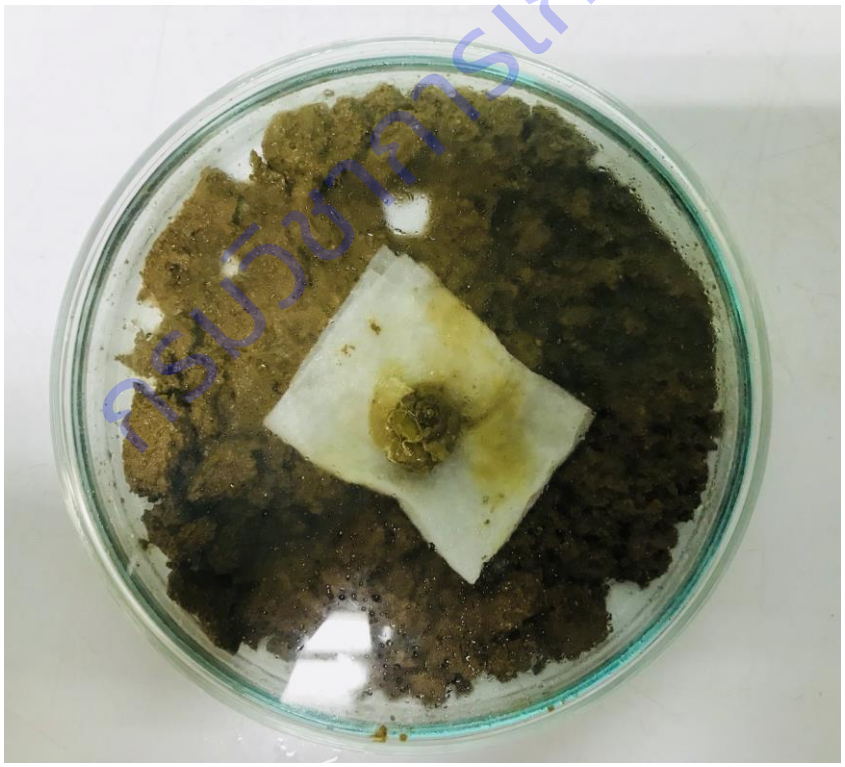
ภาพที่ 1.20.3 การเพาะเลี้ยงไส้เดือนฝอยบนอาหาร Nigon medium จากซากหอย เมื่อเจริญเต็มที่จะมีโคโลนีของแบคทีเรียร่วมอาศัยเจริญอยู่ด้วย (xenic culture)



ภาพที่ 1.20.4 ไส้เดือนฝอยไอโซเลตที่ 1 จากจังหวัดกาญจนบุรี รหัส Kan01 ที่เพาะเลี้ยงบนอาหารแข็ง Nigon medium

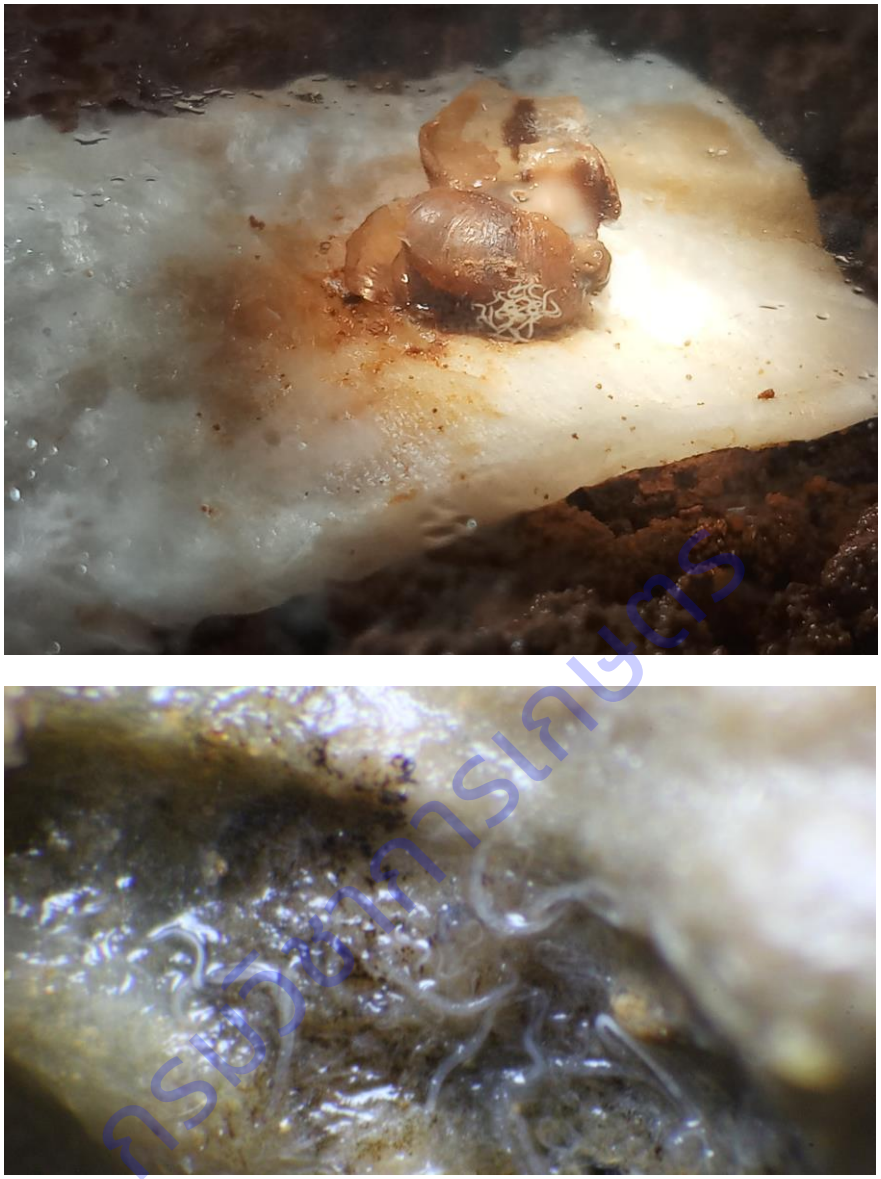
กรมวิชาการเกษตร

ภาพที่ 1.20.5 หอยซัคซีเนียที่ตายด้วยไส้เดือนฝอยไอโซเลต Kan01 จากจังหวัดกาญจนบุรี



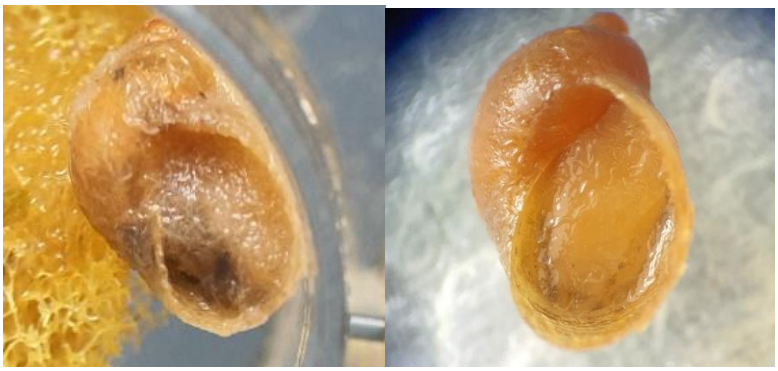
ภาพที่ 1.20.6 การคัดแยกไส้เดือนฝอยจากหอย *Bradybaena* โดยใช้ตัวอย่างดินจากจังหวัดเพชรบูรณ์

กรมวิชาการเกษตร



ภาพที่ 1.20.7 ไส้เดือนฝอยไอโซเลต PCB01 (บน) และ PCB04 (ล่าง) จากหอย *Bradybaena* จังหวัดเพชรบูรณ์

กรมวิชาการเกษตร



ภาพที่ 1.20.8 หอยซัคซีเนียที่ตายลงเนื่องจากไส้เดือนฝอยไอโซเลต PCB3

ภาพที่ 1.20.9 หอย *Bradybaena* ที่ตายลงเนื่องจากไส้เดือนฝอยไอโซเลต PCB6

กรมวิชาการเกษตร

ตารางที่ 1.20.1 สรุปผลการแยกไส้เดือนฝอยวงศ์ Rhabditidae ที่เป็นปรสิตของหอยศัตรูพืช

ชนิดหอย	จำนวนตัวอย่าง	ไส้เดือนฝอยที่แยกได้ (ไอโซเลต)	จำนวนไอโซเลตที่มีศักยภาพ[1]	ชื่อไอโซเลตที่มีศักยภาพ
Allopeas gracile	43	-	-	-
Bradybaena	21	21	6 (28%)	PCB1, PCB2, PCB3, PCB4, PCB5 และ PCB6
Prosopeas walkeri	85	20	-	-
Succinea	105	25	1 (4%)	Kan01
รวม	**254**	**66**	**7 (11%)**	-

[1]จำนวนไอโซเลตที่มีศักยภาพในการทำให้หอย *Bradybaena* และ *Succinea* ตาย 100% ภายใน 72 ชั่วโมง

การทดลองที่ 1.21 การคัดเลือกชนิดและศักยภาพของสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินวงศ์ *Oscillatoriaceae* ที่มีประสิทธิภาพในการกำจัดหอยศัตรูพืช

ผลการทดลอง

การเก็บตัวอย่างสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินจากแหล่งธรรมชาติ

ทำการเก็บตัวอย่างสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินจากแหล่งธรรมชาติ ทั้งหมด 11 สถานที่ 10 จังหวัด 5 ภูมิภาคทั่วประเทศไทย ได้แก่ ภาคเหนือที่ภูทับเบิก อำเภอหล่มเก่า จังหวัดเพชรบูรณ์ ภาคกลางที่อ่างเก็บน้ำซับเหล็ก อำเภอเมือง จังหวัดลพบุรี อ่างเก็บน้ำห้วยส้ม อำเภอเมือง จังหวัดลพบุรี คลองส่งน้ำ อำเภอพรหมบุรี จังหวัดสิงห์บุรี ศาลหลักเมือง อำเภอเมือง จังหวัดสุพรรณบุรี และสระน้ำที่มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์บางเขน เขตจตุจักร กรุงเทพมหานคร ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ที่อำเภอวังน้ำเขียว จังหวัดนครราชสีมา ภาคตะวันออกที่อ่างเก็บน้ำวังบอน อำเภอปากพลี จังหวัดนครนายก และอ่างเก็บน้ำพระปรง อำเภอวัฒนานคร จังหวัดสระแก้ว ภาคตะวันตก ที่สวนกล้วยไม้ อำเภอพนมทวน จังหวัดกาญจนบุรี และแม่น้ำแม่กลอง อำเภอโพธาราม จังหวัดราชบุรี (Figure 2) จากนั้นเพาะเลี้ยงและคัดแยกสาหร่ายจากแหล่งธรรมชาติให้ได้ไอโซเลตเดี่ยว เพาะเลี้ยงสำเร็จได้ทั้งหมด 44 ไอโซเลต

กรมวิชาการเกษตร

การทดสอบศักยภาพของสาหร่ายในการกำจัดหอยซัคซิเนีย *Succinea* sp.

จากการทดสอบศักยภาพในการกำจัดหอยเจดีย์ใหญ่ของสารละลายจากสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินวงศ์ Oscillatoriaceae ทั้งหมด 44 ไอโซเลต ผลปรากฏว่าที่เวลา 72 ชั่วโมง มีสาหร่ายจำนวน 14 ไอโซเลตที่มีศักยภาพในการกำจัดหอยซัคซิเนีย แตกต่างจากกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ $p<0.05$ (Table 2) ได้แก่ ไอโซเลต CPSB05, HMLB01, HMLB02, HMLB03, HMLB04, HMLB05, HMLB06, HMLB07, HMLB08, KUBK03, KUBK06, OTCK04, OTCK05 และ SMSP06 ดังนั้นจึงทำการคัดเลือกสาหร่ายทั้ง 14 ไอโซเลตดังกล่าวไปใช้ในการทดสอบศักยภาพกับหอยเจดีย์ใหญ่และหอยทากสยาม

การทดสอบศักยภาพของสาหร่ายในการกำจัดหอยเจดีย์ใหญ่ *Prosopeas walker*

จากการทดสอบศักยภาพในการกำจัดหอยหอยเจดีย์ใหญ่ *Prosopeas walkeri* โดยใช้สารละลายสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินวงศ์ Oscillatoriaceae ที่มีศักยภาพสูงในการกำจัดหอยซัคซีเนียทั้งหมด 14 ไอโซเลต ผลปรากฏว่าที่เวลา 72 ชั่วโมงมีสาหร่ายทั้งหมด 3 ไอโซเลตที่มีศักยภาพทำให้หอยหอยหอยเจดีย์ใหญ่มีอัตราการตายแตกต่างจากกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ $p<0.05$ (Table 3) ได้แก่สาหร่ายไอโซเลต HMLB05 OTCK04 และ SMSP06 ดังนั้นจึงทำการคัดเลือกสาหร่ายทั้ง 3 ไอโซเลตที่มีศักยภาพสูงซึ่งสามารถกำจัดหอยศัตรูพืชได้ถึงสองชนิด ไปใช้ในการทดสอบศักยภาพกับหอยทากสยามต่อไป

การทดสอบศักยภาพของสาหร่ายกำจัดหอยทากสยาม *Cryptozona siamensis* ศัตรูพืช

นำสาหร่ายที่มีศักยภาพสูง (สามารถกำจัดได้ทั้งหอยซัคซีเนียและหอยเจดีย์ใหญ่ภายในเวลา 72 ชั่วโมง) มาทดสอบศักยภาพในการกำจัดหอยทากสยาม *Cryptozona siamensis* จากการทดสอบศักยภาพของสารละลายที่บ่มจากสาหร่ายทั้งหมด 3 ไอโซเลต ผลปรากฏว่าผลการทดลองที่เวลา 72 และ 96 ชั่วโมง ไม่มีสาหร่ายไอโซเลตใดที่มีศักยภาพในการกำจัดหอยทากสยามแตกต่างจากชุดควบคุมอย่างมีนัยสำคัญที่ $p<0.05$ (Table 4)

การวิเคราะห์ลักษณะสัณฐานวิทยาสาหร่ายไอโซเลตที่มีแนวโน้มมีศักยภาพสูงในการกำจัดหอยศัตรูพืช

1.ไอโซเลต HMLB05

ลักษณะและสีที่สังเกตได้ด้วยตาเปล่า: พบเส้นใยเจริญรวมกลุ่มกันเป็นแผ่นบาง แผ่ออก มีสีเขียวสดเมื่ออยู่ในอาหาร BG11

สัณฐานวิทยาภายใต้กล้องจุลทรรศน์: พบลักษณะเส้นใย filamentous สายยาว มีผนังเซลล์กั้นเป็นปล้องยาว มีสีเขียวสดเมื่อในอาหารเหลว BG11 ไม่พบลักษณะการแตกกิ่งหรือ branching หรือโครงสร้างเฉพาะอื่น ๆ ที่ชัดเจน (Figure 3)

การจัดจำแนกเบื้องต้น: ยังไม่สามารถจำแนกได้ เนื่องจากข้อมูลยังไม่เพียงพอ

ศรีปทุมสินธุ

2.ไอโซเลต OTCK04

ลักษณะและสีที่สังเกตได้ด้วยตาเปล่า: พบเส้นใยเจริญรวมกลุ่มกันเป็นแผ่นหนา มีสีน้ำตาลแดง เมื่ออยู่ในอาหารเหลว BG11

สัณฐานวิทยาภายใต้กล้องจุลทรรศน์: พบลักษณะเส้นใย filamentous สายยาว มีสีน้ำตาลแดง เมื่อในอาหารเหลว BG11 ผนังเซลล์กั้นเป็นปล้องยาว ไม่พบลักษณะการแตกกิ่งหรือ branching หรือโครงสร้างเฉพาะอื่น ๆ ที่ชัดเจน (Figure 4)

การจัดจำแนกเบื้องต้น: ยังไม่สามารถจำแนกได้ เนื่องจากข้อมูลยังไม่เพียงพอ

3.ไอโซเลต SMSP06

ลักษณะและสีที่สังเกตได้ด้วยตาเปล่า: พบเส้นใยเจริญรวมกลุ่มกันเป็นแผ่นหนา มีสีน้ำตาลอมแดงเมื่ออยู่ในอาหารเหลว BG11 บนเพลตอาหาร BG11 มักพบลักษณะคล้าย mat

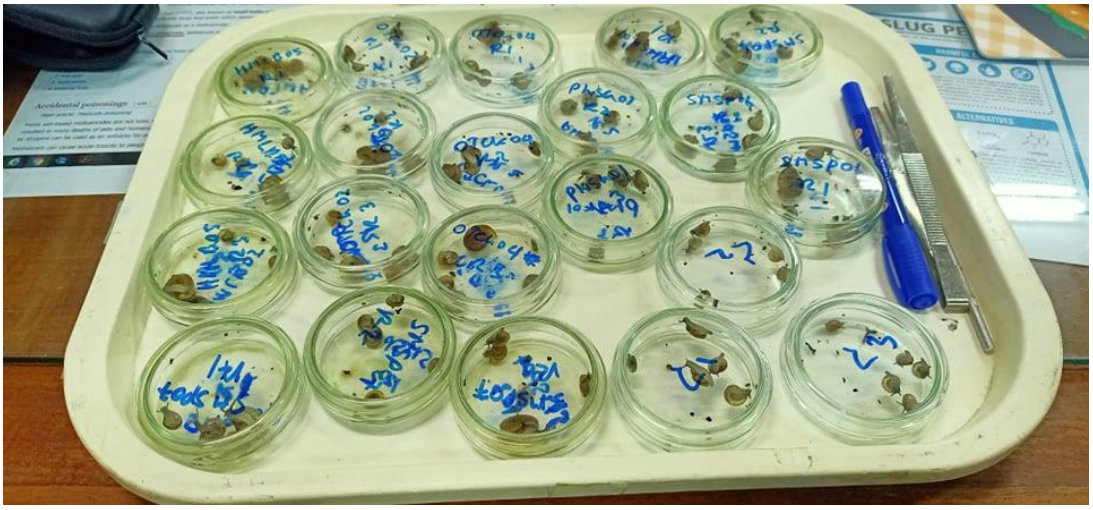
สัณฐานวิทยาภายใต้กล้องจุลทรรศน์: พบลักษณะเส้นใย filamentous สายยาว มีผนังเซลล์กั้นเป็นปล้อง มีสีน้ำตาลอมแดงเมื่อในอาหารเหลว BG11 พบลักษณะการแตกกิ่งแบบเทียมหรือ false branching อย่างชัดเจน ในอาหาร BG11-N (Figure 5)

การจัดจำแนกเบื้องต้น: ยังไม่สามารถจำแนกได้ เนื่องจากข้อมูลยังไม่เพียงพอ

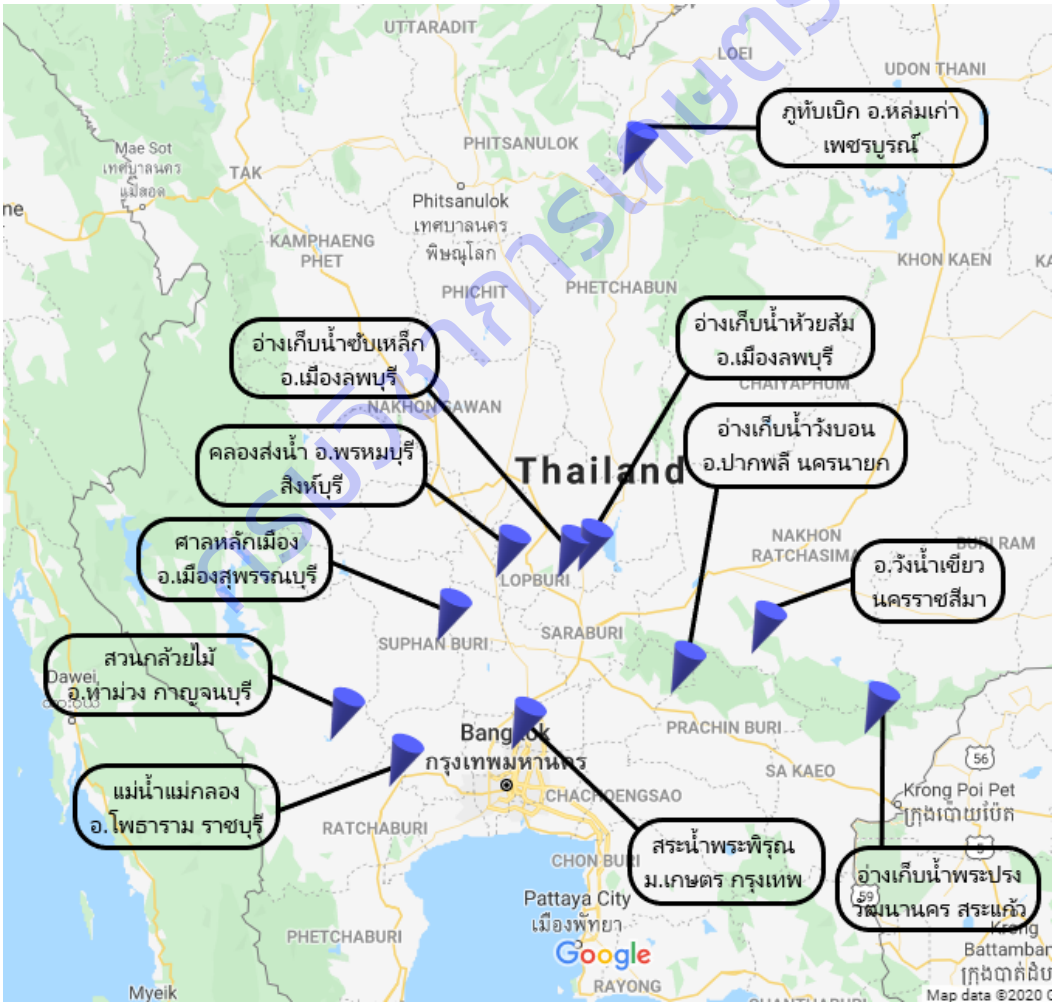
ตารางที่ 1.20.1 Represent Location Names of Cyanobacteria Family Oscillatoriaceae sample, Isolate Codes, Latitude and Longitude, and Amount of Isolate from each location.

Location names (Isolate Codes)	Latitude and Longitude	Number of Isolates
Kasetsart university (bangken) Bangkok (KUBK)	13°51'10.4"N 100°33'52.9"E	7
Huai som reservoir Mueang Lopburi (HMLB)	14°51'47.6"N 100°51'28.3"E	8
Sublex reservoir Muang Lopburi (SMLB)	14°49'21.1"N 100°46'29.3"E	7
Orchid farm, Phanom Thuan, Kanchanaburi (OTCK)	14°03'06.1"N 99°42'47.8"E	5
Pra Prong Reservoir, Wattananakorn, Sa kaeo (PWSK)	13°59'56.1"N 102°25'31.4"E	7
City Pillar Shrine, Muang, Suphanburi (SMSP)	14°28'42.1"N 100°06'38.8"E	6
Irrigation canal at Phomburi, Singburi (CPSB)	14°48'49.3"N 100°30'42.2"E	4

กรมวิชาการเกษตร



ภาพที่ 1.21.1 This figure represent Contact method (coating with 7:3 methanol and water solution extracting from each cyanobacteria isolates)



ภาพที่ 1.21.2 Map of Thailand (Whole part of Center, Western region and some part of Northern, North-eastern, and Eastern of Thailand) Represent 11 location of Cyanobacteria Family Oscillatoriaceae sample.

ตารางที่ 1.21.2 represents the potential of Oscillatoriaceae with molluscicidal activity for the snail pest species *Succinea* sp. The data concern the percentage of mortality and significant values at 24 hours, 48 hours, 72 hours, and 96 hours compared with the control group (*significantly at $p<0.05$, **significantly at $p<0.01$).

Isolate	24 hours		48 hours		72 hours		96 hours	
	%Mortality	p-values	%Mortality	p-values	%Mortality	p-values	%Mortality	p-values
CPSB05	53.33	0.1299	93.33	0.0001**	100	0.0000**	100	0.0000**
HMLB01	26.67	0.9664	73.33	0.0081**	100	0.0000**	100	0.0000**
HMLB02	53.33	0.1299	86.67	0.0006**	100	0.0000**	100	0.0000**
HMLB03	60	0.0480*	86.67	0.0006**	100	0.0000**	100	0.0000**
HMLB04	53.33	0.1299	100	0.0000**	100	0.0000**	100	0.0000**
HMLB05	26.67	0.9664	53.33	0.2073	66.67	0.0132*	86.67	0.0000**
HMLB06	33.33	0.8222	66.67	0.0270*	93.33	0.0000**	93.33	0.0000**
HMLB07	40	0.559	66.67	0.0270*	93.33	0.0000**	100	0.0000**
HMLB08	53.33	0.1299	100	0.0000**	100	0.0000**	100	0.0000**
KUBK03	40	0.559	53.33	0.2073	73.33	0.0032*	86.67	0.0000**
KUBK06	46.67	0.2989	73.33	0.0081**	100	0.0000**	100	0.0000**
OTCK04	26.67	0.9664	40	0.7239	60	0.0479*	86.67	0.0000**
OTCK05	53.33	0.1299	100	0.0000**	100	0.0000**	100	0.0000**
SMSP06	26.67	0.8191	56.67	0.0156*	76.67	0.0000**	86.67	0.0000**

กรมวิชาการเกษตร

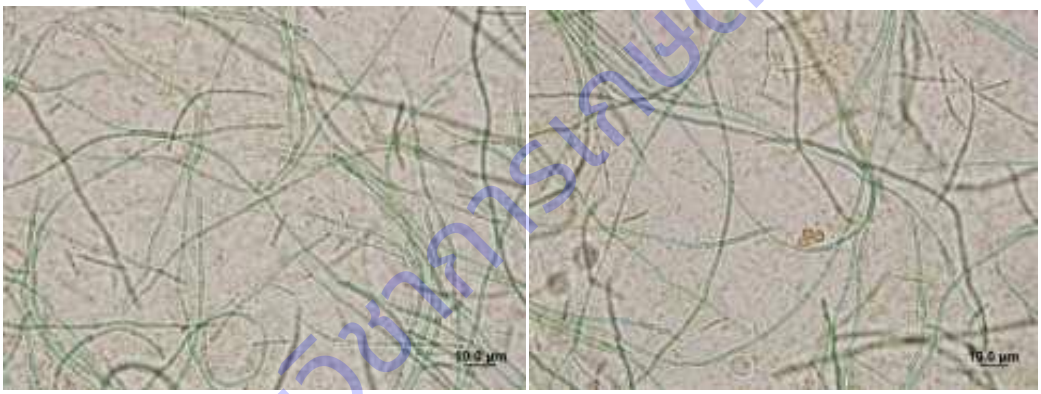
ตารางที่ 1.21.3 represents the potential of Oscillatoriaceae with molluscicidal activity for the snail pest species *Prosopeas walkeri*. The data concern the percentage of mortality and significant values at 24 hours, 48 hours, 72 hours, and 96 hours compared with the control group (*significantly at $p<0.05$, **significantly at $p<0.01$).

Isolate	24 hours		48 hours		72 hours		96 hours	
	%Mortality	*p*-values	%Mortality	*p*-values	%Mortality	*p*-values	%Mortality	*p*-values
CPSB05	0.0000	1.0000	5.0000	1.0000	7.5000	1.0000	7.5000	1.0000
HMLB01	6.6700	1.0000	6.6700	1.0000	16.6700	1.0000	16.6700	1.0000
HMLB02	16.6700	1.0000	23.3300	0.9998	26.6700	0.9975	26.6700	1.0000
HMLB03	6.6700	1.0000	6.6700	1.0000	10.0000	1.0000	10.0000	1.0000
HMLB04	3.3300	1.0000	10.0000	1.0000	16.6700	1.0000	20.0000	1.0000
HMLB05	31.1100	0.6750	57.7800	0.0008**	82.2200	0.0000**	97.7800	0.0000**
HMLB06	16.6700	1.0000	30.0000	0.9777	33.3300	0.9169	33.3300	0.9998
HMLB07	0.0000	1.0000	0.0000	1.0000	0.0000	1.0000	0.0000	1.0000
HMLB08	6.6700	1.0000	6.6700	1.0000	13.3300	1.0000	13.3300	1.0000
KUBK03	13.3300	1.0000	13.3300	1.0000	13.3300	1.0000	13.3300	1.0000
KUBK06	13.3300	1.0000	16.6700	1.0000	16.6700	1.0000	16.6700	1.0000
OTCK04	33.3300	0.5060	53.3300	0.0043*	68.8900	0.0000**	82.2200	0.0000**
OTCK05	16.6700	1.0000	20.0000	1.0000	20.0000	1.0000	20.0000	1.0000
SMSP06	31.1100	0.6750	53.3300	0.0043**	71.1100	0.0000**	95.5600	0.0000**

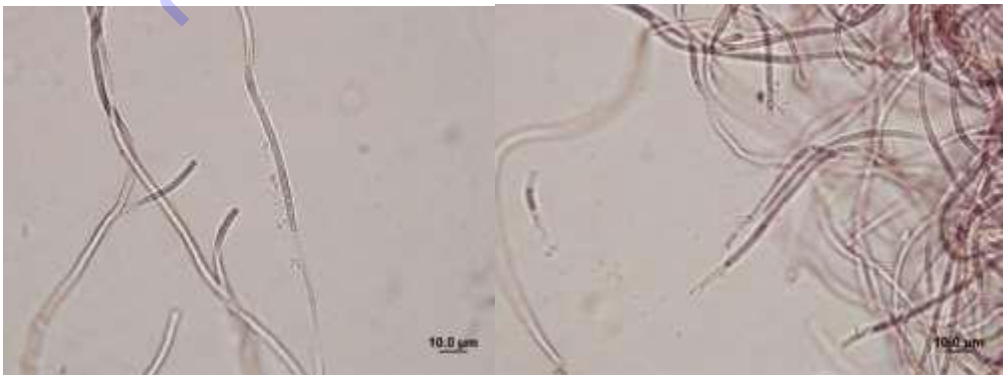
กรมวิชาการเกษตร

ตารางที่ 1.21.4 represents the potential of Oscillatoriaceae with molluscicidal activity for the snail pest species *Cryptozona siamensis*. The data concern the percentage of mortality and significant values at 24 hours, 48 hours, 72 hours, and 96 hours compared with the control group (*significantly at $p<0.05$, **significantly at $p<0.01$).

Isolate	24 hours		48 hours		72 hours		96 hours	
	%Mortality	p-values	%Mortality	p-values	%Mortality	p-values	%Mortality	p-values
HMLB05	12.50	0.5051	20.00	0.1507	42.50	0.1224	50.00	0.1164
OTCK04	5.00	0.9847	5.00	0.9892	25.00	0.5747	25.00	0.7315
SMSP06	12.50	0.5051	15.00	0.4144	25.00	0.5747	32.50	0.4973

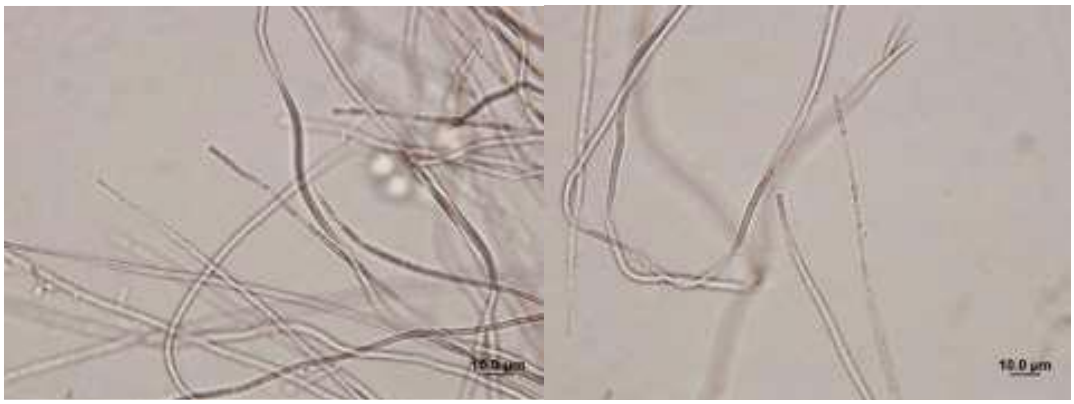


ภาพที่ 1.21.3 Cyanobacteria Isolate HMLB05 Under Microscope view.



ภาพที่ 1.21.4 Cyanobacteria Isolate OTCK04 Under Microscope view.

กรมวิชาการเกษตร



ภาพที่ 1.21.5 Cyanobacteria Isolate SMSP06 Under Microscope view.

กรมวิชาการเกษตร

สรุปผลการวิจัย และข้อเสนอแนะ

กิจกรรมที่ 1 สำรวจและศึกษาศักยภาพของชีวภัณฑ์ในการควบคุมแมลงไรและสัตว์ศัตรูพืช

จากผลการดำเนินงานกิจกรรมสำรวจและศึกษาศักยภาพของชีวภัณฑ์ในการควบคุมแมลงไรและสัตว์ศัตรูพืช สามารถคัดเลือกชีวภัณฑ์ที่มีศักยภาพในการควบคุมแมลงศัตรูพืช สัตว์ศัตรูพืช จำนวน 34 ชนิด ดังนี้

ตัวห้ำตัวเบียนที่มีศักยภาพในการควบคุมแมลงศัตรูพืช จำนวน 11 ชนิด ได้แก่ แตนเบียน *Aenasius arizonensis* (Girault), แตนเบียน *Aphelinus abdominalis,* แตนเบียนหนอนใยผัก *Cotesia plutellae* ด้วงเต่าลายหยัก ด้วงเต่าลายนีฟัส มวนตาโต ด้วงเต่าสีส้ม บั่วตัวห้ำ *Dicrodiplosis* sp แมลงช้างปีกใส *C. sinica* แมลงช้างปีกใส *C. carnea* และ แมลงช้างปีกใส *C. rufirabris*

เชื้อราโรคแมลงมีศักยภาพในการควบคุมแมลงศัตรูพืช จำนวน 5 ไอโซเลท ที่ ได้แก่ เชื้อรา *M. anisopliae* สายพันธุ์ DOA-M8 มีศักยภาพควบคุมเพลี้ยจักจั่นฝ้ายในสภาพไร่ เชื้อ *M. anisopliae* สายพันธุ์ DOA-M22 และ *B. bassianna* สายพันธุ์ DOA-B4 มีศักยภาพควบคุมตัวเต็มวัยแมลงวันผลไม้ และ *M. anisopliae* สายพันธุ์ DOA-M42 มีศักยภาพควบคุมดักแด้แมลงวันผลไม้ในสภาพห้องปฏิบัติการ เชื้อ *B. bassianna* สายพันธุ์ DOA-B18 และ *B. bassianna* สายพันธุ์ DOA-B4 มีศักยภาพสูงควบคุมมอดเจาะผลกาแฟในสภาพห้องปฏิบัติการ และ *M. anisopliae* สายพันธุ์ DOA-M8 และ *B. bassianna* สายพันธุ์ DOA-B4 มีศักยภาพควบคุมเพลี้ยอ่อนดำในสภาพไร่ไส้เดือนฝอยศัตรูแมลงมีศักยภาพสูงในการควบคุมเพลี้ยแป้ง *Dysmicoccus* sp. ในสภาพโรงเรือน จำนวน 1 ชนิด ได้แก่ ไส้เดือนฝอย *Steinernama. Carpocapsae*

ชีวภัณฑ์ที่มีศักยภาพในการสัตว์ศัตรูพืชจำนวน 17 ชนิด ได้แก่ หอยตัวห้ำ *Clea helena* เชื้อราที่มีประสิทธิภาพสูงในการฆ่าหอย (>90เปอร์เซ็นต์) จำนวน 2 ไอโซเลท ได้แก่ LO03 I1 และ RC1-33-UN02 แบคทีเรีย *Streptomyces* ที่มีประสิทธิภาพทำให้หอยศัตรูพืชตาย 100เปอร์เซ็นต์ ในสภาพห้องปฏิบัติการ จำนวน 5 ไอโซเลท ได้แก่ FRY-04, FRY-07, FRY-08 UN-03 และ UN-05 ไส้เดือนฝอยในวงศ์ Rhabditidae ที่มีศักยภาพสูงในการกำจัดหอยศัตรูพืชจำนวน 7 ไอโซเลท ได้แก่ Kan01, PCB1, PCB2, PCB3, PCB4, PCB5 และ PCB6 และสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินที่มีแนวโน้มมีศักยภาพสูงในการกำจัดหอยศัตรูพืชจำนวน 3 ไอโซเลท ได้แก่ HMLB05, OTCK04 และ SMSP06 และพบโปรโตซัว *Eimeria ferrisi* ที่มีศักยภาพทำให้หนูทดลองป่วยและตายได้ จำนวน 1 ไอโซเลท คือ Ra.Uthai05

ซึ่งจะได้นำชีวภัณฑ์ที่คัดเลือกได้จากโครงการไปศึกษาต่อยอดด้านการเลี้ยงขยายเพิ่มปริมาณ การทดสอบประสิทธิภาพการควบคุมแมลงศัตรูพืชทางเศรษฐกิจอื่นๆ ในระดับโรงเรือนทดลอง และสภาพไร่ การพัฒนารูปแบบผลิตภัณฑ์เพื่อนำไปใช้ควบคุมศัตรูพืชทางการเกษตรต่อไป

กรมวิชาการเกษตร

กิจกรรมที่ 2 สำรวจและศึกษาศักยภาพของชีวภัณฑ์ในการควบคุมโรคพืช

Survey and Potential Study of Biological Agents to Control Plant Diseases

ชื่อผู้วิจัย

บุษราคัม อุดมศักดิ์ Boossaracum U-domsak

พีระวรรณ พัฒนวิภาส Peerawan Patanavipar

ทัศนาพร ทัศคร Tassanaporn Tassakorn

สุรีย์พร บัวอาจ Sureeporn Bua-art

แสนชัย คำหล้า Saenchai Khamlar

วีรกรณ์ แสงไสย์ Weerakorn Saengsai

กาญจนา ศรีไม้ Kanchana Srimai

มะโนรัตน์ สุดสงวน Manorat sudsanguan

ดารุณี ปุญญพิทักษ์ Darunee Punyapitak

กรมวิชาการเกษตร

คำสำคัญ

คำสำคัญ : การป้องกันกำจัดโดยชีววิธี, ชีวภัณฑ์, การค้นหา, การสำรวจ, การคัดเลือก เชื้อจุลินทรีย์ปฏิปักษ์, ราสาเหตุโรคแมลง ราเอนโดไฟท์, เห็ดเรืองแสง, , โรคยางไหล, ไส้เดือนฝอยราก ปม, โรคเน่าดำ, โรครานำ้ค้าง, โรคราแป้ง, โรคส้ม, โรคกรีนนิ่ง,โรคเน่าดำ พืชตระกูลแตง, มันฝรั่ง, กล้วยไม้,

Key words : Biological control, biological control agents, survey, selection, screening, antagonist microorganism, fungal endophytes, luminescent mushroom, Gummy Stem Blight, root-knot nematode, downy mildew, powdery mildew, citrus disease, greening, Cucumber, patato, orchid, Black Rot Disease, *Peronospora parasitica*, Oidium, *Didymella bryoniae*

กรมวิชาการเกษตร

บทคัดย่อ

กิจกรรมสำรวจและศึกษาศักยภาพของชีวภัณฑ์ที่มีศักยภาพในการควบคุมโรคพืชดำเนินการระหว่างเดือนตุลาคม 2558 ถึง กันยายน 2564 ที่ห้องปฏิบัติการสำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช กรมวิชาการเกษตร มีวัตถุประสงค์เพื่อคัดเลือกชีวภัณฑ์ที่มีศักยภาพในการควบคุมโรคพืชในระดับห้องปฏิบัติการและโรงเรือนทดลอง โดยการวิจัยมุ่งเน้น สำรวจ รวบรวม คัดเลือก และประเมินศักยภาพของเชื้อปฏิปักษ์ในการควบคุมเชื้อสาเหตุโรคพืช เพื่อนำไปพัฒนาให้เหมาะสมต่อการนำไปใช้ควบคุมโรคพืช รวมทั้งสิ้น 12 การทดลอง จากการสำรวจและศึกษาชีวภัณฑ์ในการควบคุมโรคพืช พบชีวภัณฑ์ที่มีศักยภาพของในการควบคุมโรคพืช จำนวน 31 ชนิด ดังนี้ เชื้อราปฏิปักษ์ *Trichoderma* spp. ที่มีประสิทธิภาพในการยับยั้งเชื้อรา *Didymella bryoniae* สาเหตุการเกิดโรคยางไหลในพืชตระกูลแตง จำนวน 5 ไอโซเลท สารออกฤทธิ์จากเห็ดเรืองแสงมีประสิทธิภาพควบคุมโรคเน่าดำในกล้วยไม้ ที่มีสาเหตุจากเชื้อ *Phytophthora palmivora* ได้ดี จำนวน 1 ชนิด ได้แก่สารออกฤทธิ์จากเห็ดเรืองแสงสิรินรัศมี แบคทีเรียปฏิปักษ์มีศักยภาพในการป้องกันกำจัดเชื้อรา *F. moniliforme* สาเหตุโรคต้นเน่าของข้าวโพดในสภาพไร่ได้ดีที่สุดจำนวน 2 ไอโซเลท แบคทีเรียปฏิปักษ์ *Bacillus subtilis* ที่มีประสิทธิภาพในการควบคุมโรคเน่าดำในการยับยั้งการเจริญของเชื้อ *Xanthomonas campestris* pv. *Campestris* สาเหตุโรคเน่าดำของคะน้า จำนวน 2 ไอโซเลท แบคทีเรียปฏิปักษ์ที่มีประสิทธิภาพยับยั้งการฟักไข่ของไส้เดือนฝอยรากปมในสภาพห้องปฏิบัติการ จำนวน 6 ไอโซเลท เชื้อราปฏิปักษ์ที่มีศักยภาพในการควบคุมเชื้อรา *Fusarium oxysporum* สาเหตุโรคเหี่ยวของพริกจำนวน 2 ไอโซเลท แบคทีเรีย *Bacillus* spp. ที่มีศักยภาพในการควบคุมโรคใบจุดพริกจากแบคทีเรีย *Xanthomonas axonopodis pv. Vesicatoria* จำนวน 1 ไอโซเลท แบคทีเรียปฏิปักษ์ *Bacillus* spp. ที่มีศักยภาพสูงในการควบคุมโรคเน่าคอดิน (damping-off) และโรคลำต้นเน่า (stem rot) สาเหตุจากเชื้อรา *Pythium aphanidermatum* ในมะเขือเทศ จำนวน 3 ไอโซเลท แบคทีเรียปฏิปักษ์ที่มีประสิทธิภาพในการควบคุมโรคราแป้งของแตงเมล่อน จำนวน 4 ไอโซเลท และแบคทีเรียปฏิปักษ์ที่มีประสิทธิภาพของในการยับยั้งการเจริญของเชื้อ *Xanthomonas axonopodis* pv. *citri* สาเหตุโรคแคงเกอร์ จำนวน 5 ไอโซเลท

กรมวิชาการเกษตร

Abstracts

The survey and study the potential of biological agents to control plant diseases activity has been conducted between October 2015 to September 2021 at the Plant Protection Research Development Office Laboratory, Department of Agriculture. This project aims to select biological agents with potential to control plant diseases. The selected biological agents are able to produce in large quantities and can be developed into a product that suitable for controlling pests effectively. The research focuses on surveying, collecting, selecting, and assessing the infestation potential of Antagonistic Microorganisms as biological controls of plant disease. A total of 12 experiments : the results showed that antagonistic microorganisms potential for plant disease control obtained a total of 31 isolates. There were 5 isolate of antagonistic microorganisms for controlling gummy stem blight of cucurbits, one isolate of luminescent mushroom for controlling black rot of orchids, 2 isolate of antagonistic microorganisms for controlling bacterial stalk rot of corn, 2 isolate of antagonistic microorganisms for controlling black rot of chinese kale, 6 isolate of antagonistic microorganisms for Inhibits incubation of root-knot nematodes, 2 isolate of antagonistic microorganisms for controlling bacterial wilt of chilli, one isolate of antagonistic microorganisms for controlling bacterial leaf spot of chilli, 3 isolate of antagonistic microorganisms for controlling damping-off and stem rot of tomato, 4 isolate of antagonistic microorganisms for controlling powdery mildew of cucurbits and 5 isolate of antagonistic microorganisms for controlling bacterial canker of lime.

กรมวิชาการเกษตร

บทนำ

การควบคุมโรคพืช

เชื้อสาเหตุโรคยางไหล(Gummy Stem Blight) มีรายงานว่า เกิดจากเชื้อสาเหตุ *Didymella bryoniae* (Auersw.) Rehm. เชื้อรานี่สามารถเข้าทำลายพืชได้ 2 ระยะ คือ ในระยะที่มีการสืบพันธุ์แบบอาศัยเพศ (sexual stage) จะเกิดจากเชื้อสาเหตุ *D. bryoniae* โดยเชื้อราจะมีการสร้าง perithecia ที่มี ascospores อยู่ภายในถุง ascus แต่ถ้าเป็นในระยะที่มีการสืบพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศ (asexual stage) ก็จะเกิดจากเชื้อสาเหตุ *Phoma cucurbitacearum* Sacc. ซึ่งถ้าเป็นเชื้อราในระยะนี้จะสังเกตพบว่า เชื้อราจะมีการสร้าง pycnidia สีดำ เล็กๆกระจายอยู่ทั่วบริเวณแผลและ pycnidia นี้สามารถสร้าง conidia ที่ไม่มี septate หรือมี septate เพียงอันเดียว

ลักษณะอาการของโรคยางไหล เริ่มแรกจะพบแผลฉ่ำน้ำที่บริเวณ ลำต้น กิ่ง ก้าน และใบ โดยเฉพาะบริเวณข้อต่อของลำต้นกับกิ่ง หลังจากนั้นส่วนทีเป็นแผลจะบุ๋มลึก และเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาลหรือน้ำตาลแดง ลักษณะสำคัญของโรคคือ ที่แผลจะมียางเหนียวสีแดง (gummy ooze) ไหลเยิ้มออกมาจากแผล และเกาะแห้งอยู่ที่บริเวณแผล ส่วนอาการที่ใบก็จะพบใบเป็นแผลฉ่ำน้ำก่อน จากนั้นแผลที่ใบจะเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาล ลุกลามไปตามเส้นกลางใบทำให้ใบไหม้

วงจรการเกิดโรค เนื่องจากเชื้อรา *D. bryoniae* ที่สามารถอาศัยและติดไปได้ทั้งในเมล็ดพันธุ์และดิน (seed borne, soil borne) อยู่ข้ามฤดูได้เป็นเวลานานในเศษซากพืชที่เป็นโรค โดยอาศัยอยู่ใน pycnidia เมื่อสภาพแวดล้อมเหมาะสมคือ มีความชื้นสูง pycnidia ที่อยู่บนเศษซากพืชก็จะเจริญแล้วสร้าง และปล่อย conidia ออกมา และ conidia นี้สามารถแพร่กระจายไปกับน้ำฝน หรือระบบการให้น้ำ

Sudisha และคณะ (2006) ได้ทดสอบผลของเชื้อจุลินทรีย์ปฏิปักษ์ 2 ชนิด คือ เชื้อรา *T. hazianum* และ*Pseudomonas fluorescens* ในการควบคุมเชื้อรา *D. bryoniae* ที่ติดมากับเมล็ดพันธุ์ พบว่า เชื้อจุลินทรีย์ทั้ง 2 ชนิดสามารถยับยั้งการเกิดโรคได้และเพิ่มผลผลิตของแคนตาลูปด้วย

Abd-El-Moity และคณะ (2009) ได้รายงานว่า การใช้เชื้อ *Pseudomonas fluorescens* , Bacillus subtilis ผสมร่วมกับเชื้อรา *T. hazianum* ในการป้องกันกำจัดโรคที่เกิดจากเชื้อราในพืชตะกูลแตงได้ดีเช่นเดียวกัน

<u>พริก(Chilli)</u> พริกเป็นพืชในวงศ์ Solanaceae สกุล *Capsicum* เป็นได้ทั้งพืชล้มลุก ไม้พุ่ม และไม้ยืนต้นขนาดเล็ก ซึ่งกระจ่ายอยู่ทั่วโลก (พิทักษ์, 2540) เป็นอาหารชูรสที่สำคัญเพราะคนไทยนิยมรับประทานอาหารที่มีรสชาติค่อนข้างเผ็ด และอาหารที่รับประทานในแต่ละมื้อต้องมีพริกเป็นส่วนประกอบในการปรุง นอกจากนี้พริกยังถูกนำมาใช้ประโยชน์อย่างหลากหลาย เช่น ใช้ทำเครื่องแกง เป็นส่วนผสมของยาบางชนิด ทั้งรับประทานและทานอกร่างกาย เนื่องจากพริกเป็นพืชที่มีคุณค่าทางอาหารมีสีและรสชาติที่ไม่อาจใช้ผลผลิตจากพืชอื่นๆ มาทดแทนได้

<u>โรครากปมของพริก</u> เกิดจากไส้เดือนฝอยรากปม *M. incognita* ไส้เดือนฝอยแพร่พันธุ์ได้ง่ายจึงเพิ่มปริมาณเชื้อในดินได้สูง ทำให้ความเสียหายของโรครากปมมีความรุนแรง (นุชนารถ, 2550) ลักษณะอาการของโรครากปม เมื่อถอนต้นพริกจะพบรากเป็นปุ่มปมสาเหตุจากไส้เดือนฝอยดูดกินน้ำ

ศูนย์วิทยทรัพยากร

เลี้ยงของพืชบริเวณท่อน้ำท่ออาหาร มีผลทำให้เซลล์ของพืชบริเวณที่ถูกทำลายแบ่งตัวผิดปกติเกิดเซลล์ขนาดใหญ่ ไปปิดกั้นทางเดินน้ำและแร่ธาตุอาหารจากรากไปเลี้ยงลำต้นส่วนเหนือดิน ทำให้พริกแสดงอาการเหี่ยวเฉา แคระแกร็น ทรุดโทรมหรือแห้งตายในที่สุด (สรศักดิ์ และคณะ, 2552)

เชื้อ *Streptomyces* spp.เป็นแบคทีเรียในวงศ์ Streptomycetacea เป็นแบคทีเรียแกรมบวก มีลักษณะคล้ายเชื้อราอาศัยอยู่ทั่วไปในดินปุ๋ยหมักน้ำละอองฝุ่นอากาศเมื่อเจริญบนอาหารเลี้ยงเชื้อแข็งจะสร้างเส้นใยอาหาร ฝังลงในอาหารเลี้ยงเชื้อและสร้างเส้นใยอากาศ ผลิตสาร geosmin มีกลิ่นคล้ายกลิ่นดิน *Streptomyces* spp. (Williams et al., 1989) *Streptomyces* spp. สามารถสร้างสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพได้หลายชนิดได้แก่สารต่อต้านแบคทีเรีย เช่น ampicillin, penicillin-N ซึ่งมีโครงสร้างเป็นวง β-lactamring ที่มีคุณสมบัติยับยั้งการสร้างเปบติโดไกลแคนที่ผนังเซลล์แบคทีเรีย oleandomycin เป็นสารพวก macrolide ผลิตโดย *S. antibioticus* (Swan et al., 1994) ซึ่งจะจับกับไรโบโซมและยับยั้งการสังเคราะห์โปรตีน สารต่อต้านเชื้อรา เช่น candicidin เป็นสารพวก polyene macrolide ผลิตโดย *S. griseus* (Lechevalier et al., 1953) มีฤทธิ์ต่อผนังเซลล์ของเชื้อรานystatin มีโครงสร้างเป็น polyene มีสมบัติฆ่าเชื้อราได้หลายชนิด polyoxin มีโครงสร้างเป็น nucleoside มีผลต่อการสร้างผนังเซลล์เชื้อรา anthracycline นอกจากเป็นสารต่อต้านเชื้อรายังเป็นสารต่อต้านมะเร็งด้วยโดยมีคุณสมบัติยับยั้งเอนไซม์ topoisomerase II ในเชื้อราทำให้ไม่สามารถเกิดการจำลองดีเอ็นเอได้ นอกจากสารปฏิชีวนะแล้ว *Streptomyces* spp. ยังสร้างสารต่อต้านมะเร็ง เช่น bleomycin เป็นสารพวก glycopeptide ผลิตโดย *S. verticillus* (Umezawa et al.,1966) มีผลทำให้สายดีเอ็นเอขาด limocrocin ยับยั้งเอนไซม์ reverse transcriptase ของไวรัสที่เป็นสาเหตุของโรคสารปฏิชีวนะที่สร้างโดยเชื้อ *Streptomyces* spp. ที่มีฤทธิ์ในการยับยั้งเชื้อจุลินทรีย์หลายชนิด *Streptomyces* spp. สามารถสร้างสารที่ออกฤทธิ์เป็นสารฆ่าแมลง ได้แก่ nikkomycin เป็นสารพวก nucleoside ผลิตโดย*S. tendae* (Muller et al.,1981) มีผลต่อการสังเคราะห์ไคตินและสารในกลุ่ม macrolide เช่น avermectin ซึ่งมีผลยับยั้งการลอกคราบของแมลงและยังพบสารฆ่าวัชพืช เช่น bialaphos เป็นสารพวกเปบไทด์ผลิตโดย*S. hygroscopicus* มีผลต่อเอนไซม์ glutamine synthetase (Tachibana and Kaneko, 1988)

เชื้อ *Bacillus* spp. แบคทีเรียในจีนัส *Bacillus* เป็นแบคทีเรียแกรมบวกรูปแท่งและสร้าง endospore สามารถอยู่รอดในสภาพแวดล้อมที่ไม่เหมาะสมได้เป็นจุลินทรีย์กลุ่มหนึ่งที่นำมาใช้ควบคุมเชื้อสาเหตุโรคพืชโดยชีววิธีเนื่องจากมีการสร้างสารทุติยภูมิมายับยั้งเชื้อก่อโรคพืชได้เช่น *B. subtilis* และ *B. amyloliquefaciens* สร้างสาร iturin A ซึ่งเป็นสารกลุ่ม heptapeptides เชื่อมด้วย β-amino fatty acid โดยออกฤทธิ์ยับยั้งเชื้อราได้ในวงกว้างและให้ผลเทียบเท่ากับสารกำจัดเชื้อราที่จำหน่ายเป็นการค้าโดยใช้ควบคุมเชื้อราก่อโรคพืชหลายชนิด เช่น *Alternaria citri*, *Colletotrichum gloeosporioides*, *Penicillium crustosum* เป็นต้น (Arrebola et al., 2010) *Bacillus* บางสายพันธุ์มีการผลิต phytohormones เช่น

auxin cytokinin และ gibberellin ที่ช่วยส่งเสริมการเจริญเติบโตของพืชทำให้พืชแข็งแรงและต้านทานต่อการเข้าทำลายของเชื้อสาเหตุโรคพืช (Kloepper, 1992) และบางสายพันธุ์มีการสร้างสารไซเดอร์โรฟอร์ออกมาแย่งจับธาตุเหล็กทำให้เชื้อสาเหตุโรคพืชไม่สามารถเจริญได้ (Pagliaccia et al., 2007) Praca et al. (2012) ได้แยกเชื้อ *B. thuringiensis* (Bt) จากแมลงและนำมาใช้ส่งเสริมการเจริญเติบโตของกะหล่ำปลีโดยคลุก Bt กับเมล็ดก่อนปลูกเพื่อให้เชื้อเข้าไปครอบครองเนื้อเยื่อผิวใบและรากก่อนเพื่อชักนำการต้านทานภายในต้นพืชจากการศึกษาดังกล่าวแสดงให้เห็นว่า *Bacillus* spp. มีการประยุกต์เพื่อการควบคุมโรคพืชได้อย่างหลากหลายทั้งทางตรงโดยใช้สารปฏิชีวนะยับยั้งการเจริญของเชื้อก่อโรคหรือทางอ้อมโดยการผลิตสารส่งเสริมความแข็งแรงให้แก่พืชซึ่งวิธีดังกล่าวเป็นแนวทางหนึ่งที่จะช่วยลดปริมาณการใช้สารเคมีทางการเกษตรจากการแยกแบคทีเรีย *Bacillus* spp. จากตัวอย่างใบและดินจากแปลงปลูกถั่วฝักยาว พบว่า สามารถแยกแบคทีเรีย *Bacillus* spp. ได้จากทุกๆตัวอย่าง จะเห็นได้ว่าแบคทีเรีย *Bacillus* spp. เป็นแบคทีเรียที่สามารถพบได้ทั่วไปในธรรมชาติ (Boer and Diderichsen, 1991) ในการทดสอบประสิทธิภาพของแบคทีเรีย *Bacillus* spp. ต่อการยับยั้งการงอกของสปอร์เชื้อรา *Cercospora cruenta*, *Uromyces vignae* และ *Oidium* sp. โดยใช้น้ำเลี้ยง *Bacillus* spp. ที่มีอายุ 48 ชั่วโมงสามารถยับยั้งการงอกของสปอร์เชื้อราทั้ง 3 ชนิดนี้ได้โดยเฉพาะอย่างยิ่ง *C. cruenta* มีลักษณะบวมเห็นได้ชัดซึ่งอาจเกิดขึ้นจากสารปฏิชีวนะที่แบคทีเรียสร้างขึ้นมีผลต่อผนังเซลล์ของเชื้อราทำให้การนำสารเข้าสู่เซลล์และออกจากเซลล์ผิดปกติส่งผลให้เซลล์ตายได้ (สมใจ, 2531) ทั้งนี้แบคทีเรีย *Bacillus* spp. ผลิตสารปฏิชีวนะขึ้นในช่วง late log phase จนถึงช่วง stationary phase (Nakano et al.,1988) สารปฏิชีวนะที่สร้างขึ้นมีประโยชน์ในการแก่งแย่งอาหารในสภาพแวดล้อมที่ขาดแคลนหากต้องอยู่ร่วมกับจุลินทรีย์ชนิดอื่นและยังช่วยยับยั้งหรือทำลายจุลินทรีย์ที่อยู่รอบข้างบางชนิด

การชักนำให้เกิดความต้านทานโรค การชักนำให้เกิดความต้านทานโรค (induced disease resistance) เป็นกลไกที่กำลังได้รับความสนใจศึกษากันอย่างแพร่หลายในปัจจุบันเนื่องจากเชื้อจุลินทรีย์โดยเฉพาะอย่างยิ่งพวกที่เคยเป็นเชื้อโรคเมื่อนำมาทำให้เสียความสามารถในการทำให้เกิดโรคแล้วสามารถชักนำหรือกระตุ้นให้พืชสร้างความต้านทานต่อการทำลายของเชื้อโรคได้ภูมิต้านทานโรคที่ชักนำให้สร้างขึ้นในพืชมีอยู่ 2 รูปแบบคือ systemic aquired resistance (SAR) และ induced systemic resistance (ISR) (Vallad and Goodman, 2004) ซึ่งทั้งสองแบบมีลักษณะเหมือนกันคือเป็นระบบต่อต้าน (defense mechanism) ของพืชต้องเกิดขึ้นก่อนที่จะมีการติดเชื้อหรือพืชได้รับการกระตุ้นที่ทำให้เกิดมีการเปลี่ยนแปลงไปในด้านทำให้มีความต้านทาน หรือ ทนทานต่อการเข้าทำลายของสาเหตุโรคพืชหรือศัตรูพืชที่จะตามเข้ามาภายหลัง ทั้งสองรูปแบบมีความแตกต่างกันเฉพาะในส่วนของธรรมชาติของตัวกระตุ้นและระบบการควบคุมที่เกี่ยวข้องเท่านั้น โดย SAR ส่วนที่มากระตุ้นคือการที่พืชสัมผัสกับเชื้อสาเหตุโรคที่มี virulent, avirulent และ non-pathogenic หรือสารเคมี เช่น salicylic acid, 2,6-dichloroisonicotinic acid (INA) หรือ benzo(1,2,3) thiadiazole-7carbothioic acid และ S-methyl ester (BTH) ซึ่งในต้นพืชเมื่อได้รับ

กรมวิชาการเกษตร

สารกระตุ้นเหล่านี้แล้วจะมีสะสมของสารที่เกี่ยวข้องกับการชักนำให้ต้านทานต่อการเข้าทำลายของเชื้อสาเหตุโรคเช่น PR-proteins และ salicylic acid อยู่ภายในต้นพืชส่วน ISR เป็นระบบที่กระตุ้นได้โดยเชื้อแบคทีเรียในกลุ่มที่เป็น plant growth-promoting bacteria (PGPR) เช่น เชื้อ *Streptomyces* spp., *Pseudomonas* spp. หรือ *Bacillus* spp. โดยที่เชื้อเหล่านี้ไม่ได้ทำให้รากพืชเสียหาย ISR จะใช้ jasmonate pathway และ ethylene เป็นตัวควบคุม ส่วนสารที่เกี่ยวข้องกับความต้านทนต่อเชื้อโรคที่พบสะสมในต้นพืชคือ jusmonic acid เป็นต้น และมีรายงานว่า ISR มีการเชื่อมโยงกับสาร siderophore รหรือ salicylic acid ของ PGPR ดังนั้นจึงมีส่วนที่เกิดการสะสมของสารต่าง ๆ ที่ช่วยในการต้านทานต่อเชื้อโรคเช่นเดียวกับที่พบในระบบ SAR นอกจากนี้ Adam และคณะ 2014 ได้ศึกษาการชักนำภูมิต้านทานไส้เดือนฝอยรากปมในมะเขือเทศโดยใช้เชื้อ *Bacillus subtilis* ไอโซเลต Sb4-23 โดยวิธีการ Split-root system ลดจำนวนกลุ่มไข่ได้ 62 เปอร์เซ็นต์ เช่นเดียวกับการทดลองของ Mostafa, 2014 และคณะได้ทดสอบการใช้เชื้อ *Bacillus megaterium* ในรูปการค้าชื่อ Bio-arc กับซูก้าบีท ในการชักนำภูมิต้านทานต่อไส้เดือนฝอยรากปมโดยวิธีราดลงในดินปลูก พบว่า สามารถลดจำนวนไข่ต่อกลุ่มไข่ได้ถึง 76.5 เปอร์เซ็นต์ แล้วยังสอบตรวจกิจกรรมของเอนไซม์ peroxidase และ polyphenol oxidase เพิ่มขึ้นในกรรมวิธีที่ราดเชื้อ การทดสอบใช้เชื้อ *Pseudomonas fluorescans* CHAO โดยราดเชื้อในดินปลูกมะเขือเทศ พบว่า สามารถลดจำนวนกลุ่มไข่ได้ โดยพบกลุ่มไข่ในรากเฉลี่ย 45 กลุ่มไข่ เปรียบเทียบกรรมวิธีที่ไม่ได้ราดเชื้อมีจำนวนเฉลี่ย 262.5 กลุ่มไข่ เมื่อตรวจสอบกิจกรรมของเอนไซม์ที่เกี่ยวข้องกับการชักนำภูมิต้านทานพบว่า มีกิจกรรมของเอนไซม์ superoxide dismutase, peroxidase และ catalase เพิ่มขึ้น (Nikoo et al., 2014) รัตติกาล, 2556 ทดสอบใช้น้ำเลี้ยงเชื้อ *Streptomyces*–PR87 สามารถผลิตสาร secondary metabolite ในการยับยั้งการฟักไข่และการมีชีวิตรอดของตัวอ่อนระยะที่สอง ที่ระดับความเข้มข้น 50, 75 และ 100 เปอร์เซ็นต์ สามารถยับยั้งการฟักไข่ของไส้เดือนฝอยรากปมได้จำนวนเฉลี่ยของ J2 ต่อ 5 กลุ่มไข่ คือ 37. 67, 6.67 และ 3.33 ตัว ตามลำดับเปรียบเทียบกับการฟักไข่ในน้ำมีตัวอ่อน J2 เฉลี่ย 136.33 ตัว ความเข้มข้นของน้ำเลี้ยงเชื้อ *Streptomyces*-PR87 ที่ทำให้ตัวอ่อน J2 ตายได้ 100 เปอร์เซ็นต์ภายใน 48 ชั่วโมง คือความเข้มข้น 75และ 100 เปอร์เซ็นต์ผลการวิจัยในสภาพโรงเรือนพบว่า การใช้เชื้อ *Streptomyces*- PR87 ทุกรูปแบบช่วยลดการเกิดโรครากปมมะเขือเทศและลดจำนวนไข่ต่อระบบรากของมะเขือเทศทั้งสองสายพันธุ์ที่นำมาทดสอบลดการเกิดโรครากปมได้ 46.80 เปอร์เซ็นต์ และลดจำนวนไข่ต่อระบบรากได้ 37.36 เปอร์เซ็นต์

ด้านการจัดการโรคพืชที่เกิดจากไส้เดือนฝอย *Radopholus similis* ธิติยา และคณะ(2555) ได้ศึกษาการจัดการโรครากโพรงของหน้าวัว โดยการปลูกเชื้อไส้เดือนฝอย *Radopholus similis* ซึ่งใช้หลากหลายวิธีการในการจัดการเช่นการใช้สารเคมี (abamectin และ fipronil) การใช้เชื้อราปฏิปักษ์ (*Paecilomyces lilacinus* และ*Trichoderma harzianum*)และใช้ในน้ำอุ่น 55 องศาเซลเซียส ซึ่งทุกกรรมวิธีสามารถลดจำนวนของไส้เดือนฝอยได้แต่ไม่สามารถทำให้ไส้เดือนฝอยหมดไปได้ อาจจะเนื่องจากไส้เดือนฝอยชนิดนี้อาศัยอยู่ในรากพืช ดูดกินอาหาร และสามารถเจริญเติบโตครบวงชีวิต

ภายในรากพืช การใช้ปัจจัยภายนอกอื่นมาจัดการกับไส้เดือนฝอยกลุ่มนี้จึงยากแก่การกำจัดไส้เดือนฝอยชนิดนี้ให้หมดไปซึ่งการใช้ราเอนโดไฟท์ซึ่งอาศัยอยู่ในเนื้อเยื่อพืชในการควบคุมน่าจะเป็นแนวทางการจัดการที่ดีกว่า

ราเอนโดไฟท์ คือเชื้อราที่อาศัยอยู่ในช่องว่างภายในเซลล์ของลำต้น ก้านใบ ราก และใบของพืช โดยพืชอาศัยไม่แสดงอาการผิดปกติ (Alexopoulos,1996) โดยราเอนโดไฟท์สามารถพบได้ในทุกส่วนของพืช เนื้อเยื่อของพืชที่มีราเอนโดไฟท์ ยังสามารถทำงานได้อย่างปกติ โดยราเอนโดไฟท์อาจอาศัยอยู่ในภาวะเกื้อกูล (mutuality) หรืออิงอาศัย (symbiotic) Redlin and Carris, 1985) ซึ่งในปัจจุบันพบว่าราเอนโดไฟท์เป็นแหล่งของสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพ ที่สำคัญทางด้านการแพทย์การเกษตร และทางอุตสาหกรรม (Azevedo *et al*., 2000; Lu *et al*., 2000; Huang *et al*., 2001; Strobel, 2002; Strobel and Daisy, 2003; Ma *et al*., 2004) การสร้างสารพิษจำพวก alkaloidของราเอนโดไฟท์ทำให้มีผู้สนใจนำมาใช้ในการปกป้องพืชจากศัตรูพืชเช่น มีรายงานว่าหญ้าที่มีราเอนโดไฟท์ จะมีสารกลุ่ม alkaloid อยู่ จึงทำให้มีความต้านทานต่อแมลงจำพวกที่กินใบ และสัตว์เคี้ยวเอื้อง (University of Rhode Island, 2005) ราเอนโดไฟท์ *Fusarium oxysporum*สามารถป้องกันการเกิดโรคจากไส้เดือนฝอย*Radopholus similis* ซึ่งเป็นศัตรูพืชที่สำคัญของต้นกล้วย และการนำราเอนโดไฟท์ *Glomus mossae* และ *G.intraradice* มาชักนำให้พืชสร้างความต้านทานต่อการเข้าทำลายของ *Radopholus similis* (Volcy ,2011) และราเอนโดไฟท์ *Phomopsis phaseoli* และ *Melaconium betulinum* สามารถสร้างสารพิษเพื่อทำลายไส้เดือนฝอย *Meloidogyne incognita* ซึ่งก่อโรคในพืช (Schwarz *et al*., 2004) เชื้อราเอนโดไฟท์มีผู้สนใจนำมาใช้ในการควบคุมไส้เดือนฝอย Migratory endoparasitic nematodes ซึ่งเป็นไส้เดือนฝอยชนิดที่เข้าสู่รากพืช ดูดกินอาหารเจริญเติบโต ภายในรากพืช การใช้ปัจจัยภายนอกอื่นมาจัดการกับไส้เดือนฝอยกลุ่มนี้จึงยากซึ่งการใช้ราเอนโดไฟท์ซึ่งอาศัยอยู่ในเนื้อเยื่อพืชในการควบคุมน่าจะเป็นแนวทางการจัดการที่ดีกว่า (Siddiqui และ Shaukat,2003)

ไส้เดือนฝอยสกุล Radopholus เป็นที่รู้จักตั้งแต่ปี 1890 เมื่อ Cobb ได้ทำการอธิบายเชื้อปรสิตที่เข้าทำลายรากกล้วยบนเกาะ Fiji ซึ่งในขณะนั้นได้จัดจำแนกเป็น *Tylenchus similis* (Cobb, 1893) ต่อมาในปี 1949 Thorne ได้จัดจำแนกใหม่อีกครั้ง โดยได้เสนอให้ใช้ชื่อสกุล Radopholus และตั้งชื่อชนิดเป็น *R. similis*(Cobb, (1893) Thorne (1949))จากนั้นมีการตรวจพบการเข้าทำลายของไส้เดือนฝอยชนิดนี้เพิ่มขึ้น ในปี 1915 พบว่าเป็นสาเหตุของการเข้าทำลายอ้อยในรัฐฮาวาย ประเทศสหรัฐฯ และทำให้เกิดโรคในกล้วยของประเทศจาไมก้าต่อมาได้เกิดเหตุการณ์ทางประวัติศาสตร์ที่สำคัญ ประมาณปี 1928 ไส้เดือนฝอย *R. citrophilus* ทำให้เกิด “spreading decline” ในการปลูกส้มของรัฐฟลอริดา ประเทศสหรัฐฯ โดยทำให้ผลผลิตส้มลดลง 40 ถึง 70 เปอร์เซ็นต์ และใน grapefruits ซึ่งเป็นพืชในตระกูลส้มอีกชนิดหนึ่งผลผลิตลดลง 50 ถึง 80 เปอร์เซ็นต์ เหตุการณ์ในครั้งนี้เปรียบเสมือนจุดเริ่มต้นของมาตรการต่างๆในการควบคุมการระบาดของโรค โดยได้ออกมาตรการกักกันพืช ห้ามนำเข้าพืชที่มี *R. citrophilus* (*R. similis* citrus race)และมีการจำจัดพื้นที่ในการแพร่ระบาด

ศูนย์วิทยทรัพยากร

R. similis sensu lato ยังเป็นศัตรูสำคัญในการปลูกกล้วยในทวีป อัฟริกา ออสเตรเลีย อเมริกากลางและอเมริกาใต้ หมู่เกาะในทะเลแคริเบียน ซึ่งทำให้เกิดโรคกล้วย ที่เรียกว่า “blackhead banana disease” หรือ “banana toppling disease” ทำให้เกิดการโค่นล้มของกล้วยในขณะออกเครือเพราะเหง้าและระบบรากได้ถูกไส้เดือนฝอยเข้าทำลาย ทำให้ไม่สามารถรับน้ำหนักของเครือกล้วยได้จึงโค่นล้มก่อนที่จะเก็บผลผลิตและด้วยเหตุของการแพร่กระจายเชื้อไปกับหน่อกล้วยทำให้แทบทุกภูมิภาคมีไส้เดือนฝอยชนิดนี้อีกทั้งไส้เดือนฝอยสกุล Radopholus มีพืชอาศัยมากกว่า 250 ชนิด ยกตัวอย่างเช่น กล้วย ส้ม ขิง ปาล์ม กาแฟ พริกไทย อ้อย ชา ไม้ดอกไม้ประดับ เช่นหน้าวัว ฟิโลเดนดรอน (Haegman et. al. : 2010)

ในปี 1953 มีการระบาดครั้งใหญ่ของโรคเหลืองพริกไทย (yellow disease of *Piper nigrum*) ซึ่งเกิดจาก *R. similis*ในการปลูกพริกไทยของประเทศอินโดนีเซียโดยเกิดความเสียหายเกือบ 90 เปอร์เซ็นต์ของการผลิตทั้งประเทศซึ่งความเสียหายครั้งนี้ได้สูญเสียต้นพริกไทยกว่า 22 ล้านต้น และมีการรายงานว่าแพร่กระจายไปในแหล่งปลูกพริกไทยอื่นๆได้แก่ อินเดีย พบว่า *R. similis*เป็นสาเหตุของโรค slow wilt ที่ทำให้ผลผลิตของพริกไทยลดลง (Roland,N.P and Maurice,M.,2006) (Ramana *et.al*, 1987)

แม้ว่าประเทศไทยไม่มีรายงานความเสียหายของพืชที่เกิดจากไส้เดือนฝอยสกุล Radopholus แต่พบว่าได้เกิดปัญหาการส่งออกพืชไปยังสหภาพยุโรป ถูกปฏิเสธการนำเข้าเนื่องจากมีการตรวจพบ *R. similis* ในพรรณไม้น้ำ *Anubias* spp. ในระหว่างปี พ.ศ. 2550 ถึง 2551 ไม้น้ำจากประเทศไทยถูกเผาทำลายไป 11 ครั้ง ทำให้มีผลกระทบต่อผู้ส่งออกพรรณไม้น้ำของไทยเป็นอย่างมาก (นุชนารถ. 2551)

ในต่างประเทศมีการศึกษาถึงการใช้ประโยชน์จากเห็ดเรืองแสงโดยนำสารออกฤทธิ์จากเห็ดเรืองแสงมาใช้ประโยชน์ในการควบคุมโรคพืชโดยชีววิธี โดยเฉพาะในการควบคุมไส้เดือนฝอยรากปม (*Meloidogyne incognita*) ที่เป็นสาเหตุโรคพืชที่ก่อให้เกิดความเสียหายกับพืชเศรษฐกิจมากกว่า 3,000 ชนิด ทั้งในเขตหนาว และเขตร้อน (สืบศักดิ์, 2541) Sterner และคณะ (1997) รายงานว่าสาร secondary metabolite ที่ได้จาก culture filtrate โดยเลี้ยงเห็ด *Omphalotus olearius* ในอาหารเหลว yeast glucose malt (YMG) แล้วนำมาทดสอบกับไส้เดือนฝอยรากปม *M. incognita* พบว่าสามารถยับยั้งไส้เดือนฝอยรากปมได้ จากการศึกษาพบว่าเห็ดเรืองแสงชนิดนี้จะสร้างสารพิษที่เรียกว่า omphalotin ซึ่ง Mayer และคณะ (1997) รายงานว่า เห็ดเรืองแสง *O. olearius* สามารถผลิตสาร omphalotin ซึ่งเป็นพิษต่อระบบประสาทของไส้เดือนฝอยรากปม *M. incognita*

สำหรับในประเทศไทย ข้อมูลการใช้ประโยชน์จากเห็ดเรืองแสงยังน้อยมาก อย่างไรก็ดี ได้มีการศึกษาเกี่ยวกับเห็ดเรืองแสงที่พบในเขตโคกภูตากา พื้นที่อนุรักษ์พันธุกรรมพืชโดยสมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาสยามบรมราชกุมารี โดย สุรีย์พร (2546) และ วีระศักดิ์ และคณะ (2548) ได้ศึกษาถึงการใช้ประโยชน์จากเห็ดเรืองแสงในเขตโคกภูตากา ได้แก่ ไอโซเลท PW1 และไอโซเลท PW2 กับไอโซเลทที่พบในเขตมหาวิทยาลัยขอนแก่น (KKU) อีก 1 ไอโซเลท พบว่า เชื้อเห็ดเรืองแสงทุกไอโซเลทมีประสิทธิภาพในการควบคุมไส้เดือนฝอยได้ดี ต่อมาสุรีย์พร (2550) ได้สกัดและแยกสารออกฤทธิ์จาก

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

เห็ดเรืองแสง ทั้ง 3 ไอโซเลท โดยใช้ Thin layer chromatography (TLC) พบสารออกฤทธิ์ที่น่าสนใจบนแผ่น TLC เมื่อนำมาทดสอบ พบว่า ทั้ง 3 ไอโซเลท มีประสิทธิภาพต่อการตายของตัวอ่อนระยะที่ 2 (J2) ของไส้เดือนฝอยรากปม หลังการใช้สารละลายจากเห็ดที่สกัดได้จากแถบที่น่าสนใจ จากนั้น สุรีย์พร (2554) ได้วิเคราะห์โครงสร้างของสารด้วยเทคนิคทาง สเปกโทรสโกปี สรุปว่า สารออกฤทธิ์ทางชีวภาพที่มีผลต่อไส้เดือนฝอยรากปม *M. incognita* ที่ได้จากเห็ดเรืองแสง ทั้ง 3 ไอโซเลท คือ สาร aurisin A ซึ่งพบว่า ที่ระดับความเข้มข้น 500 mg/L มีผลต่อการตายของ J2 ได้ 100 เปอร์เซ็นต์ ในเวลา 1 นาที ต่อมา Bua-art และคณะ (2012) ได้ประยุกต์ใช้ประโยชน์จากเห็ดเรืองแสง ไอโซเลท PW2 ในรูปแบบของก้อนเชื้อเห็ด เพื่อความสะดวก ประหยัดและง่ายต่อการนำไปใช้ประโยชน์ได้จริง โดยทดสอบในอัตรา 10, 20, 30, 40 และ 50 กรัมต่อต้น พบว่า ที่อัตรา 10 กรัมต่อกระถาง สามารถควบคุมไส้เดือนฝอยรากปม ได้ดีที่สุด ซึ่งมีเปอร์เซ็นต์การเกิดรากปมเพียง 12.40 เปอร์เซ็นต์ มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ เมื่อเปรียบเทียบกับกรรมวิธีที่มีไส้เดือนฝอยรากปมเพียงอย่างเดียว และการใช้สารเคมี carbofuran® ที่พบการเกิดปมสูงถึง 75.60 และ 60 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

Gadd (1924) ได้รายงานว่า พบโรคเน่าดำของกล้วยไม้เป็นครั้งแรกที่ประเทศศรีลังกาและฟิลิปปินส์ ต่อมาที่ประเทศไต้หวันมีรายงานพบโรคเน่าดำของกล้วยไม้ที่เกิดจากเชื้อรา *P.palmivora* และ *P. parasitica* ในกล้วยไม้สกุลต่างๆ เช่น *Cattleya*, *Cymbidium*, *Dendrobium*, *Oncidium*, และ *Phalaenopsis* (Ann, 1995; Yehm และคณะ 1998)

ในประเทศไทย พิบูลย์ (2517) รายงานว่า พบโรคเน่าดำของกล้วยไม้ลูกผสมแวนดาเป็นส่วนใหญ่ และยังพบในกล้วยไม้สกุล *Aranda* spp., *Cristine* spp., *Asscocentrum* spp., *Cattleya* spp., *Dendrobium* spp., *Oncidium* spp., และ *Vanda* spp.,

อาการของโรคสามารถเกิดได้กับทุกส่วนของกล้วยไม้ เช่น ใบ ยอด ราก และดอก ส่วนลักษณะอาการของโรคจะแตกต่างกันตามบริเวณที่เชื้อเข้าทำลาย (Burnett, 1966) อาการที่ยอด เริ่มจากปลายหรือโคน หรือยอด เกิดอาการเน่าดำ ฉ่ำน้ำ (water soaked) เนื้อเยื่อบริเวณที่ถูกทำลายจะอ่อนนุ่ม แต่ถ้าทิ้งไว้นานแผลจะแห้งดำตายทั้งต้น(Hine, 1962) อาการที่ใบ เริ่มแรกเป็นจุดใส ฉ่ำน้ำ แล้วค่อยๆ เปลี่ยนเป็นจุดสีน้ำตาลอ่อน และสีน้ำตาลเข้มในที่สุด ที่ความชื้นสูงเชื้อราจะสร้าง sporangium และ chlamydospore บนแผลที่เน่าดำ อาการที่ดอก กลีบดอกเป็นจุดฉ่ำน้ำ และเปลี่ยนเป็นจุดสีน้ำตาล ในสกุลหวายพบปากดอกและก้านดอกเหี่ยวเป็นสีน้ำตาล ถ้าอาการรุนแรงดอกจะร่วงจากช่อดอก (นิยมรัฐ, 2544; Thompson, 1959; Pirone และคณะ 1960)

Uchida (1994) รายงานว่า สารเคมีที่ใช้ป้องกันกำจัดโรคเน่าดำของกล้วยไม้ ที่เกิดจากเชื้อ *Phytophthora* spp. ได้ผล คือ สาร metalaxyl และ etridiazole ในปี 1999 ได้รายงานเพิ่มเติมว่าสารเคมีที่มีประสิทธิภาพในการป้องกันกำจัดอีกชนิดหนึ่งคือ fosethyl-Al (Uhcida, 1999)

ในต่างประเทศมีการศึกษาถึงการใช้ประโยชน์จากเห็ดเรืองแสงโดยนำสารออกฤทธิ์จากเห็ดเรืองแสงมาใช้ประโยชน์ในการควบคุมโรคพืชโดยชีววิธี Boehlendorf และคณะ (2004) รายงานว่า

ศูนย์วิทยทรัพยากร

สาร aurisin A ที่แยกได้จากเห็ดในสกุล *Panus* sp. มีฤทธิ์ต่อเชื้อราสาเหตุโรคพืชหลายชนิด เช่น *Pythium ultimum*, *Venturia inaequalis*, *Plasmopara viticola*, *Puccinia graminis* และ *Phytopthora infestans*

สุรีย์พร (2552) ได้ศึกษาสารออกฤทธิ์จากเห็ดเรืองแสง *N. nambi* ต่อเชื้อราชั้นต่ำสาเหตุโรคพืชในสกุล *Pythium* และ *Phytopthora* พบว่า สาร aurisin A สามารถยับยั้งเชื้อรา ในสกุล *Pythium* และ *Phytopthora* นอกจากนี้ยังออกฤทธิ์ต่อไส้เดือนฝอยรากปม (*M. incognita*) แต่ไม่มีผลต่อสิ่งมีชีวิตที่มีประโยชน์ เช่น เชื้อแบคทีเรีย *Bacillus* sp. กับ *Rhizobium* sp. และไส้เดือนฝอยกำจัดแมลงศัตรูพืช (*Steinernema carpocapsae*)

ประเทศไทยมีการเพาะปลูกพืชตระกูลกะหล่ำซึ่งประกอบด้วย กะหล่ำดาว กะหล่ำปลี กะหล่ำดอก กะหล่ำปม มัสตาร์ด บร็อคโคลี่ และคะน้า เป็นต้น คะน้าเป็นผักกินใบมีอายุการเก็บเกี่ยวสั้น ในการเพาะปลูกพืชผักโดยเฉพาะคะน้านั้น เกษตรกรมักประสบปัญหาเกี่ยวกับโรคขอบใบทองหรือเน่าดำ ที่เกิดจากเชื้อ *Xanthomonas campestris* pv. *campestris* พืชจะเริ่มแสดงอาการโรคให้เห็นในส่วนใบ โดยใบจะเริ่มเหลืองจากขอบใบแล้วลามลึกเข้ามาในเนื้อใบจนจรดแกนกลางของใบเป็นรูปตัววี (V) เส้นใบบริเวณนี้จะมีสีน้ำตาล ต่อมาจะเกิดอาการแห้งจากขอบใบ (ศักดิ์, 2537) ใบเหี่ยวเฉาและหลุดจากต้น เมื่อตัดลำต้นตามขวางจะพบว่าส่วนที่เป็นท่อน้ำ (xylem) มีสีดำ ในระยะกล้าที่งอกใหม่ๆ จะมีอาการเน่าดำที่ขอบใบเลี้ยง ต่อมาใบเลี้ยงจะเหี่ยวและต้นกล้าตาย นอกจากอาการดังกล่าวแล้ว บางครั้งอาจพบอาการแผลจุดบนใบผักคะน้า โดยจะเริ่มเกิดจุดแผลขนาดเล็กๆ ต่อมาจุดจะขยายใหญ่ขึ้นมีสีน้ำตาล ขนาดประมาณ 1-3 มิลลิเมตร และถ้าความชื้นสูงจะปรากฏลักษณะอาการฉ่ำน้ำรอบจุดแผลสีน้ำตาล เมื่อจุดแผลเกิดใกล้ชิดกันจะทำให้เกิดลักษณะไหม้ แห้งตายเป็นหย่อมๆ เนื้อใบที่เป็นแผลขาดทะลุเป็นรู (ชลิดาและนวลวรรณ, 2543) เชื้อ *X. campestris* pv. *campestris* สามารถอาศัยอยู่ในเศษซากพืชได้ และอาศัยอยู่ในเมล็ดพันธุ์ได้นาน 3 ปี สำหรับการเกิดโรคในแปลงปลูก เกิดจากต้นกล้าที่ได้รับเชื้อในแปลงเพาะ หรือเชื้อสาเหตุอาศัยอยู่ในเศษซากพืชในดิน หรือในพืชอาศัยที่ตกค้างอยู่ในแปลงแล้วแพร่กระจายโดยน้ำฝน หรือน้ำที่ใช้รดต้นพืช เชื้อเข้าสู่พืชทางระบบรากทางปากใบ (stomata) ต่อมคายน้ำ หรือทางแผลจากเครื่องมือทางการเกษตรแล้วกระจายไปสู่ส่วนต่างๆ ทาง xylem การระบาดของโรคจะเกิดได้ดี เมื่อสภาพแวดล้อมเหมาะสม (Wulff *et al*., 2002)

การควบคุมโดยชีววิธีเป็นวิธีที่นำเอาเชื้อจุลินทรีย์ปฏิปักษ์จากธรรมชาติ ที่มีคุณสมบัติเป็น plant-growth promoting rhizobacteria (PGPR) มีความสามารถในการย่อยสารอาหาร (substrate) ได้หลายชนิดภายใต้สภาวะที่แตกต่างกัน สร้างสารปฏิชีวนะ (antibiotic) และสามารถปรับตัวและเจริญได้อย่างรวดเร็ว การนำเชื้อจุลินทรีย์ปฏิปักษ์ที่มีอยู่ทั่วไปตามบริเวณผิวพืช ส่วนเหนือดิน บริเวณราก และดินรอบราก มาใช้ในการควบคุมโรคพืชทดแทนการใช้สารเคมี โดย PGPR จะไปกระตุ้นกระบวนการตอบสนอง และกระบวนการป้องกันตนเองของพืช ช่วยส่งเสริมให้พืชแข็งแรงและเร่งการเจริญเติบโตของพืช (นิพนธ์, 2533) สำหรับเชื้อแบคทีเรียสกุล *Bacillus* เป็นเชื้อแบคทีเรียที่สามารถพบได้ทั่วไปในธรรมชาติ สามารถเจริญได้ในทุกสภาพแวดล้อม และพบว่าเชื้อแบคทีเรียสกุล

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

นี้ยังสามารถผลิตสารต้านจุลินทรีย์ได้หลายชนิด ได้แก่ bacitracin, subpeptin และ polymyxin เป็นต้น สารดังกล่าวมีฤทธิ์ในการยับยั้ง หรือฆ่าเชื้อแบคทีเรียที่ก่อโรค (Katz and Demain, 1977) ซึ่งมีรายงานการวิจัยของ Zeriouh และคณะ (2011) ได้แยกเชื้อ *Bacillus subtilis* จำนวน 4 สายพันธุ์ คือ UMAF6614 UMAF6619 UMAF6639 และ UMAF8561 มาทดสอบความสามารถในการควบคุมเชื้อ *Xanthomonas campestris* pv. *cucurbitae* และ *Pectobacterium carotovorum* subsp. *carotovorum* ของพืชตระกูลแตง พบเพียง 2 สายพันธุ์ คือ UMAF6614 และ UMAF6639 ที่แสดงการเป็นปฏิปักษ์ต่อเชื้อสาเหตุโรค และยังพบว่า *Bacillus* spp. สร้างสารปฏิชีวนะ surfactins, iturins และ fengycin ที่มีผลต่อการยับยั้งเชื้อสาเหตุโรคพืช ในปี 2551 เสมอใจและคณะ ศึกษาหาเชื้อแบคทีเรียปฏิปักษ์ *Bacillus subtilis* ที่มีประสิทธิภาพในการควบคุมเชื้อ *Xanthomonas axonopodis* pv. *dieffenbachiae* (Xad) สาเหตุโรคใบไหม้ของหน้าวัว จากการแยกเชื้อแบคทีเรียของวัสดุปลูกหน้าวัว พบว่า เมื่อผสมเชื้อ *Bacillus subtilis* 3 ชนิด คือ B1228 B1317 และ B1348 ควบคู่กับการพ่น Xad ในโรงเรือนทดลอง สามารถลดการเกิดโรคได้ 81-89 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเปรียบเทียบกับชุดควบคุม เช่นเดียวกับ ชลิดาและนิพนธ์ (2544) ทำการแยกเชื้อจากดินในแหล่งปลูกพืช ได้เชื้อแบคทีเรียจำนวน 103 ไอโซเลท พบเชื้อ *Bacillus* sp. ไอโซเลท DL-1 เมื่อทดสอบการเป็นปฏิปักษ์โดยวิธี cellophane-disk พบว่าสารที่เชื้อ DL-1 ผลิตสามารถยับยั้งการเจริญของเชื้อ *Xanthomonas campestris* สาเหตุโรคใบจุดของพริกและมะเขือเทศ โรคแคงเกอร์ของมะนาว มะกรูด ส้ม และส้มโอ โรคเน่าดำของกะหล่ำ โรคใบจุดนูนของถั่วเหลือง โรคใบจุดเหลี่ยมของฝ้าย โรคใบไหม้ของมันสำปะหลัง และโรคใบจุดของพลูได้ นอกจากนี้ บุษราคัมและคณะ (2556) ได้ทำการทดสอบประสิทธิภาพของเชื้อ *Bacillus* sp. จำนวน 6 ไอโซเลท คือ 20W4 20W1 20W5 20W12 17G18 และ SA6 ในการยับยั้งเชื้อรา *Alternaria brassicicola* สาเหตุโรคใบจุดของคะน้า โดยทำการพ่นด้วย cell suspension ของ *Bacillus* sp. พบว่า ทั้ง 6 ไอโซเลท ลดการเกิดโรคได้สูงกว่ากรรมวิธีที่ไม่มีการพ่นด้วย *Bacillus* sp. อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และมีการนำเอาเชื้อ *Bacillus* sp 5 ไอโซเลท ได้แก่ 20W4 20W1 20W5 20W12 และ 17G18 มาพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์ผง แล้วนำไปทดสอบในสภาพแปลงปลูกเดิม พบว่าทั้ง 5 ไอโซเลท มีเปอร์เซ็นต์การเกิดโรคต่ำกว่ากรรมวิธีที่ไม่มีการพ่น *Bacillus* sp. Monteiro และคณะ (2005) ทำการแยกเชื้อ *Bacillus* spp. ได้ 8 สายพันธุ์ ทำการทดสอบกับเชื้อ *Xanthomonas campestris* pv. *campestris* สาเหตุโรคเน่าดำจำนวน 9 สายพันธุ์ โดยประเมินผลการยับยั้งการเจริญของเชื้อสาเหตุโรคเน่าดำ พบว่า มี *Bacillus* spp. เพียง 4 สายพันธุ์ ที่สามารถยับยั้งการเจริญของเชื้อสาเหตุโรคเน่าดำได้ โดยมีค่าเฉลี่ยของขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง (clear inhibition zone) ประมาณ 2-12.7 มิลลิเมตร ซึ่งสอดคล้องกับ Wulff และคณะ (2002) ได้แยกเชื้อ *Bacillus subtilis* (สายพันธุ์ BB) ทดสอบกับเชื้อ *Xanthomonas campestris* pv. *campestris* (Xcc) สาเหตุของโรคเน่าดำของพืชตระกูลกะหล่ำ ได้แก่ กะหล่ำปลี กะหล่ำดอก ผักกาดก้านขาว และบร็อคโคลี่ พบว่า สายพันธุ์ BB สามารถควบคุมการเจริญของเชื้อพันธุ์ Xcc B-147 และ Xcc 33908 ได้ โดยจะควบคุมได้ดีในช่วงฤดูแล้งและช่วงที่มีฝนน้อย และกัลทิมา

ลิขสิทธิ์กรมวิชาการเกษตร

(2556) ได้ทำการศึกษาคุณสมบัติของ *Bacillus subtilis* ที่มีผลต่อการยับยั้งการเจริญของเชื้อ *Xanthomonas campestris* (TISTR 1100) สาเหตุโรคใบจุดมะเขือเทศ ด้วยวิธี agar well diffusion assay ในสภาพห้องปฏิบัติการ พบว่า เชื้อแบคทีเรียปฏิปักษ์ *B. subtilis* สามารถยับยั้งการเจริญของเชื้อ *X. campestris* (TISTR 1100) โดยมีค่าเฉลี่ยของขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางเท่ากับ 22.6 มิลลิเมตร

ในปี 2006 วารสาร *Australasian Plant Pathology,* Vol.35 หน้า 487–493) ได้รายงานถึงกลไกของน้ำนมในการต่อต้านโรคราแป้งขององุ่นไว้ว่า เกิดจากปฏิกิริยาของแสงแดดทำปฏิกิริยากับโปรตีนในน้ำนมเกิดเป็นโมเลกุลของออกซิเจนอิสระที่สามารถทำลายเส้นใยของเชื้อราได้ นอกจากนี้องค์ประกอบของนมที่เรียกว่า lactoferrin ซึ่งเป็นโปรตีนชนิดหนึ่ง จะมีผลกับ cell membrane ของเชื้อราหรือแบคทีเรียทำให้ผนังเซลล์ดังกล่าวถูกทำลายลง เกิดการไหลออกของ cytoplasmic fluids ที่อยู่ภายในเซลล์ของเชื้อรา มีผลทำให้เชื้อราตายลงในที่สุด (http://www.humblegarden.com/2007/08/30/powdery-mildew/)

ในปัจจุบันได้มีการศึกษาวิจัยในการนำผลิตภัณฑ์นม เช่น น้ำนมดิบ หรือหางนมที่เราใช้ดื่มมาใช้ในการควบคุมโรคพืช โดยเฉพาะโรคที่เกิดจากเชื้อรากลุ่ม obligate parasite เช่น โรคราน้ำค้าง (downy mildew) และโรคราแป้ง (powdery mildew) เป็นต้น โดยเฉพาะในเครือรัฐออสเตรเลีย ซึ่งพบว่า การใช้สารละลายนมเดี่ยวๆ หรือนำมาใช้ร่วมกับสารอื่น เช่น essential oil หรือ chamomile tea หรือร่วมกับ *Bacillus subtilis* พบว่า ให้ผลในการควบคุมโรคราน้ำค้างและราแป้งองุ่นได้ดี โดยไม่มีผลกระทบต่อคุณภาพของไวน์ที่ได้จากองุ่นนั้น (http://www.gwrdc.com.au/webdata/resources/project/UA0303.pdf)

วัตถุประสงค์ของการคัดเลือกนม 3 ชนิด มาทดสอบ เพื่อเป็นตัวแทนของนม 3 ชนิด คือ นมสดแท้ 100เปอร์เซ็นต์ ซึ่งเป็นน้ำนมสดที่ยังไม่มีการผ่านการฆ่าเชื้อด้วยกรรมวิธีต่างๆ และยังไม่มีการแยกไขมันเนยออก ชนิดที่ 2 คือ นมโคพาสเจอร์ไรซ์ ซึ่งเป็นนมที่ผ่านการฆ่าเชื้อด้วยความร้อนระดับพาสเจอร์ไรซ์ คือ ประมาณ 60°C ซึ่งยับยั้งการทำงานของเอนไซม์ไลเพส (Lipase) และนมชนิดที่ 3 คือ หางนม ซึ่งมีการแยกไขมันเนยออกทั้งหมดมีองค์ประกอบหลัก คือ โปรตีน Lactalbumin ซึ่งมีปริมาณมากกว่า 90เปอร์เซ็นต์

โรคราแป้ง (Powdery mildew) พืชตระกูลแตง สาเหตุเกิดจากเชื้อรา *Oidium* sp. เป็นโรคที่มีความสำคัญ โรคนี้มักระบาดรุนแรงในสภาพอากาศเย็นและมีความชื้นต่ำหรือสภาพอากาศแห้ง ลักษณะอาการ พบเส้นใยสีขาวเทาคล้ายฝุ่นแป้ง โดยเฉพาะด้านบนใบ ส่วนใต้ใบจะพบจุดหรือลักษณะเป็นปื้นสีเหลือง โดยเมื่ออาการรุนแรง แผลจะขยายใหญ่ติดต่อกันจนเป็นผืนใหญ่เต็มพื้นที่ใบ ทำให้ใบแห้งกรอบ (ชนินทร,2554)

โรคราแป้ง (Powdery Mildew) พบมีรายงานการระบาดและเข้าทำลายตั้งแต่ปี ค.ศ. 1800 ทั้งในสภาพแปลงและในโรงเรือนและพบได้ทั่วโลก โรคราแป้งมีความสำคัญกับการปลูกพืชตระกูลแตง เนื่องจากเชื้อรามีผลกระทบต่อผลผลิต ซึ่งถ้าพบเชื้อเข้าทำลาย น้ำหนักและขนาดของผลผลิตจะลดลง รวมทั้งระยะเวลาในการเก็บเกี่ยวผลผลิตจะสั้นลงด้วย ลักษณะอาการที่พบ คือ พบเชื้อราคล้ายผงแป้ง

ศูนย์วิทยทรัพยากร

สีขาว เจริญได้ทั้งหน้าใบและหลังใบ ลำต้น และจะพบในใบที่เริ่มแก่ และใบล่างที่หลบแดด ใบที่ถูกเชื้อทำลายจะเหลืองและทำให้การสังเคราะห์แสงพืชไม่ดี และมีผลต่อการเจริญ และติดผลของแตงได้ และสุดท้ายพืชก็จะตาย

ชนินทร (2552) ได้รายงานว่าโรคราแป้ง เกิดจากเชื้อสาเหตุ *Oidium* sp. มีลักษณะ ราสร้างก้านชูสปอร์ยาว ตั้งตรง ไม่มีสี และการสร้างสปอร์หรือโคนิเดีย รูปถังเบียร์ต่อกันเป็นลูกโซ่ ลักษณะอาการโรคที่พบ เป็นแผลขนาดไม่แน่นอน มีขุยเส้นใยสีขาวเทาคล้ายผงฝุ่นแป้ง โดยเฉพาะด้านบนใบ ผลเป็นกลุ่มๆ ส่วนใต้จะพบจุดหรือปื้นสีเหลือง โดยกลุ่มผงแป้งจะขยายติดต่อกันเป็นผืนใหญ่ เต็มพื้นที่ใบ ทำให้ใบแห้งกรอบ แก่เร็วกว่าปกติ มักพบการแสดงอาการในสภาพอากาศที่เย็น ความชื้นต่ำหรือสภาพอากาศแห้ง ในการป้องกันกำจัดโรคโดยการใช้สารป้องกันกำจัดโรค ไตรฟอลิน เบนโนมิล ไดโนแคป หรือกำมะถันผง ซึ่งได้รายงานว่าได้ผลดีในการป้องกันกำจัดแต่ต้องพ่นในเวลาเช้าหรือเย็นที่แสงแดดอ่อนๆ ถ้าพ่นขณะแดดร้อน จะทำให้พืชแสดงอาการไหม้

ในการรายงานต่างประเทศ พบว่าเชื้อสาเหตุโรคราแป้งมี 2 ชนิด คือ *Erysiphe cichoracearum* (Schlechtend Fr.) Pollacci และ *Sphaerotheca fuliginea* DC. นอกจากแตงแล้วพบว่าเชื้อสองชนิดนี้ยังเข้าทำลายพืชผักอื่นๆ ได้อีกหลายชนิด สำหรับที่พบบนแตงนั้น เป็น race หนึ่งเฉพาะที่พบในแตง ซึ่งความแตกต่างระหว่าง *E. cichoracearum* และ *S. fuliginea* คือ *E. cichoracearum* มีสีของสปอร์และเส้นใยที่ค่อนข้างขาว cleistothecium ที่เกิดจากการผสมทางเพศ ภายในจะมีถุงบรรจุสปอร์ (ascus) หลายอัน ส่วน *S. fuliginea* เส้นใยและสปอร์มีสีออกน้ำตาลอ่อนๆ และภายใน cleistothecium ที่เกิดจากการผสมทางเพศจะมีถุงบรรจุสปอร์เพียง 1 อัน ซึ่งในการระบาดของโรคพบว่า โคนีเดียจะหลุดจากก้านปลิวตามลมไปได้เป็นระยะทางไกล เพราะมีขนาดเล็กและน้ำหนักเบา นอกจากนั้นก็อาจถูกนำพาไปโดยแมลง เครื่องมือทางการเกษตร เสื้อผ้า เครื่องนุ่งห่มและตัวเกษตรกรเองทำให้ระบาดแพร่กระจายออกไปได้กว้างขวางขึ้น การอยู่ข้ามฤดูของเชื้อส่วนใหญ่จะอาศัยอยู่กับวัชพืช หรือพืชถาวรบางชนิดในตระกูลแตงด้วยกัน เนื่องจากเป็น obligate parasite จึงไม่สามารถอาศัยกินอยู่กับเศษซากพืชที่ตายแล้วได้ (Jahn และคณะ, 2002)

เนื่องจากเชื้อสาเหตุโรค เป็น obligate parasites วงจรชีวิตของเชื้อราจะเริ่มจาก โคนิเดียของเชื้อราที่กระจายอาศัยอยู่ในแตงที่ปลูกโรงเรือนหรือพืชอาศัยอื่น จะมีอายุประมาณ 7-8 วัน ซึ่งเชื้อสาเหตุโรคมีพืชอาศัยที่กว้างมากทั้งในตระกูลแตงและพืชตระกูลอื่น ซึ่งความรุนแรงของโรคก็จะขึ้นอยู่กับความเฉพาะเจาะจงของเชื้อกับพืชด้วย การพัฒนาอาการของโรคราแป้งภายใต้สภาพแวดล้อมที่เหมาะสมระยะเวลาตั้งแต่เชื้อเข้าทำลายพืชจนเชื้อแสดงอาการให้เห็นใช้เวลา 3-7 วัน และจำนวนสปอร์ที่มากมายจะถูกสร้างในช่วงเวลานี้ ในสภาพความเข้มแสงน้อย และสภาพอากาศความชื้นสูง เชื้อราจะสามารถเข้าทำลายพืชได้ดี ส่วนในสภาพอากาศแห้งจะเป็นสภาพที่เหมาะสมต่อการเจริญ การสร้างสปอร์ของเชื้อรา และการแพร่ระบาดของโรค อุณหภูมิที่เหมาะสมในการพัฒนาของโรคคือ 20-27 องศาเซลเซียส แต่เชื้อสามารถเข้าทำลายพืชได้ตั้งแต่ 10-32 องศาเซลเซียส (Thomas และคณะ, 1996)

ศูนย์วิทยทรัพยากร

ในการจัดการโรคราแป้งพืชตระกูลแตงให้มีประสิทธิภาพนั้น ต้องมีการประเมินและเฝ้าระวังการเกิดโรคซึ่งแต่ละเชื้อสาเหตุก็ใช้วิธีการจัดการโรคที่คล้ายคลึงกัน ในต่างประเทศได้รายงานว่า การจัดการโรคแบบผสมผสานหรือการใช้หลายวิธีร่วมกันจะมีประสิทธิภาพมากที่สุด ได้แก่ วิธีการเขตกรรม เช่น การใช้พันธุ์ต้านทานโรค ระบบการให้น้ำ การใช้สารป้องกันกำจัดโรคพืช (Fungicides) เช่น ซัลเฟอร์ คอปเปอร์ เป็นต้น ซึ่งพบว่าสามารถป้องกันกำจัดโรคได้ดีและมีการนำมาใช้ร่วมกับสารป้องกันกำจัดโรคพืชในการผลิตแตงอินทรีย์ (Hector และคณะ, 2014) ความสำเร็จของการป้องกันกำจัดโรคราแป้งโดยชีววิธี คือ ความสามารถของเชื้อจุลินทรีย์ปฏิปักษ์ในการเจริญครอบครองพื้นที่ผิวพืชได้เร็วกว่าก่อนที่สปอร์ของเชื้อราสาเหตุโรคจะเข้าทำลายพืช ซึ่งในโรคราแป้งพบว่า เชื้อราสาเหตุโรคจะเข้าทำลายพืชภายใน 72 ชั่วโมงหลังจากที่สปอร์ตกลงบนผิวพืช ดังนั้น การใช้เชื้อจุลินทรีย์ปฏิปักษ์ในการควบคุมโรค หรือลดการระบาดของโรคราแป้งได้ดี จึงต้องการเชื้อปฏิปักษ์ที่มีการเจริญที่รวดเร็วและสามารถครอบครองพื้นผิวพืชได้ดีกว่าเชื้อสาเหตุโรค จากรายงานต่างประเทศ พบว่ามีการศึกษาวิจัยใช้เชื้อรา *Ampelomyces quisquaris* ในการควบคุมเชื้อรา *E. cichoracearum, P. xanthii* สาเหตุโรคราแป้งในแตงกวาและเมล่อน (Sundheim, 1982) หรือการใช้ *Trichoderma harzianum* ในการควบคุมเชื้อรา *P. xanthii* สาเหตุโรคราแป้งในแตงกวา (Elad, 2000 ; Elad *et al,* 1998) หรือการใช้เชื้อแบคทีเรีย *Bacillus* sp. ในการควบคุมเชื้อรา *P. xanthii* ในพืชตระกูลแตง (Romero *et al,* 2004) นอกจากนี้ Wagner และคณะ (1997) ได้ทดสอบสารเมตาบอไลท์ของเชื้อ *Bacillus subtilis* ก่อนการปลูกเชื้อราสาเหตุโรค พบว่า สามารถลดการโรคราแป้งบนใบแตงกวาได้ 90-99 เปอร์เซ็นต์ ในห้องปฏิบัติการ และเมื่อทำการพ่นด้วย WPB (10%) และ CMB (10%) ของเชื้อแบคทีเรีย บนต้นแตงกวา ที่อัตรา 1,000 และ 10,000 ไมโครกรัม/มิลิลิตร จำนวน 2 ครั้งต่ออาทิตย์ตลอดอายุพืช ที่ 18 วันหลังการพ่นครั้งแรก พบว่าในวิธีการพ่นเชื้อแบคทีเรีย WPB (10%) สามารถยับยั้งการเกิดแผลที่ใบได้ 26.1 เปอร์เซ็นต์ ส่วนในวิธีการพ่นเชื้อแบคทีเรีย CMB (10%) ไม่พบการเกิดแผลบนใบพืช เมื่อเปรียบกับวิธีการไม่พ่นเชื้อพบการเกิดโรค 99.0 และ 46.7 เปอร์เซ็นต์

โรคราน้ำค้าง (Downy mildew) ผักตระกูลกะหล่ำ เป็นโรคที่สามารถพบได้ทุกระยะการเจริญตั้งแต่ระยะกล้าจนถึงระยะเก็บเกี่ยว ลักษณะอาการเริ่มแรกเกิดจุดสีเหลืองเป็นหย่อม ๆ หรือเป็นปื้นเหลืองด้านหน้าใบ มีเส้นใยสีขาวหรือสีเทาคล้ายปุยฝ้ายด้านหลังใบ แต่ในสภาพอากาศแห้งมักพบแต่อาการเหลืองซีด เมื่ออาการรุนแรง แผลขยายใหญ่มากขึ้น เนื้อใบจะกลายเป็นสีเหลือง สีน้ำตาล และแห้งตาย เชื้อรานี้แพร่กระจายไปกับลม น้ำฝน หรือน้ำที่ใช้ในการเพาะปลูก มักพบในสภาวะอุณหภูมิต่ำและความชื้นสูง การป้องกันกำจัดมีหลายวิธีด้วยกันเช่น การใช้เมล็ดพันธุ์ปราศจากเชื้อโรค การปลูกผักให้มีระยะห่างพอสมควร การทำลายเศษซากพืชหลังเก็บผลผลิต และการใช้สารเคมี เป็นต้น (ชนินทร,2554)

Ferrandino and Smith (2007) ได้รายงานไว้ว่า ได้ทำการทดลองพ่นน้ำนมเพื่อป้องกันโรคราแป้งในซูกินี สาเหตุจากเชื้อรา *Podosphaera xanthii* ที่ปลูกในโรงเรือน พบว่าสามารถป้องกันโรคราแป้งได้ จึงได้ทำการทดสอบประสิทธิภาพของน้ำนมในการควบคุมโรคราแป้งในฟักทอง พบว่า

ศูนย์วิทยทรัพยากร

สามารถลดการเกิดโรคราแป้งในฟักทองได้ประมาณ 50-70เปอร์เซ็นต์ และยังลดอาการผลเน่าหลังการเก็บเกี่ยวได้ถึง 40-50เปอร์เซ็นต์

M.J. DeBacco (2007) ได้ทำการศึกษาผลของชาหมัก และน้ำนมวัว ต่อการยั้บยั้งโรคราแป้ง (*Podosphaera xanthii*) ในฟักทอง โดยพบว่า การพ่นด้วยน้ำนมเจือจางสามารถลดการเกิดโรคราแป้งได้ผลดีเทียบเท่ากับสารป้องกันกำจัดโรคพืช chlorothalonil

D. Godfrey และคณะ (2012) ได้ทำการศึกษาการควบคุมโรคราแป้งในองุ่นสาเหตุจากเชื้อรา *Erysiphe necator* โดยใช้นมที่มีส่วนผสมของกรดไขมันและส่วนเหลือจากนม (fatty acid milk และ dairy waste stream milk) พบว่า สามารถลดความรุนแรงของโรคได้ทั้งในระดับโรงเรือนและระดับแปลงปลูก

โรคกรีนนิ่ง (Greening disease) มีรายงานครั้งแรกเมื่อปี พ.ศ. 2472 โดย Oberholzer และคณะในประเทศแอฟริกาใต้ จากการศึกษาในระยะต่อมาพบว่าได้เคยมีรายงานการศึกษาโรคกรีนนิ่งในประเทศจีนตั้งแต่ปี พ.ศ. 2462 โดย Reinking กล่าวว่าพบโรคนี้ครั้งแรกในเขตจังหวัด กวางสี โดยเรียกชื่อตามอาการที่ปรากฏว่า โรคยอดเหลือง (yellow shoot) ในปัจจุบันเป็นที่ยอมรับกันโดยทั่วไปแล้วให้เรียกโรคดังกล่าวว่า ฮวงลังบิง (ฮวงลองบิง) หรือ Yellow Shoot แทน โรคกรีนนิ่ง แต่อย่างไรก็ตามในปัจจุบันยังนิยมเรียก โรคกรีนนิ่ง ควบคู่กันไป สำหรับประเทศไทยมีรายงานเกี่ยวกับโรคกรีนนิ่งครั้งแรกเมื่อปี พ.ศ. 2516 โดยกลุ่มงานไวรัสวิทยา กองโรคพืชและจุลชีววิทยา กรมวิชาการเกษตร (ไมตรีและคณะ) ในกลุ่มส้มเปลือกล่อนเช่นเดียวกันกับที่มีรายงานในประเทศแอฟริกาและประเทศจีน ซึ่งในขณะนั้นยังไม่ทราบว่าเกิดจากเชื้อโรคชนิดใดจึงเรียกเชื้อที่ตรวจพบซึ่งจำกัดอยู่เฉพาะภายในท่ออาหารพืชว่า เชื้อคล้ายแบคทีเรีย (Bacteria-like organism) ต่อมาในปี 1984 Garnier and Bovè (Bovè, 2006) สามารถพิสูจน์ได้ว่าเป็นเชื้อแบคทีเรียชนิดแกรมลบมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 100 – 800 นาโนเมตร จึงเสนอชื่อในครั้งแรกว่า *Candidatus* Liberobacter africanus และในปัจจุบันเปลี่ยนเป็น *Candidatus* Liberibacter africanus และจากการศึกษาต่อมาพบเพิ่มอีก ๒ ชนิด คือ *Candidatus* Liberibacter asiaticus, *Candidatus* Liberibacter americanus, ต่อมาพบการระบาดในประเทศบราซิลและสหรัฐอเมริกาในปี 2004 และ 2005 ตามลำดับ แม้จะมีการศึกษาวิจัยจากทั่วโลกปัญหาโรคกรีนนิ่งก็ยังคงมีเพิ่มมากขึ้นอย่างต่อเนื่องโดยเฉพาะในปัจจุบัน จึงทำให้ผลผลิตส้มลดลง ขณะเดียวกันก็ทำให้ราคาส้มเพิ่มขึ้นอย่างมากเช่นเดียวกัน เนื่องจากเชื้อสาเหตุโรคยังไม่สามารถเลี้ยงบนหาอาหารสังเคราะห์ได้เหมือนแบคทีเรียทั่วไป อาศัยอยู่เฉพาะในท่ออาหารพืช และยังมีแมลงพาหะคือเพลี้ยไก้แจ้ส้ม ทำให้แพร่ระบาดได้อย่างรวดเร็ว จึงทำให้โรคกรีนนิ่งเป็นปัญหาที่ยังไม่ได้รับการแก้ไขหรือมีสารเคมีที่มีประสิทธิภาพให้การป้องกันกำจัดโรคได้ อย่างไรก็ตามมีรายงานเกี่ยวกับการใช้สารปฏิชีวนะทรีทต์ตาส้มก่อนนำไปติดบนต้นตอทำให้กิ่งที่แตกออกมาใหม่ปราศจากเชื้อโรคกรีนนิ่ง (Zhang et al.,2012) แต่สำหรับการฉีดสารปฏิชีวนะเพนนิซิลินและเตตร้าซัยคลินเข้าลำต้นส้มที่ให้ผลผลิตแล้วโดยตรง ในระยะแรกต้นส้มจะมีอาการดีขึ้น แต่ในระต่อมาต้นส้มจะแสดงอาการโรคอีกหลังจากการเลิกใช้สารปฏิชีวนะ (Bovè et al., 1980, ไมตรี, 2516, Hong-Ji Su, 2002)

กรมวิชาการเกษตร

โรคเหี่ยวของพริกเกิดจากเชื้อรา *F. oxysporum*โรคนี้เกิดกับพริกได้ทุกระยะการเจริญเติบโต โดยเริ่มเข้าทำลายตั้งแต่ระยะต้นกล้าจนถึงระยะที่พริกให้ผลผลิต อาการที่เกิดกับต้นกล้าในระยะแรกจะทำให้ต้นพริกหยุดการเจริญเติบโต แคระแกร็น หากรุนแรงอาจทำให้ตายในที่สุด ส่วนอาการที่เกิดในระยะต้นโต พริกที่เกิดโรคจะแสดงลักษณะอาการใบล่างเริ่มเปลี่ยนเป็นสีเหลือง ต่อมาจะเริ่มลามไปที่ใบถัดๆ ไปและเหลืองมากเรื่อยๆ ตามลำดับ เนื่องจากเชื้อราสาเหตุเข้าทำลายรากหรือลำต้น ทำให้รากและโคนต้นถูกทำลาย ทำให้ต้นพริกแสดงอาการเหี่ยว ใบร่วง ดอกและผลร่วง และยืนต้นตายภายใน 1-2 สัปดาห์ (อภิรัชต์, 2557) เกษตรกรส่วนใหญ่จึงจำเป็นต้องใช้สารเคมีในการควบคุมโรคเพื่อให้ได้ผลผลิตที่สามารถจำหน่ายได้ ซึ่งการใช้สารเคมีเป็นจำนวนมากและอัตราการใช้มีแนวโน้มเพิ่มมากขึ้น ดังนั้น จึงมีการศึกษาเกี่ยวการควบคุมโรคโดยชีววิธี ซึ่งเป็นอีกหนึ่งทางเลือกที่จะนำมาใช้ในการเพาะปลูกเพื่อลดการใช้สารเคมีที่เป็นอันตรายต่อมนุษย์และสิ่งแวดล้อม และในกรณีที่ไม่สามารถใช้สารเคมีหรือมีสภาพแวดล้อมที่ไม่เหมาะสมสามารถใช้จุลินทรีย์ควบคุมโรคแทนการใช้สารเคมีนอกจากนี้จุลินทรีย์ยังสามารถเพิ่มปริมาณและมีความคงทนอยู่ในดินได้ยาวนานกว่าสารเคมี(Suslow, 1982)

Joshi *et al.* (2012) ทำการคัดเลือกเชื้อรา *Fusarium oxysporum*ที่เป็น non-pathogenic เพื่อใช้ควบคุมเชื้อรา *F. oxysporum*สาเหตุโรคเหี่ยวของพริก โดยทำการแยกเชื้อรา *F. oxysporum* จากดินบริเวณแปลงปลูกพริก สามารถแยกได้เชื้อรา *Fusarium*ทั้งหมด 80 ไอโซเลท และจำแนกด้วยลักษณะทางสัณฐานวิทยาและทางชีวโมเลกุล สามารถแยกได้ *F. oxysporum*ทั้งหมด 48 ไอโซเลท และนำไปทดสอบการเกิดโรคกับต้นพริก พบว่า มี 1 ไอโซเลทที่มีความรุนแรงในการก่อโรค (ไอโซเลท no.35) และมี 10 ไอโซเลทที่เป็น non-pathogenic เมื่อนำทั้ง 10 ไอโซเลท ได้แก่ no.27, 32, 49, 56, 62, 65, 66, 75, 77 และ 79 มาทดสอบการเป็นปฏิปักษ์กับเชื้อรา *F.oxysporum* no.35 โดยวิธี dual culture พบว่า *F.oxysporum*ที่เป็นnon-pathogenicทั้ง 10 ไอโซเลทมีความสามารถในการยับยั้งการเจริญเติบโตของเส้นใย *F.oxysporum* no.35 ได้ดังนี้ 31.07, 30.64, 34.42, 31.52, 28.36, 37.66, 26.04, 25.57, 24.59 และ 31.94 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ โดย*F.oxysporum* no.65 มีเปอร์เซ็นต์การยับยั้งได้สูงสุด 37.66 เปอร์เซ็นต์ และ *F.oxysporum* no.77 มีเปอร์เซ็นต์การยับยั้งได้สูงสุด 24.59 เปอร์เซ็นต์ นอกจากนี้มีการนำเชื้อจุลินทรีย์ที่แยกได้จากบริเวณrhizosphere และ rhizoplane ได้แก่*Trichoderma viride*, *Aspergillus sydowi*, *Streptomyces ervthreus*, *Unidentified actinomycetes*และ *Bacillus* spp. มาทดสอบการเป็นปฏิปักษ์กับเชื้อรา *F.oxysporum* f.sp.*capsici*สาเหตุโรคเหี่ยวของพริก พบว่า เชื้อรา *Trichoderma viride*มีความสามารถในการยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อรา *F.oxysporum* f.sp.*capsici*สาเหตุโรคเหี่ยวในพริกได้มากที่สุด (Sastiya *et al*., 2016)

Saengnak *et al*. (2013) ศึกษาการผลการเป็นปฏิปักษ์ของ *Streptomyces* โดยนำ *Streptomyces* ทั้งหมด 6 สเตรน ได้แก่ NSP1, NSP2, NSP3, NSP4, NSP5 และ NSP6 มาทดสอบการเป็นปฏิปักษ์กับเชื้อรา *F.oxysporum* f.sp.*capsici*(FoC4) สาเหตุโรคเหี่ยวของพริก โดยวิธี dual

culture พบว่า *Streptomyces* ทั้งหมด 6 สเตรน มีความสามารถในการยับยั้งการเจริญของเชื้อรา *F.oxysporum* f.sp.*capsici*(FoC4) ได้ 75.7-81.0 เปอร์เซ็นต์ โดย*Streptomyces*NSP1 มีเปอร์เซ็นต์ยับยั้งการเจริญของเส้นใยของเชื้อรา *F.oxysporum* f.sp.*capsici*(FoC4) ได้สูงที่สุดถึง 81.0 เปอร์เซ็นต์ และได้ทดสอบความสามารถในการผลิตเอนไซม์ของ *Streptomyces* ในการยับยั้งการงอกของสปอร์เชื้อรา *F.oxysporum* f.sp. *capsici*(FoC4) โดยทำการทดสอบบน culture media และแบ่งการทดสอบเป็น 2 ส่วน คือ non-filtered culture medium (NF) และ filtered culture medium (F) พบว่า culture media ของ *Streptomyces* มีความสามารถในการยังยั้งการงอกของสปอร์เชื้อรา *F.oxysporum* f.sp.*capsici*(FoC4) ได้ 53.6-62.7 เปอร์เซ็นต์ใน NF และ 48.8-56.2 เปอร์เซ็นต์ใน F โดย*Streptomyces*NSP4 มีเปอร์เซ็นต์ยับยั้งการงอกของสปอร์เชื้อรา *F.oxysporum* f.sp.*capsici*(FoC4) ได้สูงที่สุด

Suryanto *et al*. (2010) ศึกษาความสามารถของ chitinolytic bacteria ในการควบคุมเชื้อรา *F.oxysporum*สาเหตุโรคเหี่ยวของพริก โดยนำ chitinolytic bacteria5 ไอโซเลท ได้แก่ BK07, BK08, BK09, LK08 และ KR05 มาทดสอบโดยการแช่เมล็ดพริกในแบคทีเรียปฏิปักษ์และปลูกลงในดินที่มีใส่เชื้อ *F.oxysporum*พบว่า ในกระถางที่แช่เมล็ดด้วยchitinolytic bacteriaBK08 สามารถลดอาการของโรคเน่าคอดินได้ถึง 60.71เปอร์เซ็นต์

นอกจากการศึกษาความสามารถของเชื้อราปฏิปักษ์ในการยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อรา *F.oxysporum* สาเหตุโรคเหี่ยวของพริกแล้วมีบางรายงานที่สามารถนำมาประยุกต์ใช้กับการทดลองที่ใช้เชื้อราที่เป็น non-pathogenic โดยในปี 2002 Larkin andFravel ได้ทำการศึกษาผลของสภาพแวดล้อมต่อการใช้ *Fusarium* spp. (nonpathogenic) ในการควบคุมโรคเหี่ยวมะเขือเทศ โดยการนำ spore suspension ของรา *Fusariumoxysporum* สายพันธุ์ CS-20 และ CS-24 และรา *F. solani* สายพันธุ์ CS-1 ที่ความเข้มข้น 10^6 สปอร์/มิลลิลิตร โดยใช้ช่วงอุณหภูมิ 22-32 องศาเซียลเซส ซึ่งเป็นช่วงอุณหภูมิที่มีผลต่อการพัฒนาของโรค พบว่า รา *F.oxysporum* สายพันธุ์ CS-20 สามารถลดอาการของโรคได้ในทุกช่วงอุณหภูมิ ส่วน *F.oxysporum* สายพันธุ์ CS-24 และรา *F. solani* สายพันธุ์ CS-1 สามารถลดอาการของโรคได้ที่ช่วงอุณหภูมิสูง แต่เนื่องจากอาจมีผลมาจากช่วงของอุณหภูมิที่มีผลต่อการพัฒนาของโรค (27 องศาเซลเซียส) นอกจากนี้ *F.oxysporum* สายพันธุ์ CS-20 สามารถลดอาการของโรคได้ 56-79 เปอร์เซ็นต์เมื่อปลูกในดินที่มีลักษณะเป็นดินทรายจนถึงดินเหนียว ส่วน *F.oxysporum* สายพันธุ์ CS-24 และรา *F. solani* สายพันธุ์ CS-1 สามารถลดอาการของโรคได้ 49-46 เปอร์เซ็นต์เมื่อปลูกในดินที่มีลักษณะเป็นดินทรายและดินร่วนปนทราย จากการทดลองนี้แสดงในเห็นว่าสภาพแวดล้อมนั้นมีผลต่อประสิทธิภาพของราปฏิปักษ์ต่อราสาเหตุโรคพืช หากต้องการนำราปฏิปักษ์มาใช้จึงต้องมีการทำการทดสอบให้มากยิ่งขึ้น

X. axonopodis (syn. *campertris*) pv. *vesicatoria* เป็นแบคทีเรียแกรมลบ สาเหตุทำให้เกิด โรคใบจุดของพริก เมื่อเชื้อเข้าทำลายจะปรากฏอาการบนใบ อาการจะเริ่มจากจุดฉ่ำน้ำเล็กๆ ต่อมาจะกลาย เป็นแผลจุดค่อนข้างกลมกลางแผลมีสีน้ำตาล-เทา หรือดำ ขอบแผลมีสีเหลืองล้อมรอบ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

(halo) ขนาด 1-5 มิลลิเมตร เนื้อแผลด้านบนใบยุบตัวเล็กน้อย แต่ด้านใต้ใบจุดนูนขึ้น ต่อมาแผลจะใหญ่ขึ้นตรงกลางแผลเป็นสีเทาจาง เมื่ออาการรุนแรงขึ้นแผลจะกระจายทั่วใบทำให้ใบเหลือง และร่วงในที่สุด อาการบนกิ่งและลำต้นแผลขยายยาวตามลำต้นเห็นเป็นรอยขีด อาการบนผลหากเป็นในขณะที่ยังเขียวอยู่อาการจะเริ่มจุดช้ำสีดำ ขึ้นก่อน ต่อมาขยายเป็นแผลกลม เนื้อแผลนูนเป็นสะเก็ด เมื่อผลพริกสุกแผลจะเปลี่ยนเป็นสีเทาจาง (สรัญญา, 2542; สุชีลา, 2549) ถ้าพริกเป็นโรคอย่างรุนแรง ทำให้ใบร่วงทั้งต้นไม่สามารถเก็บผลผลิตได้ โรคนี้มักแพร่ระบาดในฤดูฝน ความชื้นสูง อุณหภูมิระหว่าง 24 - 25 องศาเซลเซียส เชื้อสามารถอยู่ข้ามฤดูในเศษซากพืช ในเมล็ดพันธุ์ ในดิน ในวัชพืช ตระกูลพริกและมะเขือเทศ (สรัญญา, 2542) การควบคุมโรคใบจุดแบคทีเรีย ได้แก่ การใช้เมล็ดและต้นกล้าปราศจากเชื้อ การใช้พันธุ์ต้านทาน การปลูกพืชหมุนเวียน การใช้สารเคมีที่มีทองแดงเป็นองค์ประกอบ (สุชีลา, 2549) โดยทั่วไปแล้วเกษตรกรนิยมใช้สารเคมีในการควบคุมโรค เนื่องจากเห็นผลเร็ว หาซื้อได้ง่าย ซึ่งเกษตรกรบางกลุ่มยังขาดความรู้ ความเข้าใจ และใช้สารเคมีดังกล่าวเกินความจำเป็น ส่งผลกระทบต่อต้นทุน สุขภาพผู้ใช้ และสิ่งแวดล้อม โดยเฉพาะทำให้เกิดการระบาดของโรคที่มีอยู่เดิมรุนแรงมากขึ้น อีกทั้งยังส่งเสริมให้โรคที่ไม่เคยระบาดเกิดการระบาด รวมทั้งเชื้อเกิดการต้านทานต่อสารเคมีมากยิ่งขึ้น (พันศักดิ์ และคณะ, 2558) ปัจจุบันการควบคุมโรคโดยชีววิธี เป็นแนวทางหนึ่งที่ได้รับความสนใจ เนื่องจากเป็นวิธีที่มีค่าใช้จ่ายต่ำ ไม่ส่งผลกระทบต่อสภาวะแวดล้อมและผู้ใช้โดยเฉพาะเชื้อแบคทีเรียปฏิปักษ์ ทั้งนี้เนื่องจากเชื้อแบคทีเรียปฏิปักษ์ มีคุณสมบัติในการแข่งขันกับเชื้อโรคพืชทำให้โรคไม่สามารถเจริญเติบโตได้ การทำลายชีวิตเชื้อแบคทีเรียปฏิปักษ์บางชนิดสามารถผลิตสารพิษหรือสารปฏิชีวนะเพื่อยับยั้งหรือทำลายเชื้อโรค การส่งเสริมการเจริญเติบโตของพืช (plant growth promoting rhizobacteria, PGPR) เช่น การกระตุ้นและ/หรือผลิตฮอร์โมนชักนำให้พืชมีภูมิต้านทานโรค (นิพนธ์,2546) ได้มีรายงานการใช้แบคทีเรียปฏิปักษ์ในการควบคุมเชื้อในกลุ่ม *Xanthomona* sp. ในปี พ.ศ. 2544 ชลิดาและนิพนธ์ รายงานว่า พบเชื้อ *Bacillus* sp. DL-1 สามารถยับยั้งการเจริญของเชื้อ *Xanthomonas campestris* ทุกสายพันธุ์ คือ Xc เป็นสาเหตุโรคใบจุดของหอม ผักบุ้งจีน หม่อน ผักชีฝรั่ง และคะน้า สายพันธุ์เชื้อ pv. vesicatoria จากสาเหตุโรคใบจุดพริกและมะเขือเทศ *Xc* pv. *citri* จากสาเหตุโรคแคงเกอร์มะนาว มะกรูด ส้ม และส้มโอ สายพันธุ์ของเชื้อ pv. campestris สาเหตุโรคเน่าดำกะหล่ำ pv. glycines สาเหตุโรคใบจุดนูนถั่วเหลือง pv. malvacearum สาเหตุโรคใบจุดเหลี่ยมฝ้าย pv. manihotis สาเหตุโรคใบไหม้มันสำปะหลัง และ pv. beticola สาเหตุโรคใบจุดพลู ต่อมาสุพจน์ (2545) ได้ศึกษาการใช้แบคทีเรียปฏิปักษ์ที่ได้จากใบ และดินบริเวณรากถั่วเหลืองเพื่อควบคุมโรคใบจุดนูนมีสาเหตุจากเชื้อแบคทีเรีย *X. campestris* pv. *glycines* โดยพบว่า *Bacillus firmus* สายพันธุ์ KPS44 ควบคุมโรคได้ดีที่สุดในห้องปฏิบัติการ แต่เชื้อ *Loctobacillus* sp. สายพันธุ์ SW01/4 ควบคุมโรคได้ดีที่สุดในเรือนทดลอง สอดคล้องกับงานทดลองของ Salerno and Sagardoy (2003) รายงานว่า *B. subtilis* 210 มีประสิทธิภาพสูงสุดในการยับยั้ง *X. campestris* pv. *glycine* ในเรือนทดลอง นอกจากนั้นในอเมริกาเหนือ Byme *et al.* (2005) ทดลองใช้แบคทีเรียปฏิปักษ์ควบคุมเชื้อ *X. campestris* pv. *vesicatoria* สาเหตุโรคใบจุด

มะเขือเทศในสภาพแปลงปลูก ในหลายพื้นที่ พบว่า *P. syringae* Cit7 และ *P.putida* B56 สามารถยับยั้งโรคใบจุด ได้ทุกพื้นที่ที่ทำการทดลอง สอดคล้องกับการทดลองของ Hassan and Zyton (2017) พบว่า เชื้อ *P. putida* มีประสิทธิภาพสูงสุดในการควบคุมโรคใบจุดแบคทีเรียของพริก รองลงมา คือ *P. fluorescens* และพบว่า *B. subtilis* มีประสิทธิภาพต่ำที่สุดภายใต้สภาพเรือนทดลอง ถัดมา Mirik *et al.* (2008) พบ *Bacillus* 3 สายพันธุ์ คือ M1-3 M3-1 และ H8-8 มีประสิทธิภาพในการยับยั้ง *X. axonopodis* pv. *vesicatoria* โรคใบจุดแบคทีเรียของพริกทั้งในสภาพเรือนทดลองและสภาพแปลงปลูก นอกจากนี้ยังพบว่าการใช้เชื้อหลายสายพันธุ์ร่วมกัน ลดการเกิดโรคได้ดีกว่าใช้ สายพันธุ์เดียว ดังนั้นจะเห็นได้ว่าแบคทีเรียปฏิปักษ์มีความสามารถในการควบคุมโรคใบจุดแบคทีเรียของพริกได้

มะเขือเทศ (*Lycopersicon esculentum* Mill.) เป็นพืชที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจ และอุตสาหกรรมพืชหนึ่งของประเทศไทย แบ่งเป็น 2 ประเภทคือ มะเขือเทศส่งโรงงานอุตสาหกรรม และมะเขือเทศรับประทานผลสด จากสถิติการปลูกพืชผักรายปีของกรมส่งเสริมการเกษตร แสดงให้เห็นว่ามีการปลูกมะเขือเทศในประเทศไทยประมาณปีละ 40,000 ไร่ โดยในปี 2532 - 2533 เป็นช่วงที่มีการขยายพื้นที่ปลูกมะเขือเทศมากที่สุดถึง 90,000 ไร่ (http://www.ku.ac.th/e-magazine/nov49/agri/lycopersicon.htm) แต่ที่ผ่านมาในการเพาะปลูกมะเขือเทศ เกษตรกรมักประสบปัญหาโรคมะเขือเทศที่เกิดจากเชื้อรา Pythium ซึ่งเป็นราชั้นต่ำ ที่สปอร์มีผนังห่อหุ้มหนาที่เรียกว่า oospore ทำให้ทนทานต่อสภาพสิ่งแวดล้อมที่ผิดปกติได้ดีและนาน การเข้าทำลายพืชของเชื้อนี้สามารถเข้าทำลายได้ง่าย โดยโรคจะเกิดและระบาดได้ดีในดินที่ชื้นแฉะที่มีการระบายน้ำไม่ดี นอกจากจะทำลายพืชในระยะกล้าแล้วยังพบว่าเชื้อ *Pythium* sp. บางตัวสามารถก่อให้เกิดโรคเน่ากับบรรดาผลิตผลและผักสดต่างๆอีกหลายชนิด ทั้งขณะยังอยู่ในแปลงปลูกและหลังเก็บเกี่ยวแล้วไม่ว่าจะเป็นขณะขนส่งหรือวางขายอยู่ตามตลาดทำให้เกิดความเสียหายต่อมาได้อีก โดยพบว่า *Pythium* spp. สามารถก่อให้เกิดโรคบนพืชอาศัยได้มากกว่า 50 ชนิด เช่น มะเขือเทศ พริก พืชตระกูลกะหล่ำ พืชตระกูลแตง มะพร้าว มะละกอ พืชตระกูลถั่วต่างๆ (พัฒนาและคณะ 2537) การป้องกันกำจัดเชื้อรานี้จึงทำได้ค่อนข้างยาก การใช้สารป้องกันกำจัดเชื้อรามักมีข้อจำกัดและให้ผลดีในระยะสั้น เนื่องจากเชื้อราสามารถอยู่ข้ามฤดูในดิน เศษวัสดุ เศษซากพืช หรือในน้ำได้เป็นเวลานานและมีพืชอาศัยมากมายดังกล่าว อีกทั้งการใช้สารป้องกันกำจัดเชื้อราในกลุ่มนี้จะมีโอกาสสูงที่จะทำให้เชื้อราสร้างความต้าทานสารเคมีในอนาคต ในปัจจุบันจึงได้มีความพยายามที่จะนำการป้องกันกำจัดโดยชีววิธีมาใช้ในการควบคุมเชื้อราเพื่อลดปัญหาดังกล่าวอย่างยั่งยืน เช่น วาริน และคณะ (2551) ได้ทำการสกัดสารต่อต้านเชื้อราจาก *Bacillus* spp.สายพันธุ์ B-NST-03 และ B-NST-02 มาทดสอบการควบคุมโรคเน่าระดับดินของมะเขือเทศที่เกิดจากเชื้อ *P. aphanidermatum* ทั้งในห้องปฏิบัติการและโรงเรือน พบว่า เมล็ดมะเขือเทศที่แช่ในสารสกัดจากสายพันธุ์ B-NST-03 และ B-NST-02 มีจำนวนการงอกที่ 85.5 และ 82.0 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ส่วนการทดสอบในระดับโรงเรือนพบว่ากรรมวิธีที่แช่เมล็ดมะเขือเทศในสารสกัดจากทั้งสองสายพันธุ์มีการงอกของเมล็ดที่ 92.5 และ 92.0 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

ในขณะที่กรรมวิธีควบคุมที่ใช้น้ำนึ่งฆ่าเชื้อ และเมทานอล มีจำนวนการงอกของเมล็ดที่ 28.0 และ 26.5 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (http://wjst.wu.ac.th/index.php/wjst/article/viewFile/108/92) นอกจากนี้ จักรพงษ์และคณะ (2554) ได้ศึกษาการยับยั้งการเจริญของเชื้อ *Pythium myriotylum* โดยแยกแบคทีเรียจากรากพืช จากพืชที่ปลูกในระบบปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน พบว่า แบคทีเรีย *Bacillus* spp. สายพันธุ์ EWC 065, RCO 010, RWC021 และ SSMIX 023 ทำให้เส้นใยของเชื้อสาเหตุโรคมีการแตกแขนงและการเคลื่อนที่ของ cytoplasm ผิดปกติ ส่งผลให้บริเวณส่วนปลายเส้นใยแตก (http://digital_collect.lib.buu.ac.th/journal/Science/v16n1/22-31.pdf)

ปี พ.ศ. 2556 มานะและคณะ (2556) ได้รายงานว่า เชื้อแบคทีเรียปฏิปักษ์ *B. velezensis* ที่แยกได้จากรากพืชที่ปลูกในระบบไฮโดรโพนิกส์มีประสิทธิภาพในการยับยั้งการเจริญของเส้นใยของเชื้อรา *P. helicoides*, *Aphanomyces* sp. และ *P.aphanidermatum* ที่พบในระบบไฮโดรโพนิกส์ โดยเชื้อแบคทีเรียปฏิปักษ์ *B. velezensis* มีความสามารถในการผลิต IAA มีขนาดเอ็นโดสปอร์ค่อนข้างใหญ่ และไม่มีผลยับยั้งเชื้อแบคทีเรียปฏิปักษ์ชนิดอื่น

P. Juma, *et al* (2015) ได้ทำการทดสอบประสิทธิภาพของ *B. subtilis* BS-01 และ *Trichoderma asperellum* TRC-900 ในการยับยั้งเชื้อรา *P. aphanidermatum* สาเหตุโรคเน่าคอดินในผักตระกูลคะน้า (ethiopian kale) โดยการเคลือบเมล็ดพันธุ์ก่อนปลูกด้วย *B. subtilis* BS-01 และ *T. asperellum* TRC-900 ผลการทดลอง พบว่า สามารถลดความสูญเสียจากสาเหตุโรคเน่าคอดินของเมล็ดพันธุ์ก่อนงอกได้ 11 -25.4เปอร์เซ็นต์ เมื่อเปรียบเทียบกับกรรมวิธีที่ไม่มีการเคลือบเมล็ดซึ่งเป็นโรคถึง 64.8เปอร์เซ็นต์. P. (Juma *et al*., 2015)

ประเทศไทยมีการเพาะปลูกพืชตระกูลส้ม จำพวก มะนาว มะกรูด และส้มโอ ซึ่งการปลูกพืชตระกูลส้มเกษตรกรมักประสบปัญหาอย่างมากเกี่ยวกับโรคแคงเกอร์ สาเหตุเกิดจากเชื้อแบคทีเรีย *X. axonopodis* pv. *citri* เชื้อแบคทีเรียสาเหตุโรคสามารถเข้าทำลายได้ทั้งใบอ่อน กิ่ง และผล อาการเริ่มแรกที่พบเห็นเป็นจุดฉ่ำน้ำใสๆ สีเหลืองนูนเท่าหัวไม้ขีดไฟ และจะเริ่มขยายใหญ่ขึ้นเรื่อยๆ ต่อมาตรงกลางแผลจะตกสะเก็ดนูนขึ้น ค่อยๆ แตก ทำให้เกิดยางไหล (วาสนา, 2559) ลุกลามไปยังใบทำให้ใบหลุดร่วง และกิ่งแห้งตายไปในที่สุด ช่วงที่มีการระบาดของโรคมาก คือ ช่วงฤดูฝนและฤดูหนาวความชื้นในอากาศสูง และอุณหภูมิที่เหมาะสม หากพื้นที่ใดมีฝนตกชุกมาก การระบาดจะรุนแรงมาก (ณัฏฐิมา, 2551)

การควบคุมโดยชีววิธีเป็นวิธีที่นำเอาเชื้อจุลินทรีย์ปฏิปักษ์ ที่มีอยู่ทั่วไปตามบริเวณผิวพืช ส่วนเหนือดิน บริเวณราก และดินรอบราก มาใช้ในการควบคุมโรคพืชทดแทนการใช้สารเคมี สำหรับเชื้อแบคทีเรียสกุล *Bacillus* เป็นเชื้อแบคทีเรียที่สามารถพบได้ทั่วไปในธรรมชาติ สามารถเจริญได้ในทุกสภาพแวดล้อม และเชื้อแบคทีเรียสกุลนี้ยังสามารถผลิตสารมีฤทธิ์ในการยับยั้ง หรือฆ่าเชื้อแบคทีเรียที่ก่อโรคได้ (Katz and Demain, 1977)

Kalita *et. al*. (1996) ทำการแยกเชื้อแบคทีเรีย ได้แก่ *Bacillus subtilis*, *Bacillus polymyxa* และ *Pseudomonas fluorescens* ที่แยกได้จากผิวใบของมะนาว พบว่า เชื้อ *Bacillus*

subtilis สามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อ *Xanthomonas compestris* pv. *citri* ได้ถึง 61.9 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเทียบกับชุดควบคุม

Huang *et al.* (2012) สำรวจศักยภาพของแบคทีเรีย *Bacillus* ในไต้หวัน ได้แก่ ไอโซเลท TKS1-1, OF3-16, SP4-17, HSP1, WG6-14, TLB7-7 และ WP8-12 ในการควบคุมเชื้อ *Xanthomonas axonopodis* pv. *citri* ของส้ม พบว่า ไอโซเลท TKS1-1 และ WG6-14 สามารถลดการเกิดโรคแคงเกอร์ได้

Lopes *et. al.* (2012) ทำการสกัดสารจากเชื้อ *Pseudomonas* sp. เพื่อควบคุมเชื้อ *Xanthomonas axonopodis* สาเหตุโรคใบไหม้ ของต้นกล้ายูคาลิปตัส พบว่า เมื่อพ่นด้วยสารจากเชื้อ *Pseudomonas* sp. ก่อนหรือหลัง การพ่นเชื้อ *X. axonopodis* บนต้นกล้ายูคาลิปตัสในสภาพเรือนปลูกพืชทดลอง สามารถลดการเกิดโรคได้ 93.9 เปอร์เซ็นต์ และ 89.7 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเทียบกับชุดควบคุม

Das *et. al.* (2014) ได้ฉีดพ่นเชื้อ *Bacillus subtilis* (S-12) ที่ผสมสารแขวนลอยในน้ำ ($2.7x10^9$ cfu/ml) มาทดสอบความสามารถในการควบคุมเชื้อ *Xanthomonas axonopodis* pv. *citri* ของมะนาว สามารถลดการเกิดโรคได้

เสมอใจและคณะ (2551) ศึกษาหาเชื้อแบคทีเรียปฏิปักษ์ *Bacillus subtilis* ที่มีประสิทธิภาพในการควบคุมเชื้อ *Xanthomonas axonopodis* pv. *dieffenbachiae* (Xad) สาเหตุโรคใบไหม้ของหน้าวัว จากการแยกเชื้อแบคทีเรียของวัสดุปลูกหน้าวัว พบว่า เมื่อผสมเชื้อ *Bacillus subtilis* 3 ไอโซเลท คือ B1228, B1317 และ B1348 พ่นควบคู่กับเชื้อ Xad ในโรงเรือนปลูกพืชทดลอง สามารถลดการเกิดโรคได้ 81-89 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเปรียบเทียบกับชุดควบคุม

นลินีและคณะ (2553) แยกเชื้อจุลินทรีย์ได้จำนวน 35 ไอโซเลท นำมาทำการทดสอบกับเชื้อแบคทีเรียสาเหตุโรคแคงเกอร์ของส้มโอ เปรียบเทียบกับสารเคมีคอปเปอร์ออกซี่คลอไรด์ และ Kanker-X พบว่า เชื้อจุลินทรีย์ปฏิปักษ์จำนวน 12 ไอโซเลท สามารถยับยั้งเชื้อแบคทีเรียสาเหตุโรคแคงเกอร์ของส้มโอได้ โดยเชื้อจุลินทรีย์ไอโซเลท 5102 ให้บริเวณวงใสขนาดรัศมีกว้าง 8.5 มิลลิเมตร ส่วน Kanker-X ให้วงใสกว้าง 7.5 มิลลิเมตร ส่วนสารเคมีคอปเปอร์ออกซี่คลอไรด์ไม่สามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อ *X. axonopodis* pv. *citri* ได้ นอกจากนี้ยังนำเชื้อจุลินทรีย์ปฏิปักษ์ไอโซเลท 5102 ที่ได้คัดเลือกไปฉีดพ่นบนต้นส้มโอในสภาพโรงเรือนทดลอง พบว่า เชื้อจุลินทรีย์ปฏิปักษ์ไอโซเลท 5102 สามารถควบคุมโรคแคงเกอร์ได้ โดยแสดงจำนวนแผลจุดเฉลี่ย 21.86 จุดต่อใบ ซึ่งแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เมื่อเทียบกับชุดควาบคุมที่มีจำนวนแผลจุดเฉลี่ย 79.19 จุดต่อใบ

นลินีและคณะ (2556) ศึกษาประสิทธิภาพของเชื้อ *Bacillus subtilis* N5102 ในรูปผลิตภัณฑ์น้ำหมักและผลิตภัณฑ์ผงเชื้อต่อโรคแคงเกอร์ของมะนาว พบว่า เชื้อจุลินทรีย์ *B. subtilis* N5102 ในรูปน้ำหมักแสดงความรุนแรงของการเกิดโรคเฉลี่ย 43.53 เปอร์เซ็นต์ ส่วนในรูปผงเชื้อ แสดงความรุนแรงของการเกิดโรคเฉลี่ย 39.94 เปอร์เซ็นต์ และชุดควบคุมแสดงความรุนแรงของการเกิดโรค 54.02 เปอร์เซ็นต์

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ระเบียบวิธีการวิจัย

กิจกรรมที่ 2 สำรวจและศึกษาศักยภาพของชีวภัณฑ์ในการควบคุมโรคพืช

การทดลองที่ 2.1 การคัดเลือกและทดสอบเชื้อราปฏิปักษ์ที่มีศักยภาพในการควบคุมเชื้อรา *Didymella bryoniae* สาเหตุโรคยางไหลในพืชตระกูลแตง

วิธีการ

1.การแยกเชื้อราปฏิปักษ์ จากเก็บตัวอย่างต้นพืชตระกูลแตง ที่แสดงอาการเป็นโรค และต้นที่ปกติ จากแหล่งปลูกที่สำคัญ

2.การทดสอบประสิทธิภาพเชื้อราปฏิปักษ์ในการยับยั้งการเจริญของเส้นใย เชื้อรา *Didymella bryoniae* ในห้องปฏิบัติการ

3.การทดสอบประสิทธิภาพเชื้อราปฏิปักษ์ในการควบคุมเชื้อรา *Dydimella bryoniae* สาเหตุโรคยางไหลในสภาพโรงเรือนทดลอง

การทดลองที่ 2.2 การควบคุมโรคเน่าดำในกล้วยไม้ ที่มีสาเหตุจากเชื้อ *Phytophthora palmivora* (Butl.) โดยใช้สารออกฤทธิ์ทางชีวภาพจากเห็ดเรืองแสง *Neonothopanus nambi*

วิธีการ

1. การเตรียมสารสกัดออกฤทธิ์จากเชื้อเห็ดเรืองแสง *N. nambi*

2.การทดสอบสารออกฤทธิ์จากเห็ดเรืองแสงในการยับยั้งการเจริญของเชื้อรา *P. palmivora* ในสภาพห้องปฏิบัติการ

2.1 การทดสอบการยับยั้งการเจริญของเชื้อรา *P. palmivora*

2.2 การทดสอบการยับยั้งการสร้าง sporangium เชื้อรา *P. palmivora*

2.3 การทดสอบการยับยั้งการเกิดแผลจากเชื้อรา *P. palmivora* บนใบกล้วยไม้

3.การทดสอบประสิทธิภาพของสารออกฤทธิ์จากเห็ดเรืองแสงในการควบคุมโรคเน่าดำของกล้วยไม้ในสภาพโรงเรือน

3.1 ทดสอบอัตราความเข้มข้นของสารออกฤทธิ์จากเห็ดเรืองแสงในการควบคุมโรคเน่าดำของกล้วยไม้

3.2 ทดสอบประสิทธิภาพการพ่นสารออกฤทธิ์จากเห็ดเรืองแสงก่อน และหลังการปลูกเชื้อ

กรมวิชาการเกษตร

การทดลองที่ 2.3 ทดสอบศักยภาพของน้ำนมเจือจางในการควบคุมโรคราน้ำค้างในพืชตระกูลแตง สาเหตุจากเชื้อรา *Pseudoperonospora cubensis*

วิธีการ

ทดสอบศักยภาพของน้ำนมชนิดต่างๆ เจือจาง เปรียบเทียบกับสารกำจัดโรคพืชในการควบคุมโรคราน้ำค้างในแตงกวา สาเหตุจากเชื้อรา *Pseudoperonospora cubensis*

การทดลองที่ 2.4 การทดสอบอัตราที่เหมาะสมของสารปฏิชีวนะแอมพิซิลินในการควบคุมโรคกรีนนิ่งในต้นกล้าส้มและกิ่งตอนส้ม

วิธีการ

1 การทดสอบอัตราที่เหมาะสมของสารปฏิชีวนะแอมพิซิลินในการควบคุมโรคกรีนนิ่งในต้นกล้าส้ม

2 การทดสอบอัตราที่เหมาะสมของสารปฏิชีวนะแอมพิซิลินในการควบคุมโรคกรีนนิ่งในกิ่งตอนส้ม

การทดลองที่ 2.5 การคัดเลือกและทดสอบศักยภาพแบคทีเรียปฏิปักษ์ในการควบคุม เชื้อรา *Fusarium moniliforme* สาเหตุโรคต้นเน่าของข้าวโพด

วิธีการ

1.การศึกษาการป้องกันกำจัดเชื้อข้อมูลวิธีการป้องกันและกำจัดเชื้อรา *F. moniliforme* โดยชีววิธี ในห้องปฏิบัติการ

1.1 การทดสอบประสิทธิภาพของจุลินทรีย์ในการยับยั้งการเจริญของเส้นใยเชื้อรา *F. moniliforme* ในห้องปฏิบัติการ

2 การทดสอบประสิทธิภาพของจุลินทรีย์ปฏิปักษ์ในการควบคุมเชื้อรา *F. moniliforme* ในข้าวโพด สภาพไร่

การทดลองที่ 2.6 การคัดเลือกเชื้อแบคทีเรียปฏิปักษ์ที่มีประสิทธิภาพในการควบคุมโรคเน่าดำของคะน้า

วิธีการ

1. การเก็บตัวอย่างดินและตัวอย่างคะน้า

1.1 การเก็บตัวอย่างดินและตัวอย่างคะน้า

1.2 การแยกเชื้อแบคทีเรียปฏิปักษ์จากดิน

1.3 การแยกเชื้อแบคทีเรียปฏิปักษ์จากส่วนต่างๆ ของคะน้า

1.4 การแยกเชื้อแบคทีเรียสาเหตุโรคเน่าดำ

2. การทดสอบประสิทธิภาพของแบคทีเรียปฏิปักษ์ในการยับยั้งการเจริญของเชื้อ *Xanthomonas campestris* pv. *campestris* ในห้องปฏิบัติการ

2.1 การทดสอบการยับยั้งการเจริญของเชื้อ *X. campestris* pv. *campestris* (*Xcc*)

กรมวิชาการเกษตร

3. การจำแนกชนิดเชื้อแบคทีเรียปฏิปักษ์

การจัดจำแนกชนิดของเชื้อแบคทีเรียปฏิปักษ์ นั้นก็เพื่อให้ทราบถึงชนิดของเชื้อแบคทีเรีย

3.1 <u>การทดสอบคุณสมบัติทางสัณฐานวิทยาและชีวเคมี</u> : ดูลักษณะการเจริญของเชื้อที่ปรากฏจากการเลี้ยงบนอาหารเพาะเลี้ยงเชื้อ และดูคุณสมบัติพื้นฐานในการทำปฏิกิริยาทางชีวเคมีของเชื้อกับสารต่างๆ ตลอดจนการหาผลผลิตหรือสารคัดหลั่งต่างๆที่เชื้อสร้างขึ้น

3.2 การตรวจด้วยชุดตรวจสำเร็จรูป api 50 CH

4. การทดสอบความสามารถของเชื้อแบคทีเรียปฏิปักษ์ในการควบคุมโรคเน่าดำของคะน้าในสภาพโรงเรือนทดลอง

การทดลองที่ 2.7 การคัดเลือกเชื้อ *Bacillus* spp. และ *Streptomyces* spp. ที่มีศักยภาพในการควบคุมไส้เดือนฝอยรากปมในต้นพริก

วิธีการ

1.เก็บตัวอย่างดินและการแยกเชื้อแบคทีเรีย

1.1 การเก็บตัวอย่างดิน เก็บรวบรวมตัวอย่างดินแปลงปลูกพริกขี้หนูและพริกหนุ่ม จากแปลงเกษตรกรในเขตภาคตะวันออกเฉียงเหนือ เพื่อแยกเชื้อ *Bacillus* spp. และ *Streptomyces* spp.

1.2 การแยกเชื้อแบคทีเรียจากดิน โดยทดสอบคุณสมบัติทางสัณฐานวิทยาและชีวเคมีตามวิธีการของ Holt et al.(1994)

2. การระบุชนิดของเชื้อ *Bacillus* spp. และ *Streptomyces* spp. ที่ผ่านการคัดเลือก

2.1 การระบุชนิดของ *Bacillus* spp.

2.1.1 การทดสอบคุณสมบัติทางฟิสิกส์และชีวเคมี นำเชื้อแบคทีเรียที่คัดเลือกไว้มีลักษณะโคโลนีคล้าย Bacillus spp. มาทดสอบแกรม และการสร้างสปอร์เพื่อศึกษาลักษณะทางสัณฐานวิทยา และทดสอบคุณสมบัติทางชีวเคมีบนอาหารชนิดต่างๆ ตามวิธีการของ Holt et. al.(1994)

2.1.2 ตรวจด้วยชุดตรวจสำเร็จรูป api 50 CH นำเชื้อแบคทีเรียมาทดสอบคุณสมบัติทางชีวเคมีด้วยชุดตรวจสำเร็จรูป api 50 CH

2.2 การระบุชนิดของ *Streptomyces* spp.

2.2.1 การทดสอบคุณสมบัติทางฟิสิกส์และชีวเคมี นำเชื้อแบคทีเรียที่คัดเลือกไว้มีลักษณะโคโลนีคล้าย *Streptomyces* spp. มาทดสอบแกรม และการสร้างสปอร์เพื่อศึกษาลักษณะทางสัณฐานวิทยา และทดสอบคุณสมบัติทางชีวเคมีบนอาหารชนิดต่างๆ ตามวิธีการของ Schaad et al., (2001)

3. การตรวจสอบกิจกรรมของเอนไซม์ย่อยสลายเชิงกึ่งปริมาณของเชื้อแบคทีเรีย *Bacillus* spp. และ*Streptomyces* spp.

3.1 ทดสอบกิจกรรมของเอนไซม Protease

3.2 ทดสอบกิจกรรมของเอนไซม Chitinase.

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัย

4. ทดสอบประสิทธิภาพของเชื้อ *Bacillus* spp. และ *Streptomyces* spp. ต่อการฟักไข่ของไส้เดือนฝอย

5.ประเมินประสิทธิภาพของเชื้อ *Bacillus* spp. และ *Streptomyces* spp. ในการชักนำภูมิต้านทานไส้เดือนฝอยรากปมในพริก

6. ตรวจสอบกิจกรรมเอนไซม์ Peroxidase, Polyphenoloxidase และ Phenylammonialyase

การทดลองที่ 2.8 การคัดเลือกเชื้อราปฏิปักษ์ที่มีศักยภาพในการควบคุมเชื้อรา *Fusarium oxysporum* สาเหตุโรคเหี่ยวของพริก

วิธีการ

1.การรวบรวมและจำแนกเชื้อราปฏิปักษ์

1.1 การเก็บตัวอย่างดิน เก็บตัวอย่างดินตามแหล่งธรรมชาติและบริเวณแปลงปลูกพริกที่มีการระบาดและไม่มีการระบาดของโรค บันทึกรายละเอียด แหล่งที่เก็บ วันที่เก็บ ผู้เก็บ

1.2 การแยกเชื้อราปฏิปักษ์จากดินด้วยวิธี Soil dilution plate method (Barron, 1968) วิธี Alcohol treatment method (Warcup and Baker, 1963) และ วิธี Heat treatment method (Warcup, 1951; A modification of Warcup and Baker, 1963)

1.3 ศึกษาและจำแนกชนิดของเชื้อราปฏิปักษ์

2. การเก็บตัวอย่างโรคเหี่ยวของพริกและแยกเชื้อรา *F. oxysporum*

3. การทดสอบศักยภาพของราปฏิปักษ์ในการยับยั้งการเจริญของเชื้อรา *F. Oxysporum*ในระดับห้องปฏิบัติการ

4. การทดสอบประสิทธิภาพเชื้อราปฏิปักษ์ในการควบคุมเชื้อรา *F. oxysporum*สาเหตุโรคเหี่ยวของพริก ในโรงเรือน

4.1 คัดเลือกเชื้อราปฏิปักษ์ในการป้องกันกำจัดโรคเหี่ยวของพริก ประเมินความรุนแรงของโรค โดยใช้เกณฑ์การประเมินโดยดัดแปลงจาก Elmer and McGovern (2004)

4.2 ทดสอบวิธีการใช้เชื้อราปฏิปักษ์ในการป้องกันกำจัดโรคเหี่ยวของพริก โดยประเมินความรุนแรงของโรคโดยให้คะแนน 5 ระดับ ทุก 3 5 7 11 และ 14 วัน

การทดลองที่ 2.9 การคัดเลือกและทดสอบประสิทธิภาพแบคทีเรียปฏิปักษ์ในการควบคุมโรคใบจุดพริกที่เกิดจากแบคทีเรีย *Xanthomonas axonopodis pv. Vesicatoria*

วิธีการ

1. การสำรวจโรค แยกเชื้อสาเหตุโรค และ แยกเชื้อแบคทีเรียปฏิปักษ์ (2562)

1.1 สำรวจโรค และเก็บตัวอย่างอาการใบจุดของพริก จากแหล่งปลูกของเกษตรกร แยกเชื้อจนได้เชื้อบริสุทธิ์

1.2 การเก็บตัวอย่างดิน และ แยกเชื้อปฏิปักษ์ แยกเชื้อจนได้เชื้อบริสุทธิ์

1.3 การแยกเชื้อแบคทีเรียปฏิปักษ์จากส่วนต่างๆ ของพริก นำ ราก ใบ และลำต้นของพริก แยกเชื้อจนได้เชื้อบริสุทธิ์

2. ทดสอบประสิทธิภาพจุลินทรีย์ปฏิปักษ์เชื้อแบคทีเรียปฏิปักษ์ในการยับยั้งเชื้อ *X. axonopodis* pv. *vesicatoria* สาเหตุโรคใบจุดแบคทีเรียของพริกในห้องปฏิบัติการ

3. ทดสอบประสิทธิภาพจุลินทรีย์ปฏิปักษ์เชื้อแบคทีเรียปฏิปักษ์ในการยับยั้งเชื้อ *X. axonopodis* pv. *vesicatoria* สาเหตุโรคใบจุดแบคทีเรียของพริกในโรงเรือนทดลอง

การทดลองที่ 2.10 การคัดเลือกและทดสอบแบคทีเรีย *Bacillus* spp.ที่มีศักยภาพในการควบคุมโรคเน่าคอดิน (damping-off) และโรคลำต้นเน่า (stem rot) สาเหตุจากเชื้อรา *Pythium aphanidermatum* ในมะเขือเทศ

วิธีการ

1 การคัดเลือกและทดสอบศักยภาพของ *Bacillus* spp. ในการยับยั้งเชื้อรา *P. aphanidermatum* ในห้องปฏิบัติการ ทดสอบโดยวิธี dual culture technique (Morton and Stroube, 1955) จากนั้นคัดเลือกไอโซเลท 5 ไอโซเลท ที่มีประสิทธิภาพสูงสุด ไปทดสอบประสิทธิภาพในระดับโรงเรือนต่อไป

2 ทดสอบประสิทธิภาพของ *Bacillus* spp. 5 ไอโซเลท ในการควบคุมโรคเน่าคอดิน (damping-off) และโรคลำต้นเน่า (stem rot) ในมะเขือเทศ สาเหตุจากเชื้อรา *P. aphanidermatum* ในโรงเรือนทดลอง

2.1 ทดสอบประสิทธิภาพของ *Bacillus* spp. 5 ไอโซเลท ในการควบคุมโรคเน่าคอดิน (damping-off) ในมะเขือเทศ ในโรงเรือนทดลอง

2.2 ทดสอบประสิทธิภาพของ *Bacillus* spp. 5 ไอโซเลท ในการควบคุมโรคลำต้นเน่า (stem rot) ในมะเขือเทศ ในโรงเรือนทดลอง

การทดลองที่ 2.11 การคัดเลือกและทดสอบประสิทธิภาพเชื้อจุลินทรีย์ปฏิปักษ์ในการควบคุมโรคราแป้ง (Powdery mildew) พืชตระกูลแตง

วิธีการ

1.รวบรวมและเก็บตัวอย่างทำการเก็บตัวอย่างใบแตงที่แสดงอาการเป็นโรคเพื่อมาแยกหาเชื้อจุลินทรีย์ปฏิปักษ์ในห้องปฏิบัติการ

2.การแยกเชื้อจุลินทรีย์ปฏิปักษ์ที่มีศักยภาพในการควบคุมโรค

2.1 การแยกเชื้อราปฏิปักษ์นำตัวอย่างพืชที่เก็บมาได้มาแยกหาเชื้อราปฏิปักษ์ บนอาหารเลี้ยงเชื้อ PDA เพื่อเลี้ยงเชื้อให้บริสุทธิ์

2.2 การแยกเชื้อแบคทีเรียปฏิปักษ์ตัวอย่างใบพืชที่เหลือจากขั้นตอนที่ 2.1 นำแยกเชื้อแบคทีเรียบนอาหารเลี้ยงเชื้อ TSA แยกเก็บเชื้อที่แบคทีเรียปฏิปักษ์ที่เจริญ และแยกเชื้อให้บริสุทธิ์

กรมวิชาการเกษตร

2.3 การเตรียมเชื้อรา *Oidium* sp. ในห้องปฏิบัติการ และทำการปลูกเชื้อบนต้นพืชทดสอบเพื่อเป็นการเก็บรักษาเชื้อราสาเหตุโรคไว้กับต้นพืช

3. การคัดเลือกเชื้อจุลินทรีย์ปฏิปักษ์ในสภาพห้องปฏิบัติการ

ทำการประเมินโรคราแป้งที่เกิดขึ้นที่ใบโดยให้ค่าระดับคะแนน1-5 ดังนี้ 1= 0 เปอร์เซ็นต์ , 2 = 1 -20 เปอร์เซ็นต์ 3 = 21-40 เปอร์เซ็นต์ 4 = 41-60 เปอร์เซ็นต์ 5 = 61-80 เปอร์เซ็นต์ และ6 = 81-100 เปอร์เซ็นต์ ของพื้นที่ใบที่มีราแป้งขึ้นคลุมในแต่ละใบ

4. การคัดเลือกเชื้อจุลินทรีย์ปฏิปักษ์ในสภาพโรงเรือนทดลอง

การทดลองที่ 2.12 การคัดเลือกเชื้อแบคทีเรียปฏิปักษ์ที่มีประสิทธิภาพในการควบคุมโรคแคงเกอร์ของมะนาว

วิธีการ

1. การรวบรวมเชื้อแบคทีเรียปฏิปักษ์

การแยกเชื้อแบคทีเรียปฏิปักษ์จากใบและผล เก็บเชื้อบริสุทธิ์เพื่อใช้ในการทดลองต่อไป

2. การทดสอบประสิทธิภาพของแบคทีเรียปฏิปักษ์ในการยับยั้งการเจริญของเชื้อ*X. axonopodis* pv. *Citri* ในห้องปฏิบัติการ

2.1 การเตรียมเชื้อเตรียมอาหารทดสอบ ด้วยวิธี double layer

2.2 การทดสอบการยับยั้งการเจริญของเชื้อ *X. axonopodis* pv. *citri*(Xac)

3. การทดสอบความสามารถของเชื้อแบคทีเรียปฏิปักษ์ในการควบคุมโรคแคงเกอร์ของมะนาว ในสภาพโรงเรือนทดลอง

ตรวจและประเมินให้คะแนนความรุนแรงระดับความรุนแรงของโรคแคงเกอร์บนใบ โดยประเมินจากระดับความรุนแรงของโรค ปรับตามวิธีของของ James (1971)

4. การจำแนกชนิดเชื้อแบคทีเรียปฏิปักษ์

4.1 การทดสอบคุณสมบัติทางชีวเคมี และฟิสิกส์ของเชื้อแบคทีเรียปฏิปักษ์

4.2 การเปรียบเทียบลำดับนิวคลีโอไทด์บริเวณ 16S rDNA gene ของเชื้อแบคทีเรียปฏิปักษ์

กรมวิชาการเกษตร

ผลการวิจัย

กิจกรรมที่ 2 สำรวจและศึกษาศักยภาพของชีวภัณฑ์ในการควบคุมโรคพืช

การทดลองที่ 2.1 การคัดเลือกและทดสอบเชื้อราปฏิปักษ์ที่มีศักยภาพในการควบคุมเชื้อรา *Didymella bryoniae* สาเหตุโรคยางไหลในพืชตระกูลแตง

ผลการทดลอง

1.ทดสอบประสิทธิภาพเชื้อรา *Trichoderma* spp. ในการควบคุมโรคยางไหลในสภาพโรงเรือน

แช่เมล็ดแตงเมล่อนลงในสารละลายสปอร์เชื้อรา *Trichoderma* spp. แต่ละไอโซเลท นาน 30 นาที ผึ่งเมล็ดให้แห้ง และเพาะกล้าลงในกระบะเพาะตามกรรมวิธีที่วางไว้ เปรียบเทียบกับกรรมวิธีการแช่ในน้ำเปล่า บันทึกข้อมูลโดยตรวจนับการงอกของเมล็ดหลังการเพาะกล้า 7 วัน พบว่า การแช่เมล็ดแตงในไอโซเลท TC59-04, TC59-06, TC59-16 และ TC59-19 มีเปอร์เซ็นต์การงอกของเมล็ด 100 เปอร์เซ็นต์ ส่วนในไอโซเลทอื่นพบว่า มีเปอร์เซ็นต์การงอกของเมล็ดอยู่ที่ 90 - 97.5 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเปรียบเทียบกับกรรมวิธีแช่ในน้ำเปล่า พบว่า มีเปอร์เซ็นต์การงอกของเมล็ด 80 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 2.1.1)

ตารางที่ 2.1.1 เปอร์เซ็นต์การงอกของเมล็ดแตงที่แช่ในสารละลายเชื้อรา *Trichoderma* spp. จำนวน 10 ไอโซเลท

ไอโซเลท	เปอร์เซ็นต์การงอกของเมล็ดแตง หลังการทดลอง 7 วัน
TC59-04	100
TC59-05	95
TC59-06	100
TC59-07	92.5
TC59-08	90
TC59-10	90
TC59-16	100
TC59-19	100
TC59-26	97.5
TC59-30	92.5
Control	80

กรมวิชาการเกษตร

2 ได้ทำการย้ายกล้าแตงเทศอายุ 10 วัน ลงในถุงดำขนาด 6x12นิ้ว ลงในดินที่มีเชื้อสาเหตุโรค จำนวน 10 ต้นต่อซ้ำ ทั้งหมด 4 ซ้ำ และทำการใส่สารแขวนลอยสปอร์เชื้อรา *Trichoderma* spp. แต่ละไอโซเลท ปริมาตร 50 ม.ล.ลงในดินที่ปลูกพืชทดสอบไว้ ทุก 7 วัน และทำการเช็คการเกิดโรคทุกครั้งก่อนการใส่เชื้อ ผลการทดลองหลังการใส่เชื้อรา *Trichoderma* spp. จำนวน 4 ครั้ง พบว่าเชื้อรา *Trichoderma* spp. ไอโซเลท TC59-05 สามารถยับยั้งการเกิดโรคยางไหลได้ดีที่สุด มีเปอร์เซ็นต์การยับยั้งโรค 100 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาได้แก่ TC59-07 และ TC59-26 พบว่ามีเปอร์เซ็นต์การยับยั้งโรค 90 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเปรียบเทียบกับกรรมวิธีไม่ใส่เชื้อ พบเปอร์เซ็นต์การเกิดโรค 75 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 2.1.2)

ตารางที่ 2.1.2 เปอร์เซ็นต์การเกิดโรคยางไหลในแตงเทศหลังใส่สารแขวนลอยสปอร์เชื้อรา *Trichoderma* spp. จำนวน 10 ไอโซเลท ลงดิน จำนวน 4 ครั้ง ในสภาพโรงเรือนทดลอง

ไอโซเลท	จำนวนต้นที่ปกติ	จำนวนต้นที่เป็นโรค	เปอร์เซ็นต์การยับยั้งโรคยางไหล(%)
TC59-04	32	8	80
TC59-05	40	0	100
TC59-06	28	12	70
TC59-07	36	4	90
TC59-08	32	8	80
TC59-10	24	16	60
TC59-16	28	12	70
TC59-19	32	8	80
TC59-26	36	4	90
TC59-30	32	8	80
Control	10	30	25

3 ได้ทำการย้ายกล้าแตงเทศอายุ 10 วัน ลงในถุงดำขนาด 6x12นิ้ว ลงในดินที่ปลอดเชื้อสาเหตุโรค จำนวน 10 ต้นต่อซ้ำ ทั้งหมด 4 ซ้ำ และทำการปลูกเชื้อสาเหตุโรคโดยวิธี toothpick's technique ที่บริเวณลำต้น เมื่อพืชอายุประมาณ 30 วัน หลังการปลูกเชื้อทำการรดและพ่นสารแขวนลอยของสปอร์เชื้อรา *Trichoderma* spp. แต่ละไอโซเลท ลงบนต้นพืชทดสอบทุก 7 วัน จำนวน 2 ครั้ง ผลการทดลองพบว่า เชื้อสาเหตุโรคที่ทำการปลูกเชื้อลงบนต้นพืชทดสอบ สามารถทำ

กรมวิชาการเกษตร

ให้เกิดโรค และแสดงอาการของโรคยางไหลได้ภายใน 24 ชม. เมื่อทำการวัดขนาดของแผลที่เกิดขึ้นหลังการพ่นเชื้อรา *Trichoderma* spp. จำนวน 2 ครั้ง พบว่า เชื้อรา *Trichoderma* spp. ไอโซเลท TC59-26 สามารถยับยั้งการเกิดแผลได้ดีที่สุด มีค่าเฉลี่ยขนาดของแผลเท่ากับ 0.5 เซนติเมตร รองลงมาได้แก่ ไอโซเลท TC59-16 และ TC59-19 ซึ่งสามารถยับยั้งการเกิดแผลได้ดี มีค่าเฉลี่ยขนาดของแผลเท่ากับ 1.0 เซนติเมตร เมื่อเปรียบเทียบกับกรรมวิธีไม่พ่นเชื้อราปฏิปักษ์ พบว่า มีค่าเฉลี่ยขนาดของแผลเท่ากับ 6.13 เซนติเมตร (ตารางที่ 2.1.3)

จากการทดลองในครั้งนี้สามารถคัดเลือกเชื้อรา *Trichoderma* spp. ที่มีประสิทธิภาพในการยับยั้งการเกิดโรคได้ดีอย่างน้อย 5 ไอโซเลท ได้แก่ ไอโซเลท TC59-05, TC59-07, TC59-26, TC59-16 และ TC59-19 ซึ่งสามารถนำเชื้อราปฏิปักษ์ที่คัดเลือกได้ไปพัฒนาการนำไปใช้ในสภาพแปลงทดลองต่อไป

ตารางที่ 2.1.3 ประสิทธิภาพของเชื้อรา *Trichoderma* spp. จำนวน 10 ไอโซเลท ในการยับยั้งการเกิดแผลบนต้นแตงเทศในสภาพโรงเรือนทดลอง

ไอโซเลท	ค่าเฉลี่ยขนาดของแผลที่โคนต้น (ซ.ม.)
TC59-04	3.50
TC59-05	2.88
TC59-06	4.75
TC59-07	5.38
TC59-08	5.38
TC59-10	5.50
TC59-16	1.00
TC59-19	1.00
TC59-26	0.50
TC59-30	1.13
Control	6.13

กรมวิชาการเกษตร

ภาพที่ 2.1.1 การทดสอบประสิทธิภาพเชื้อรา *Trichoderma* spp. ในการยับยั้งการเกิดแผลที่โคนต้นในสภาพโรงเรือนทดลอง

การทดลองที่ 2.2 การควบคุมโรคเน่าดำในกล้วยไม้ ที่มีสาเหตุจากเชื้อ *Phytophthora palmivora* (Butl.) โดยใช้สารออกฤทธิ์ทางชีวภาพจากเห็ดเรืองแสง *Neonothopanus nambi*

ผลการทดลอง

การทดสอบรูปแบบการใช้สารออกฤทธิ์จากเห็ดเรืองแสงในการควบคุมโรคเน่าดำของกล้วยไม้ในสภาพโรงเรือน โดยนำกรรมวิธีที่ดีที่สุดมาทดสอบต่อในโรงเรือนกล้วยไม้ พบว่า ขนาดแผลที่เกิดขึ้นในแต่ละกรรมวิธีมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติกับกรรมวิธีเปรียบเทียบ (ตารางและภาพที่ 2.2.1)

ส่วนผลการทดสอบระยะการพ่นสารออกฤทธิ์จากเห็ดเรืองแสง ในการควบคุมโรคเน่าดำของกล้วยไม้ในสภาพโรงเรือน โดยนำสารออกฤทธิ์จากเห็ดเรืองแสงที่มีประสิทธิภาพดี อย่างน้อย 2 ระดับ

ความเข้มข้น และได้เพิ่มเข้มข้นของสารสกัด aurisin A ที่ระดับ 1,000 mg/l เพิ่มประสิทธิภาพในการยับยั้งเชื้อรา *P. palmivora* พบว่าระยะเวลาในการพ่นสารออกฤทธิ์จากเห็ดเรืองแสง พ่นทุก 3 วันจะให้ผลที่ค่อนข้างดีกว่าหลังการพ่นสารทุก 5 วัน เพราะเมื่อเชื้อเข้าสู่พืชแล้วยากที่จะป้องกันการระบาดของโรคได้ ยิ่งในการทดสอบมีการปลูกเชื้อด้วยวิธี tooth's method เชื้อยิ่งทำลายพืชได้อย่างรวดเร็ว และหลังการปลูกเชื้อเสร็จมีฝนตกติดต่อกันหลายทำให้ส่งเสริมการเกิดแผลบนในกล้วยไม้อย่างรวดเร็วมาก (ตารางและภาพที่ 2.2.2)

ตารางที่ 2.2.1 การทดสอบประสิทธิภาพของสารออกฤทธิ์จากเห็ดเรืองแสงในการยับยั้งการเกิดแผลบนใบกล้วยสกุลแวนดาในสภาพโรงเรือน ครบ 3 วัน หลังการปลูกเชื้อรา *Phytophthora palmivora*

กรรมวิธี	**ขนาดของแผล (เซนติเมตร)**[1/]
พ่น culture filtrate ความเข้มข้น 50%	1.11 d
พ่น culture filtrate ความเข้มข้น 75%	0.68 c
พ่น culture filtrate ความเข้มข้น 100%	0.58 c
พ่นสารสกัดที่ระดับความเข้มข้น 500 mg/l	1.17 d
พ่นสารเคมี metalaxyl 25% WP	0.27 b
น้ำกลั่นนึ่งฆ่าเชื้อ (control + ใส่เชื้อ *P. palmivora*)	2.06 e
น้ำกลั่นนึ่งฆ่าเชื้อ (control – ไม่ใส่เชื้อ *P. palmivora*)	0.00 a
F-test	**
C.V.(%)	9.15

[1/] ค่าเฉลี่ยที่กำกับด้วยอักษรที่เหมือนกัน ไม่มีความแตกต่างทางสถิติกัน ($P<0.01$, DMRT)

** ความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซ็นต์

กรมวิชาการเกษตร

ตารางที่ 2.2.2 แสดงผลขนาดแผลบนใบกล้วยไม้สกุลแวดา จากการทดสอบระยะการพ่นสารออกฤทธิ์จากเห็ดเรืองแสง ในการควบคุมโรคเน่าดำของกล้วยไม้ในสภาพโรงเรือน หลังการปลูกเชื้อรา *Phytophthora palmivora* ด้วยวิธี tooth's method

กรรมวิธี	ขนาดของแผล (เซนติเมตร)[1/]		
	ก่อนพ่นครั้งที่ 1	ก่อนพ่นครั้งที่ 2	ก่อนพ่นครั้งที่ 3
culture filtrate ความเข้มข้น 75% พ่นทุก 3 วัน	1.37 b	2.98 b	6.15 bc
culture filtrate ความเข้มข้น 100% พ่นทุก 3 วัน	1.47 b	3.11 b	5.48 bc
สารสกัด aurisin A ที่ระดับความเข้มข้น 1,000 mg/l พ่นทุก 3 วัน	1.48 b	2.61 b	5.01 b
น้ำกลั่นนึ่งฆ่าเชื้อ (control + ใส่เชื้อ *P. palmivora*) พ่นทุก 3 วัน	1.57 b	2.93 b	5.56 bc
culture filtrate ความเข้มข้น 75% พ่นทุก 5 วัน	2.47 d	6.10 d	8.48 d
culture filtrate ความเข้มข้น 100% พ่นทุก 5 วัน	2.06 c	4.99 c	6.98 cd
สารสกัด aurisin A ที่ระดับความเข้มข้น 1,000 mg/l พ่นทุก 5 วัน	2.40 d	5.75 d	8.05 d
น้ำกลั่นนึ่งฆ่าเชื้อ (control + ใส่เชื้อ *P. palmivora*) พ่นทุก 5 วัน	2.52 d	6.36 d	8.29 d
น้ำกลั่นนึ่งฆ่าเชื้อ (control – ไม่ใส่เชื้อ *P. palmivora*)	0.00 a	0.00 a	0.00 a
F-test	**	**	**
C.V.(%)	6.92	9.75	14.42

[1/] ค่าเฉลี่ยที่กำกับด้วยอักษรที่เหมือนกัน ไม่มีความแตกต่างทางสถิติกัน ($P<0.01$, DMRT)

** ความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซ็นต์

กรมวิชาการเกษตร

ภาพที่ 2.2.1 ลักษณะขนาดแผลหลังการทดสอบประสิทธิภาพของสารออกฤทธิ์จากเห็ดเรืองแสงในการควบคุมโรคเน่าดำบนใบกล้วยสกุลแวนดา ด้วยวิธี detached leaf หลังการปลูก 3 วัน

A : พ่น culture filtrate ความเข้มข้น 50%

B : พ่น culture filtrate ความเข้มข้น 75%

C : พ่น culture filtrate ความเข้มข้น 100%

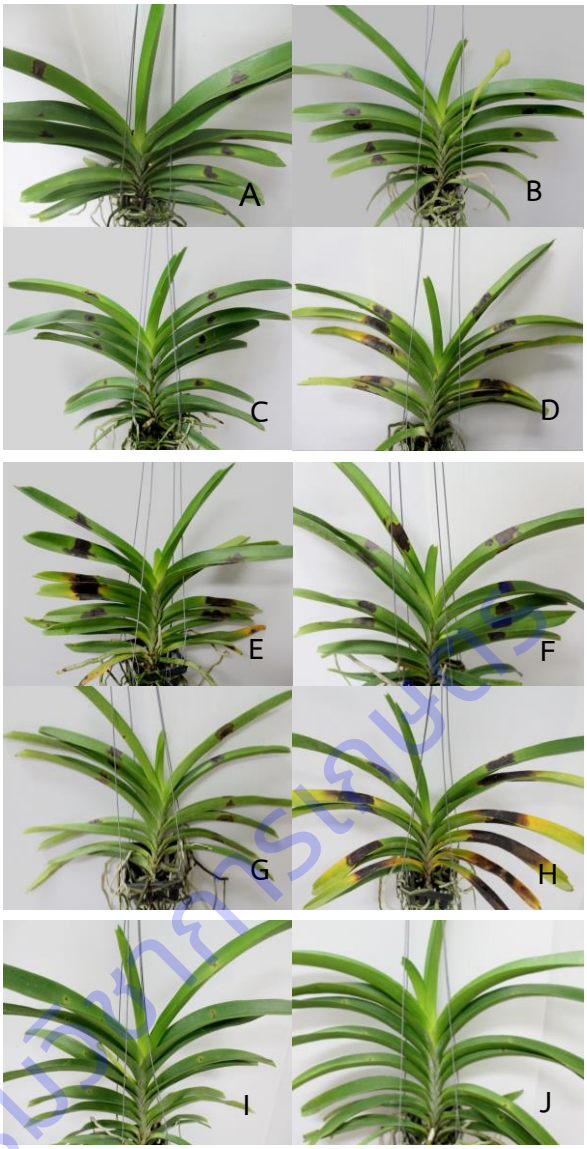
D : พ่นสารสกัดที่ระดับความเข้มข้น 500 mg/l

E : พ่นสารเคมี metalaxyl 25% WP

F : น้ำกลั่นนึ่งฆ่าเชื้อ (control + ใส่เชื้อ *P. palmivora*)

G : น้ำกลั่นนึ่งฆ่าเชื้อ (control – ไม่ใส่เชื้อ *P. palmivora*)

ลิขสิทธิ์กรมวิชาการเกษตร



ภาพที่ 2.2.2 ลักษณะขนาดแผลหลังการทดสอบระยะการพ่นสารออกฤทธิ์จากเห็ดเรืองแสง ในการควบคุมโรคเน่าดำของกล้วยไม้ในสภาพโรงเรือน หลังการปลูกเชื้อรา *Phytophthora palmivora* ด้วยวิธี tooth's method

A : culture filtrate ความเข้มข้น 75% พ่นทุก 3 วัน

B : culture filtrate ความเข้มข้น 100% พ่นทุก 3 วัน

C : aurisin A ที่ระดับความเข้มข้น 1,000 mg/l พ่นทุก 3 วัน

D : น้ำกลั่นนึ่งฆ่าเชื้อ (control + ใส่เชื้อ *P. palmivora*) พ่นทุก 3 วัน

E : culture filtrate ความเข้มข้น 75% พ่นทุก 5 วัน

F : culture filtrate ความเข้มข้น 100% พ่นทุก 5 วัน

G : aurisin A ที่ระดับความเข้มข้น 1,000 mg/l พ่นทุก 5 วัน

H : น้ำกลั่นนึ่งฆ่าเชื้อ (control + ใส่เชื้อ *P. palmivora*) พ่นทุก 5 วัน

I,J : น้ำกลั่นนึ่งฆ่าเชื้อ (control – ไม่ใส่เชื้อ *P. palmivora*)

กรมวิทยาศาสตร์บริการ

การทดลองที่ 2.3 ทดสอบศักยภาพของน้ำนมเจือจางในการควบคุมโรคราน้ำค้างในพืชตระกูลแตงสาเหตุจากเชื้อรา *Pseudoperonospora cubensis*

ผลการทดลอง

การทดสอบศักยภาพของน้ำนมเจือจางในการควบคุมโรคราน้ำค้างในพืชตระกูลแตง สาเหตุจากเชื้อรา *Pseudoperonospora cubensis* ได้ทำการทดสอบประสิทธิภาพและอัตราของสารละลายน้ำนมความเข้มข้นต่างๆ ตามกรรมวิธีที่กำหนด โดยการพ่นทุก 5 วัน จำนวน 3 ครั้ง ทำการทดสอบในแตงกวาที่แปลงเกษตรกร อ. ท่าม่วง และ อ.ท่ามะกา จ. กาญจนบุรี บันทึกผลโดยประเมินความรุนแรงของโรคก่อนพ่นสารทุกครั้ง และหลังพ่นสารครั้งสุดท้าย 5 วัน โดยสุ่ม จำนวน 25 ต้นต่อแปลงย่อย 5 ใบต่อต้น แล้วนำมาหาค่าเฉลี่ยต่อต้น โดยคิดเป็นเปอร์เซ็นต์การเกิดโรคต่อพื้นที่ใบ

ผลการทดลอง พบว่า ที่ อ. ท่าม่วง ในแปลงแตงกวา หลังการพ่น 3 ครั้ง กรรมวิธีที่ 1- 9 มีเปอร์เซ็นต์การเกิดโรคเท่ากับ 28.39, 31.90, 42.08, 30.67, 30.01, 46.32, 31.99, 21.62 และ 24.14 ตามลำดับ โดยกรรมวิธีเปรียบเทียบที่พ่นด้วยสาร mancozeb และพ่นด้วยน้ำเปล่า มีเปอร์เซ็นต์การเกิดโรคเท่ากับ 13.38 และ 66.40 ตามลำดับ โดยกรรมวิธีที่พ่นด้วยสารละลายน้ำนมถั่วเหลืองมีเปอร์เซ็นต์การเกิดโรคราน้ำค้างไม่แตกต่างทางสถิติกับกรรมวิธีที่พ่นด้วยสารป้องกันกำจัดเชื้อรา mancozeb 80% WP และพบว่าทุกกรรมวิธีมีเปอร์เซ็นต์การเกิดโรคราน้ำค้างต่ำกว่ากรรมวิธีที่พ่นด้วยน้ำเปล่าอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ตารางที่ 2.3.1)

ในแปลง ที่อ. ท่ามะกา พบว่า หลังการพ่น 3 ครั้ง กรรมวิธีที่ 1- 9 มีเปอร์เซ็นต์การเกิดโรคเท่ากับ 49.66, 33.85, 34.06, 48.66, 59.65, 38.45, 50.43, 33.24 และ 37.38 ตามลำดับโดยกรรมวิธีเปรียบเทียบที่พ่นด้วยสาร mancozeb และพ่นด้วยน้ำเปล่า มีเปอร์เซ็นต์การเกิดโรคเท่ากับ 33.27 และ 60.24 ตามลำดับ โดยกรรมวิธีที่ 2 3 6 8 และ 9 มีเปอร์เซ็นต์การเกิดโรคราน้ำค้างไม่แตกต่างทางสถิติกับกรรมวิธีที่พ่นด้วยสารป้องกันกำจัดเชื้อรา mancozeb 80% WP โดยทุกกรรมวิธียกเว้นกรรมวิธีที่ 5 มีเปอร์เซ็นต์การเกิดโรคราน้ำค้างต่ำกว่ากรรมวิธีที่พ่นด้วยน้ำเปล่าอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ตารางที่ 2.3.2)

จากผลการทดลอง สรุปได้ว่า การพ่นด้วยสารละลายน้ำนมถั่วเหลืองที่อัตรา 3 ลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร สามารถลดการเกิดโรคได้สูงถึง 67เปอร์เซ็นต์ เมื่อเปรียบเทียบกับกรรมวิธีที่พ่นด้วยน้ำเปล่า ในการพ่นด้วยสารละลายน้ำนม 100เปอร์เซ็นต์ ไขมัน 0 พบว่าที่อัตรา 3 ลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร แปลงที่ 1 สามารถลดการเกิดโรคราน้ำค้างได้ประมาณ 51เปอร์เซ็นต์ แปลงที่ 2 ลดการเกิดโรคได้ ประมาณ 43 เปอร์เซ็นต์ โดยทุกกรรมวิธีสามารถลดการเกิดโรคราน้ำค้างได้ดีกว่าการพ่นด้วยน้ำเปล่า

กรมวิชาการเกษตร

ตารางที่ 2.3.1 เปอร์เซ็นต์การเกิดโรคราน้ำค้างสาเหตุจากเชื้อรา *Pseudoperonospora cubensis* ในแตงกวา ที่ อ.ท่าม่วง จ.กาญจนบุรี หลังการพ่นสารละลายนมตามกรรมวิธีต่างๆ 3 ครั้ง

กรรมวิธี	เปอร์เซ็นต์การเกิดโรค หลังพ่นครั้งที่3
T1	28.40 b
T2	31.90 cb
T3	42.08 dc
T4	30.67 cb
T5	30.01 b
T6	46.32 d
T7	31.99 cb
T8	21.62 ba
T9	24.14 ba
T10	13.38 a
T11	66.40 e
CV (%)	**21.48**

ตารางที่ 2.3.2 เปอร์เซ็นต์การเกิดโรคราน้ำค้างสาเหตุจากเชื้อรา *Pseudoperonospora cubensis* ในแตงกวา ที่ อ.ท่ามะกา จ.กาญจนบุรี หลังการพ่นสารละลายนมตามกรรมวิธีต่างๆ 3 ครั้ง

กรรมวิธี	เปอร์เซ็นต์การเกิดโรค หลังพ่นครั้งที่ 3
T1	49.66 c
T2	33.85 a
T3	34.06 a
T4	48.66c
T5	59.65d
T6	38.45 ba
T7	50.43 c
T8	33.24 a
T9	37.38 ba
T10	33.27a
T11	60.24 d
CV (%)	**11.06**

กรมวิชาการเกษตร

การทดลองที่ 2.4 การทดสอบอัตราที่เหมาะสมของสารปฏิชีวนะแอมพิซิลินในการควบคุมโรคกรีนนิ่งในต้นกล้าส้มและกิ่งตอนส้ม

ผลการทดลอง

จากการตรวจสอบต้นกล้าส้มที่ได้รับการถ่ายโรคกรีนนิ่งด้วยเทคนิค PCR พบแถบดีเอ็นเอขนาด 1,160 bp เพื่อเป็นการยืนยันว่าต้นส้มมีเชื้อแบคทีเรีย *Candidatus* Liberibacter asiaticus (CLas) สาเหตุโรคกรีนนิ่ง จากนั้นนำต้นกล้าส้มจำนวน 35 ต้น มาทำการทรีทต์สารปฏิชีวนะตามกรรมวิธี 1 – 7 โดยนำต้นกล้าส้มมาทำการล้างรากให้สะอาด แล้วนำไปแช่ในสารละลายปฏิชีวนะตามกรรมวิธี 7 กรรมวิธีๆ ละ 5 ต้น รวม 35 ต้น จากนั้นนำไปเก็บไว้ในโรงเรือนกันแมลงทำการให้ปุ๋ย ฉีดพ่นสารกำจัดแมลง และตัดแต่งกิ่งต้นกล้า เพื่อให้มีการแตกยอดและใบใหม่ หลังย้ายลงปลูกเก็บไว้ในโรงเรือนทดลอง 2 เดือน พบว่า กรรมวิธีที่แช่ในสารละลายปฏิชีวนะแอมพิซิลลินที่อัตรา 500, 1,500 และ 10,000 ppmต้นกล้าส้มรอดชีวิตทุกต้น ส่วนกรรมวิธีที่แช่ในสาระลายปฏิชีวนะเตตร้าไซคลินอัตราความเข้มข้น 500 ppm ต้นกล้าส้มมีอาการเหลือง ใบเปลี่ยนเป็นสีเหลืองและหลุดร่วง แต่ต้นกล้าส้มยังมีชีวิตรอด และขณะนี้ยังไม่แตกยอดใหม่ ส่วนต้นกล้าส้มในกรรมวิธีที่แช่สารละลายปฏิชีวนะเตตร้าไซคลินที่อัตรา 1,500 และ 10,000 ppmพบว่า ภายในสัปดาห์แรกแสดงอาการใบเหี่ยวเปลี่ยนเป็นสีเหลืองชัดเจน และต้นกล้าส้มตายทุกต้นภายในเวลา 1 เดือน ส่วนต้นกล้าส้มในกรรมวิธีที่แช่ด้วยน้ำเปล่ามีชีวิตรอดทุกต้น (ภาพที่ 2.4.1ก-1ค) แล้วจะทำการตรวจติดตามเชื้อสาเหตุด้วยเทคนิค PCR

ทำการสกัดดีเอ็นเอจากต้นกล้าส้มที่ได้แช่ในสารละลายปฏิชีวนะ ประกอบด้วยกรรมวิธีที่ 1 - 3 สารปฏิชีวนะแอมพิซิลลินอัตราความเข้มข้น 500 1,500 และ 10,000 พีพีเอ็ม ตามลำดับ กรรมวิธีที่ 4 สารปฏิชีวนะเตตร้าไซคลินอัตราความเข้มข้น 500 พีพีเอ็ม และกรรวิธีที่ 7 แช่ในน้ำเปล่า รวมตัวอย่างทั้งหมด 25 ตัวอย่าง/ต้น พบว่าสามารถตรวจพบโรคกรีนนิ่งได้ในทุกกรรมวิธีเช่นเดียวกับผลการตรวจในไตรมาสที่ 3 และต้นกล้าส้มแสดงอาการของโรคกรีนนิ่งรุนแรงขึ้น แต่น้อยกว่ากรรมวิธีที่แช่ด้วยน้ำเปล่า พบว่าการแช่สารละลายปฏิชีวนะแอมพิซิลลินที่อัตราความเข้มข้น 1,500 และ 10,000 พีพีเอ็ม สามารถลดปริมาณเชื้อแบคทีเรีย *Candidatus* Liberibacter asiaticus สาเหตุของโรคกรีนนิ่งได้ไม่แตกต่างกันทำให้ต้นกล้าส้มมีการเจริญเติบโตดีกว่าการแช่สารปฏิชีวนะเตตร้าไซคลินที่อัตราความเข้มข้น 500 พีพีเอ็ม ซึ่งสามารถลดปริมาณเชื้อแบคทีเรีย *Candidatus* Liberibacter asiaticus ได้ แต่มีผลกระทบกับต้นกล้าส้มค่อนข้างมากคือแสดงอาการใบเหลืองและหลุดร่วง ก่อนที่จะมีการแตกใบใหม่ จึงทำให้ต้นกล้าส้มชะงักการเจริญเติบโต และไม่พบอาการดังกล่าวในกรรมวิธีที่แช่สารปฏิชีวนะแอมพิซิลลินและน้ำเปล่า

กรมวิชาการเกษตร

ภาพที่ 2.4.1 แสดงต้นกล้าส้มที่แช่สารละลายปฏิชีวนะกรรมที่ 2 และ 5 และกรรมที่ 7 แช่ในน้ำเปล่า

1ก : แสดงต้นกล้าส้มที่แช่สารละลายเตตร้าไซคลินที่อัตรา 1,500 ppm ต้นกล้าส้มตายทุกต้นภายในเวลา 1 เดือน

1ข : แสดงต้นกล้าส้มที่แช่สารละลายแอมพิซิลลินที่อัตรา 1,500 ppm ต้นกล้าส้มมีชีวิตรอดทุกต้นและเริ่มแตกยอดภายในเวลา 2 เดือน

1ค : แสดงต้นกล้าส้มที่แช่ในน้ำเปล่า ต้นกล้าส้มมีชีวิตรอดทุกต้น

กรมวิชาการเกษตร

การทดลองที่ 2.5 การคัดเลือกและทดสอบศักยภาพแบคทีเรียปฏิปักษ์ในการควบคุม เชื้อรา *Fusarium moniliforme* สาเหตุโรคต้นเน่าของข้าวโพด

ผลการทดลอง

การทดสอบประสิทธิภาพของจุลินทรีย์ในการยับยั้งการเจริญของเส้นใยเชื้อรา *F. moniliforme* ในห้องปฏิบัติการ

ได้ฟื้นฟูเชื้อแบคทีเรียปฏิปักษ์ จำนวน 124 ไอโซเลท และทดสอบประสิทธิภาพเชื้อแบคทีเรียปฏิปักษ์ที่ได้ฟื้นฟู จำนวนรวม 124 ไอโซเลท พบว่าเชื้อแบคทีเรียปฏิปักษ์จำนวน 6 ไอโซเลท ได้แก่ 20W6, NA12, 16W5, 19W5, NA16 และ 20W23 มีประสิทธิภาพในการยับยั้งการเจริญของเชื้อรา *F. moniliforme* ในห้องปฏิบัติการ โดยมีค่าเฉลี่ยของ Inhibition zone คือ 4.25, 4.25, 3.05, 2.00, 3.50 และ 4.50 เซนติเมตร ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบกับกรรมวิธีควบคุมที่มีมีค่าเฉลี่ยของ Inhibition zone เท่ากับ 0 (ตารางที่ 2.5.1)

การทดสอบประสิทธิภาพของจุลินทรีย์ปฏิปักษ์ในการควบคุมเชื้อรา *F. moniliforme* ในสภาพเรือนทดลอง

ปลูกข้าวโพดทดสอบ ปลูกเชื้อและพ่นจุลินทรีย์ปฏิปักษ์ตามกรรมวิธี ทุก 7 วัน จำนวน 4 ครั้ง ประเมินความรุนแรงโรค พบว่าข้าวโพดไม่แสดงอาการของโรค เนื่องจากสภาพแวดล้อมไม่เหมาะสม จึงทำการทดลองซ้ำโดยเพิ่มปริมาณเชื้อ *F. moniliforme* ในดินปลูก และปลูกข้าวโพด ประเมินการเกิดโรคข้าวโพดทดสอบในเรือนทดลอง ข้าวโพดไม่แสดงอาการเกิดโรค อาจเนื่องจากสภาพแวดล้อมไม่เหมาะสม

การคัดเลือกและทดสอบศักยภาพแบคทีเรียปฏิปักษ์ในการควบคุม เชื้อรา *F. moniliforme* ในแปลงทดลอง

ประเมินการเกิดโรคข้าวโพดทดสอบในสภาพแปลงทดลองที่ อ. ปากช่อง จ. นครราชสีมา ข้าวโพด พบว่าแบคทีเรียปฏิปักษ์ไอโซเลท NA 16 มีประสิทธิภาพสูงสุดโดยมีเปอร์เซ็นต์การเกิดโรค 20.92 รองลงมาได้แก่ 16W5 และ NA16 โดยมีเปอร์เซ็นต์การเกิดโรค 22.80 และ 23.05 ตามลำดับไม่แตกต่างทางสถิติ แต่แตกต่างทางสถิติกับกรรมวิธีที่ปลูก เชื้อรา *F. moniliforme* มีเปอร์เซ็นต์การเกิดโรค 33.01 แบคทีเรียปฏิปักษ์ไอโซเลท 20W6, 19W5, 20W23 มีเปอร์เซ็นต์การเกิดโรค 30.94, 25.82 และ 32.03 ตามลำดับ ไม่แตกต่างทางสถิติกับกรรมวิธีที่ปลูก เชื้อรา *F. moniliforme* (ตารางที่ 2.5.2)

จากผลการทดลองจะเห็นว่า แบคทีเรียปฏิปักษ์ที่มีประสิทธิภาพสูงสุดในห้องปฏิบัติการคือ ไอโซเลท 19W5 แต่เมื่อนำมาทดสอบในแปลงทดลองในรูปผงเชื้อ พบว่าแบคทีเรียปฏิปักษ์ไอโซเลท NA 16 มีประสิทธิภาพสูงสุด ทั้งนี้อาจเป็นเพราะสภาพแวดล้อมไม่เหมาะสมต่อแบคทีเรียปฏิปักษ์ในการควบคุม เชื้อรา *F. moniliforme* ซึ่งบุษราคัมและคณะ(2557) ได้รายงานการทดสอบประสิทธิภาพของแบคทีเรียปฏิปักษ์ด้วย cell suspension จำนวน 5 ไอโซเลท ในการควบคุมโรคใบจุดคะน้า พบว่า

กรมวิชาการเกษตร

แบคทีเรียปฏิปักษ์ไอโซเลท 20W4 มีประสิทธิภาพสูงสุด แต่เมื่อนำมาพัฒนาเป็นชีวภัณฑ์สูตรผงพบว่า แบคทีเรียปฏิปักษ์ไอโซเลท 20W1 มีประสิทธิภาพสูงสุดในการควบคุมโรคใบจุดคะน้า

ตารางที่ 2.5.1 Antagonists efficacy test for *Fusarium moniliforme* : causal agent of corn stalk rot .

	isolate	Inhibition zone(cm.)
1	20W6	4.25
2	NA12	4.25
3	16W5	3.05
4	19W5	2.00
5	NA16	3.50
6	20W23	4.50
	control	0

ตารางที่ 2.5.2 Antagonists efficacy test for corn stalk rot causes by *F. moniliforme* on farm in Nakornratchasima province.

treatments	rate / 20 litres (g./ml.)	Disease incidence (%)
1. *F. moniliforme* + 20 W 6	60	30.94 cd
2. *F. moniliforme* + NA 12	60	25.82 bcd
3. *F. moniliforme* + 16 W 5	60	22.80 bc
4. *F. moniliforme* + 19 W 5	60	23.05 bc
5. *F. moniliforme* + NA 16	60	20.92 b
6. *F. moniliforme*+20W23	60	32.03 cd
7. *F. moniliforme*	-	33.01 d
8. untreated	-	0.00 a
c.v.(%)		28.69

กรมวิชาการเกษตร

การทดลองที่ 2.6 การคัดเลือกเชื้อแบคทีเรียปฏิปักษ์ที่มีประสิทธิภาพในการควบคุมโรคเน่าดำของคะน้า

ผลการทดลอง

1. การทดสอบความสามารถของเชื้อแบคทีเรียปฏิปักษ์ในการควบคุมโรคเน่าดำของคะน้าในสภาพโรงเรือนทดลอง

1.1 การเตรียมพืช

เตรียมดินใส่กระถางพลาสติกขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 8 นิ้ว ทำการเพาะเมล็ดคะน้าลงกระถางๆ ละ 3-4 เมล็ด เมื่อต้นกล้าคะน้าอายุได้ประมาณ 10-15 วัน จึงทำการถอนต้นคะน้าออกให้เหลือกระถางละ 1-2 ต้น เมื่อต้นคะน้ามีใบจริง 3-4 ใบ อายุประมาณ 30-35 วัน (ภาพที่ 2.6.1) หลังจากนั้นนำต้นคะน้าไปทดสอบตามข้อ 1.4 ต่อไป

ภาพที่ 2.6.1 ต้นคะน้ามีใบจริง 3-4 ใบ อายุประมาณ 30-35 วัน

1.2 การเตรียม cell suspension ของเชื้อ Xcc

ทำการเลี้ยงเชื้อ Xcc จำนวน 1 ไอโซเลท คือ No. 2814 ที่แยกได้จากแปลงปลูกคะน้าของเกษตรกร ต.ทุ่งทอง อ.ท่าม่วง จ.กาญจนบุรี ปรับค่าความขุ่นของเซลล์ให้มีความเข้มข้นเซลล์ประมาณ 10^8 หน่วยโคโลนีต่อมิลลิลิตร นำมาผสมสารจับใบ (Tween-20) อัตรา 20 ไมโครลิตรต่อน้ำ 100 มิลลิลิตร เพื่อนำไปทดสอบตามข้อ 1.4 ต่อไป

1.3 การเตรียมเชื้อแบคทีเรียปฏิปักษ์

ทำการเลี้ยงเชื้อแบคทีเรียปฏิปักษ์ที่ได้ทำการทดสอบประสิทธิภาพในการควบคุมโรคเน่าดำในสภาพห้องปฏิบัติการ จำนวน 5 ไอโซเลท ได้แก่ เชื้อแบคทีเรียปฏิปักษ์ไอโซเลท B9 B10 BS-2 BS-14 และ 2G11 ปรับความเข้มข้นของเชื้อให้มีความเข้มข้นประมาณ 10^8 หน่วยโคโลนีต่อมิลลิลิตร ก่อนนำไปพ่นให้ทั่วต้นคะน้าด้วยเครื่องมือพ่น พ่นทุกๆ 7 วัน จำนวน 4 ครั้ง

1.4 การทดสอบประสิทธิภาพของเชื้อแบคทีเรียปฏิปักษ์ในสภาพโรงเรือนทดลอง

นำเชื้อแบคทีเรียปฏิปักษ์ไอโซเลท B9 B10 BS-2 BS-14 2G11 และ สารคอปเปอร์ไฮดรอกไซด์ 77% WP มาพ่นทดสอบประสิทธิภาพในการควบคุมโรคเน่าดำ สาเหตุที่เกิดจากเชื้อ *Xanthomonas campestris* pv. *campestris* ในสภาพโรงเรือนทดลอง โดยทำการพ่นทดสอบบน

ต้นคะน้าที่มีใบจริง 3-4 ใบ อายุประมาณ 30-35 วัน (ภาพที่ 2.6.2) หลังจากนั้นประเมินความรุนแรง ความเสียหายของพื้นที่ใบในแต่ละต้น พร้อมบันทึกข้อมูล และคำนวณหาดัชนีการเกิดโรคเป็นเปอร์เซ็นต์ แล้วนำข้อมูลมาวิเคราะห์ทางสถิติ พบว่า หลังการพ่นครั้งที่ 1 ต้นคะน้ายังไม่แสดงอาการของโรคเน่าดำ จากนั้นทำการพ่นครั้งที่ 2 แล้วประเมินผลหลังการพ่นครั้งที่ 2 พบว่า กรรมวิธีพ่นสารคอปเปอร์ไฮดรอกไซด์ 77% WP กับกรรมวิธีพ่นเชื้อแบคทีเรียปฏิปักษ์ไอโซเลท B10 และ BS-14 ไม่มีแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยแสดงเปอร์เซ็นต์การเกิดโรคเท่ากับ 17.88 18.13 และ 18.50 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ รองลงมา คือ กรรมวิธีพ่นเชื้อแบคทีเรียปฏิปักษ์ไอโซเลท B9 BS-2 และ 2G11 มีเปอร์เซ็นต์การเกิดโรคเท่ากับ 19.13 19.38 และ 19.38 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเทียบกับกรรมวิธีที่พ่นน้ำกลั่นฆ่าเชื้อเพียงอย่างเดียวแสดงอาการเกิดโรคสูงสุดเท่ากับ 21.25 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ตารางที่ 2.6.1 และภาพที่ 2.6.3)

หลังการพ่นครั้งที่ 3 และหลังพ่นครั้งที่ 4 พบว่า กรรมวิธีพ่นสารคอปเปอร์ไฮดรอกไซด์ 77% WP กับกรรมวิธีพ่นเชื้อแบคทีเรียปฏิปักษ์ไอโซเลท B10 และ BS-2 ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยกรรมวิธีพ่นสารคอปเปอร์ไฮดรอกไซด์ 77% WP มีเปอร์เซ็นต์การเกิดโรคเท่ากับ 35.13 และ 55.88 เปอร์เซ็นต์ กรรมวิธีพ่นเชื้อแบคทีเรียปฏิปักษ์ไอโซเลท B10 มีเปอร์เซ็นต์การเกิดโรคเท่ากับ 35.63 และ 56.00 เปอร์เซ็นต์ กรรมวิธีพ่นเชื้อแบคทีเรียปฏิปักษ์ไอโซเลท BS-2 มีเปอร์เซ็นต์การเกิดโรคเท่ากับ 37.88 และ 57.25 เปอร์เซ็นต์ ส่วนกรรมวิธีพ่นเชื้อแบคทีเรียปฏิปักษ์ไอโซเลท B9 มีเปอร์เซ็นต์การเกิดโรคเท่ากับ 38.75 และ 59.75 เปอร์เซ็นต์ เชื้อแบคทีเรียปฏิปักษ์ไอโซเลท BS-14 มีเปอร์เซ็นต์การเกิดโรคเท่ากับ 38.63 และ 59.38 เปอร์เซ็นต์ เชื้อแบคทีเรียปฏิปักษ์ไอโซเลท 2G11 มีเปอร์เซ็นต์การเกิดโรคเท่ากับ 39.50 และ 58.88 เปอร์เซ็นต์ และกรรมวิธีที่พ่นน้ำกลั่นฆ่าเชื้อมีเปอร์เซ็นต์การเกิดโรคเท่ากับ 44.75 และ 76.50 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 2.6.1 และภาพที่ 2.6.4)

นอกจากนี้ทำการเก็บผลการทดลองหลังพ่นครั้งสุดท้าย 7 วัน และ 14 วัน พบว่า กรรมวิธีที่พ่นน้ำกลั่นฆ่าเชื้อมีเปอร์เซ็นต์การเกิดโรคสูงสุดเท่ากับ 99.38 และ 100 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเทียบกับทุกกรรมวิธี รองลงมา คือ กรรมวิธีพ่นเชื้อแบคทีเรียปฏิปักษ์ไอโซเลท 2G11, B9 และ BS-14 มีเปอร์เซ็นต์การเกิดโรคเท่ากับ 77.88 87.13, 77.25 86.88 และ 77.88 86.13 เปอร์เซ็นต์ ส่วนกรรมวิธีพ่นสารคอปเปอร์ไฮดรอกไซด์ 77% WP และกรรมวิธีพ่นเชื้อแบคทีเรียปฏิปักษ์ไอโซเลท B10 และ BS-2 มีเปอร์เซ็นต์การเกิดโรคน้อยกว่าชุดควบคุมเท่ากับ 75.50 82.88, 75.13 84.00 และ 77.00 84.75 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับซึ่งมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ตารางที่ 2.6.1)

จากผลการทดลองเมื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพในการควบคุมโรคเน่าดำ ระหว่างการใช้เชื้อแบคทีเรียปฏิปักษ์ และสารเคมีป้องกันกำจัดโรคพืช พบว่า กรรมวิธีที่มีการพ่นเชื้อแบคทีเรียปฏิปักษ์ไอโซเลท B10 และ BS-2 มีประสิทธิภาพในการควบคุมโรคเน่าดำได้เช่นเดียวกับการใช้สารคอปเปอร์ไฮดรอกไซด์ 77% WP และยังพบว่ากรรมวิธีที่มีการใช้เชื้อแบคทีเรียปฏิปักษ์ ใบคะน้าที่แตกใบใหม่พบอาการของโรคเน่าดำบนใบน้อยกว่าเมื่อเทียบกับกรรมวิธีพ่นน้ำกลั่นฆ่าเชื้อเพียงอย่างเดียว (ชุดควบคุม) โดยชุดควบคุมต้นคะน้าแสดงอาการของโรคเน่าดำมากที่สุด และบางต้นเป็นโรครุนแรงจนต้น

ศูนย์วิทยทรัพยากร

ตาย อีกทั้งเชื้อสาเหตุโรคแพร่กระจายไปยังใบอื่นเร็วกว่ากรรมวิธีใช้เชื้อแบคทีเรียปฏิปักษ์และสารเคมีป้องกันกำจัดโรคพืช ดังนั้นจึงเห็นได้ว่าการใช้เชื้อแบคทีเรียปฏิปักษ์มีประสิทธิภาพในการควบคุมโรคเน่าดำของคะน้าในสภาพโรงเรือนทดลองได้ และให้ผลที่ไม่แตกต่างกันทางสถิติกับการใช้สารเคมีป้องกันกำจัดโรคพืช

กรมวิชาการเกษตร

ตารางที่ 2.6.1 เปรียบเทียบประสิทธิภาพของเชื้อแบคทีเรียปฏิปักษ์ในการควบคุมโรคเน่าดำของคะน้าในสภาพโรงเรือนทดลอง (พ่นทุกๆ 7 วัน)

กรรมวิธี	ดัชนีการเกิดโรค (%)					
	หลังพ่นครั้งที่ 1	หลังพ่นครั้งที่ 2	หลังพ่นครั้งที่ 3	หลังพ่นครั้งที่ 4	หลังพ่นครั้งสุดท้าย 7 วัน	หลังพ่นครั้งสุดท้าย 14 วัน
กรรมวิธีที่ 1 พ่นเชื้อแบคทีเรียปฏิปักษ์ไอโซเลทที่ B9	0.00	19.13bc[1/]	38.75b	59.75b	77.25bc	86.88b
กรรมวิธีที่ 2 พ่นเชื้อแบคทีเรียปฏิปักษ์ไอโซเลทที่ B10	0.00	18.13d	35.63cd	56.00c	75.13c	84.00cd
กรรมวิธีที่ 3 พ่นเชื้อแบคทีเรียปฏิปักษ์ไอโซเลทที่ BS-2	0.00	19.38b	37.88bc	57.25bc	77.00bc	84.75bcd
กรรมวิธีที่ 4 พ่นเชื้อแบคทีเรียปฏิปักษ์ไอโซเลทที่ BS-14	0.00	18.50cd	38.63b	59.38b	77.88b	86.13bc
กรรมวิธีที่ 5 พ่นเชื้อแบคทีเรียปฏิปักษ์ไอโซเลทที่ 2G11	0.00	19.38b	39.50b	58.88b	77.88b	87.13b
กรรมวิธีที่ 6 พ่นสารคอปเปอร์ไฮดรอกไซด์ 77% WP อัตรา 20 กรัมต่อน้ำ 20 ลิตร (สารเปรียบเทียบ)	0.00	17.88d	35.13d	55.88c	75.50bc	82.88d
กรรมวิธีที่ 7 พ่นน้ำกลั่นนึ่งฆ่าเชื้อ (control)	0.00	21.25a	44.75a	76.50a	99.38a	100a
CV (%)	-	2.68	5.23	3.64	2.61	2.05

[1/] ค่าเฉลี่ยตามด้วยตัวอักษรที่ต่างกันในคอลัมน์แสดงถึงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

กรมวิชาการเกษตร

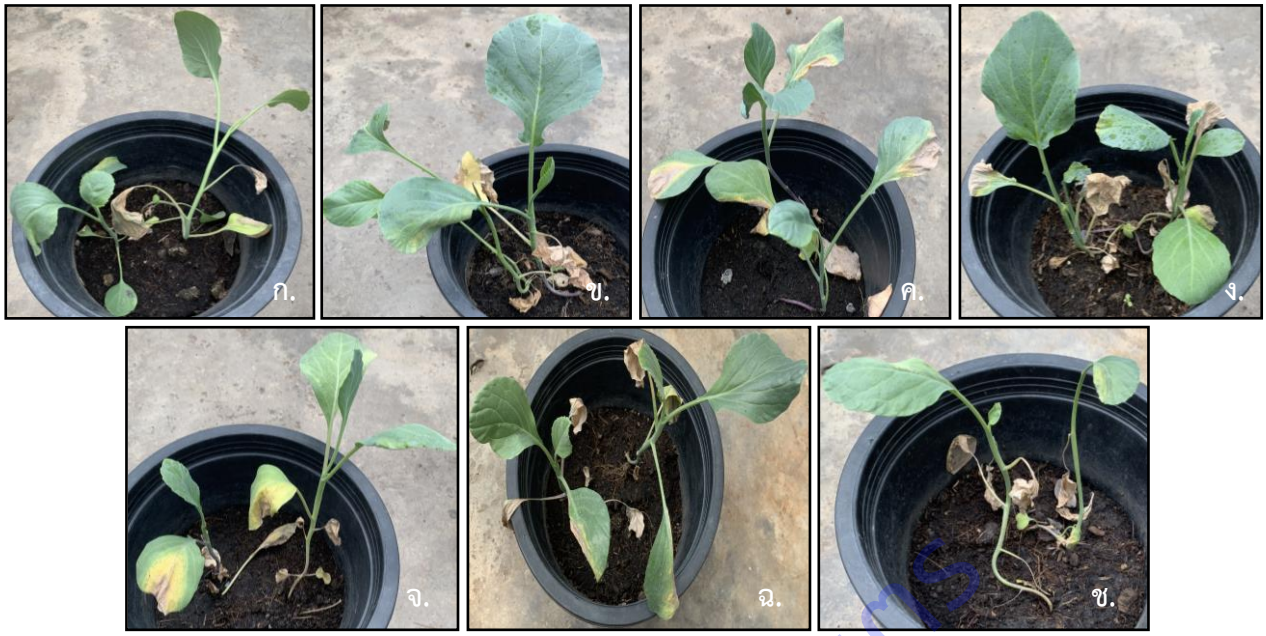
ภาพที่ 2.6.2 พ่นเชื้อแบคทีเรียสาเหตุโรคพืชพร้อมให้ความชื้นเป็นเวลา 24 ชั่วโมง หลังจากนั้นพ่นเชื้อแบคทีเรียปฏิปักษ์และสารคอปเปอร์ไฮดรอกไซด์ 77% WP ตามกรรมวิธี

กรมวิชาการเกษตร

ภาพที่ 2.6.3 ต้นคะน้าแสดงอาการของโรคเน่าดำ หลังพ่นเชื้อแบคทีเรียสาเหตุโรคร่วมกับเชื้อแบคทีเรียปฏิปักษ์และสารคอปเปอร์ไฮดรอกไซด์ 77% WP หลังพ่นครั้งที่ 2 เป็นเวลา 14 วัน

ก. กรรมวิธีที่ 1 พ่นเชื้อแบคทีเรียปฏิปักษ์ไอโซเลทที่ B9
ข. กรรมวิธีที่ 2 พ่นเชื้อแบคทีเรียปฏิปักษ์ไอโซเลทที่ B10
ค. กรรมวิธีที่ 3 พ่นเชื้อแบคทีเรียปฏิปักษ์ไอโซเลทที่ BS-2
ง. กรรมวิธีที่ 4 พ่นเชื้อแบคทีเรียปฏิปักษ์ไอโซเลทที่ BS-14
จ. กรรมวิธีที่ 5 พ่นเชื้อแบคทีเรียปฏิปักษ์ไอโซเลทที่ 2G11
ฉ. กรรมวิธีที่ 6 พ่นสารคอปเปอร์ไฮดรอกไซด์ 77% WP อัตรา 20 กรัมต่อน้ำ 20 ลิตร
ช. กรรมวิธีที่ 7 พ่นน้ำกลั่นนึ่งฆ่าเชื้อ (control)

กรมวิชาการเกษตร



ภาพที่ 2.6.4 ต้นคะน้าแสดงอาการของโรคเน่าดำ หลังพ่นเชื้อแบคทีเรียสาเหตุโรคร่วมกับเชื้อแบคทีเรียปฏิปักษ์และสารคอปเปอร์ไฮดรอกไซด์ หลังพ่นครั้งที่ 4 เป็นเวลา 28 วัน

ก. กรรมวิธีที่ 1 พ่นเชื้อแบคทีเรียปฏิปักษ์ไอโซเลทที่ B9
ข. กรรมวิธีที่ 2 พ่นเชื้อแบคทีเรียปฏิปักษ์ไอโซเลทที่ B10
ค. กรรมวิธีที่ 3 พ่นเชื้อแบคทีเรียปฏิปักษ์ไอโซเลทที่ BS-2
ง. กรรมวิธีที่ 4 พ่นเชื้อแบคทีเรียปฏิปักษ์ไอโซเลทที่ BS-14
จ. กรรมวิธีที่ 5 พ่นเชื้อแบคทีเรียปฏิปักษ์ไอโซเลทที่ 2G11
ฉ. กรรมวิธีที่ 6 พ่นสารคอปเปอร์ไฮดรอกไซด์ 77% WP อัตรา 20 กรัมต่อน้ำ 20 ลิตร
ช. กรรมวิธีที่ 7 พ่นน้ำกลั่นนึ่งฆ่าเชื้อ (control)

กรมวิชาการเกษตร

การทดลองที่ 2.7 การคัดเลือกเชื้อ *Bacillus* spp. และ *Streptomyces* spp. ที่มีศักยภาพในการควบคุมไส้เดือนฝอยรากปมในต้นพริก

ผลการทดลอง

จากการสำรวจเก็บตัวอย่างดินจากแปลงพริกที่เก็บรวบรวมจาก 3 จังหวัด ได้แก่ หนองคาย สกลนคร และนครพนม ได้ตัวอย่างดินจำนวนทั้งหมด 45 ตัวอย่าง ทำการแยกเชื้อแบคทีเรียบนอาหารเลี้ยงเชื้อ TSA และ AGMA จำแนกเชื้อเบื้องต้นได้เชื้อแบคทีเรียทั้งหมด จำนวน 100 ไอโซเลต แบ่งเป็นเชื้อกลุ่ม *Bacillus* spp. จำนวน 50 ไอโซเลต เชื้อกลุ่ม *Streptomyces* spp. จำนวน 50 ไอโซเลต (ภาพที่ 2.7.1)

การทดสอบประสิทธิภาพของ culture fiiltrate เชื้อ *Bacillus* spp. ต่อการฟักไข่ของไส้เดือนฝอย *Meloidogyne incognita* ในสภาพห้องปฏิบัติการ พบว่า สามารถยับยั้งการฟักไข่ได้ดีหลายไอโซเลต ทั้งความเข้มข้น culture fiiltrate 50 เปอร์เซ็นต์ และ 100 เปอร์เซ็นต์ โดย culture fiiltrate เชื้อ *Bacillus* spp. ไอโซเลต B37 และ B43 สามารถยับยั้งการฟักไข่ของไส้เดือนฝอย ที่ความเข้มข้น 50 เปอร์เซ็นต์ คือ 96.20 และ 96.00 เปอร์เซ็นต์ ที่ความเข้มข้น 100 เปอร์เซ็นต์ คือ 98.19 และ 97.99 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 2.7.1) (ภาพที่ 2.7.2) สามารถนำไปทดสอบการควบคุมไส้เดือนในสภาพเรือทดลองต่อไป

การทดสอบประสิทธิภาพของ culture fiiltrate เชื้อ *Streptomyces* spp. ต่อการฟักไข่ของไส้เดือนฝอย *Meloidogyne incognita* ในสภาพห้องปฏิบัติการ พบว่า สามารถยับยั้งการฟักไข่ได้ดี ที่ความเข้มข้น culture fiiltrate 50 เปอร์เซ็นต์ และ 100 เปอร์เซ็นต์ โดย culture fiiltrate เชื้อ *Streptomyces* spp. ไอโซเลต S13 และ S31 สามารถยับยั้งการฟักไข่ของไส้เดือนฝอย ที่ความเข้มข้น 50 เปอร์เซ็นต์ คือ 79.53 และ 66.60 เปอร์เซ็นต์ เชื้อ *Streptomyces* spp. ไอโซเลต S8 และ S13 สามารถยับยั้งการฟักไข่ของไส้เดือนฝอย ที่ความเข้มข้น 100 เปอร์เซ็นต์ คือ 88.17 และ 87.33 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 2.7.2) (ภาพที่ 2.7.3) สามารถนำไปทดสอบการควบคุมไส้เดือนในสภาพเรือทดลองต่อไป

การทดสอบการสร้างเอนไซม์ของเชื้อ *Bacillus* spp. และ *Streptomyces* spp. จากการทดสอบสร้างเอนไซม์ protease พบว่า เชื้อแบคทีเรียปฏิปักษ์ไอโซเลต 2 สร้างได้ดีที่สุด มีค่าเฉลี่ยเส้นผ่านศูนย์วงใสเท่ากับ 50.00 มิลลิเมตร รองลงมาคือ ไอโซเลต 20 มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางวงใสเท่ากับ 32.5 มิลลิเมตร และไอโซเลต 29 มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางวงใสเท่ากับ 25.0 มิลลิเมตรซึ่งมีความแตกต่างกันทางสถิติ (ภาพที่ 4A) (ตารางที่ 3)

การสร้างเอนไซม์ chitinase พบว่า แบคทีเรียปฏิปักษ์ไอโซเลต 14 และ23 สร้างได้ดีที่สุดค่าเฉลี่ยเส้นผ่านศูนย์วงใส เท่ากับ 20.00 และ17.5 มิลลิเมตร ตามลำดับ มีความแตกต่างกันทางสถิติ สารที่เกี่ยวข่องกับการยับยั้ง การฟกไขเมื่อพิจารณาจากองคประกอบของเปลือกไข ไสเดือนฝอยรากปมที่มีอยู่ 3 ชั้น คือ vitelline, chitin และ lipid layers (Zdarska et al., 2001 อางโดย Terefe et al., 2009) จึงเปนไปไดที่ในน้ำเลี้ยงเชื้อจะมีสารในกลุมเอนไซม chitinase หรือ lipase (ภาพที่ B) (ตารางที่ 2.7.4)

ทดสอบประสิทธิภาพของเชื้อแบคทีเรียทั้งสองชนิดใน ปี 2561 พบว่า ประสิทธิภาพของ culture filtrate เชื้อ *Bacillus* spp. มีผลต่อการฟักไข่ของไส้เดือนฝอย *Meloidogyne incognita* ในสภาพห้องปฏิบัติการ ได้แก่ ไอโซเลต B37 B43 และ B45 ส่วนเชื้อ *Streptomyces* spp. คือ ไอโซเลต S8 S13 และ S33 จึงนำเชื้อแบคทีเรียไอโซเลตที่มีศักยภาพในการควบคุมไส้เดือนฝอยไปจำแนกเพื่อบ่งชี้ชนิด

ศูนย์วิทยทรัพยากร

จากการศึกษาลักษณะสัณฐานวิทยาของเซลล์แบคทีเรียเชื้อ *Bacillus* spp. ผลการศึกษาลักษณะโคโลนีของเชื้อ *Bacillus* spp. จำนวน 3 ไอโซเลต บนอาหาร เลี้ยงเชื้อ NA บ่มที่อุณหภูมิ 28 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 48 ชั่วโมง จากการศึกษาลักษณะสัณฐานวิทยาของเชื้อแบคทีเรีย *Bacillus* spp. ทั้ง 3 ไอโซเลต ลักษณะโคโลนีบนอาหาร NA ค่อนข้างกลม ขอบไม่เรียบ สีขาวถึงสีครีม ผิวไม่มันวาว จากการทดสอบคุณสมบัติการติดสีแบบแกรม พบว่าเชื้อ *Bacillus* spp. ทั้ง 3 ไอโซเลต ติดสีแกรมบวก เซลล์มีลักษณะเป็นท่อนตรง (rod shaped) สร้างเอ็นโดสปอร์บริเวณกลางเซลล์ (ภาพที่ 2.7.5-2.7.7)

จากการศึกษาคุณสมบัติทางชีวเคมีของเชื้อ *Bacillus* spp. ด้วยชุดทดสอบ API 50 CHB และแปรผลการทดลองด้วยโปรแกรมสาเร็จรูป APILAB v. 3.3.3 พบว่า จัดจำแนกเชื้อไอโซเลต B37 และ B43 คือ *Bacillus subtilis* ส่วนตัวอย่าง ไอโซเลต B45 คือ *Bacillus amyloliquefacien* โดยมีเปอร์เซ็นต์การจัดจำแนก (% ID) 99.7-99.8 เปอร์เซ็นต์ การแปรผลการทดลองด้วยโปรแกรม APILAB (ภาพที่ 2.7.8-10)

จากการบ่งชี้ชนิดของเชื้อ *Bacillus* spp. ด้วยวิธี PCR ขนาดจำเพาะยีนที่บริเวณ 16S rDNA ของเชื้อแบคทีเรีย *Bacillus* spp. พบว่าคู่ไพรเมอร์และปฏิกิริยาดังกล่าวสามารถเพิ่มปริมาณชิ้นส่วนดีเอ็นเอของเชื้อแบคทีเรียเป้าหมายได้ หลังจากนำผลผลิต PCR มาตรวจสอบด้วย 1.5% agarose gel ปรากฏแถบดีเอ็นเอขนาด 1114 bp บนแผ่นเจล (ภาพที่ 2.7.11) ซึ่งเป็นขนาดที่จำเพาะตรงตามยีนที่บริเวณ 16S rDNA ของเชื้อแบคทีเรีย *Bacillus* spp.

จากการจำแนกชนิดเชื้อแบคทีเรียด้วยยีน 16S rDNA นำลำดับเบสมา Alignment ด้วย โปรแกรม ClustalW เพื่อตรวจสอบความเหมือนของลำดับเบสในยีนเดียวกัน พบว่า เชื้อ *Bacillus* spp. ไอโซเลต B37 คือ *Bacillus subtilis* มีความคล้ายคลึง 99 เปอร์เซ็นต์ ไอโซเลต B43 คือ *Bacillus subtilis* มีความคล้ายคลึง 99 เปอร์เซ็นต์ และไอโซเลต B45 คือ *Bacillus amyloliquefaciens* มีความคล้ายคลึง 99 เปอร์เซ็นต์ (ภาพที่ 2.7.12-14)

ผลจาก โปรแกรม ClustalW แสดงให้เห็นว่าเชื้อ *Bacillus* spp. มีความใกล้ชิดกันทางพันธุกรรมสูง ซึ่งผลที่ได้ สอดคล้องกันกับยีน 16S rDNA หาความสัมพันธ์ทางพันธุกรรมด้วยการสร้าง Phylogenetic tree ของเชื้อแบคทีเรียโดยวิเคราะห์ลำดับเบสยีน 16S rDNA ด้วยโปรแกรม MEGA4 โดยวิธี neighbor-joining (ภาพที่ 2.7.15) โดย เชื้อไอโซเลต B37 และ B43 คือ *Bacillus subtilis* พบว่า มีความใกล้ชิดทางสายพันธุกรรมกัน ส่วนไอโซเลต B45 คือ *Bacillus amyloliquefaciens*

จากการศึกษาลักษณะสัณฐานวิทยาของเซลล์แบคทีเรียเชื้อ *Streptomyces* spp. มีลักษณะคล้ายเส้นใยสร้างสายใยที่แตกแขนงได้แบบเดียวกบเชื้อรา โดยเราเรียกเส้นใยนี้ว่า mycelium เหมือนกับในเชื้อรา โดยเชื้อจะสร้างเส้นใยที่ผิวของโคโลนีที่เรียกว่า aerial mycelium และยังสร้างเส้นใยที่เจริญลงไปในอาหารที่เรียกว่า substrate mycelium เชื้อที่สำคัญในกลุ่มนี้ได้แก่ เชื้อในกลุ่ม Streptomyces เชื้อส่วนใหญ่ใน Genus นี้สร้างสปอร์ซึ่งเรียกว่า conidia ได้การสร้าง conidia จะสร้างขณะที่อายุของเชื้อมากขึ้น โดย aerial mycelium ซึ่งชูขึ้นบนผิวของโคโลนีจะพัฒนาเป็น sporophores ที่จะมี nuclei หลายอัน และเกิดการสร้างผนังกั้นทำให้แตละเซลล์พัฒนาไปเป็น conidia ซึ่งมักเป็นสายยาว และมีลักษณะหลากหลายทั้ง sporophores และ conidia มักมีสีต่างๆ กัน (ภาพที่ 2.7.16 และ 2.7.17)

ลิขสิทธิ์กรมวิชาการเกษตร

จากการศึกษาคุณสมบัติทางชีวเคมีของเชื้อ *Streptomyces* spp. พบว่า เชื้อ *Streptomyces* spp. จะให้ปฏิกิริยาบวก กับ Glyceral D-Glucose D-Fuctose Maniol NAcetyl glucosamine Amygdaline Salicine D-Fucose และ L-Fucose ให้ปฏิกิริยาลบ กับ (ตารางที่ 2.7.5)

จากการบ่งชี้ชนิดของเชื้อ *Streptomyces* spp. ผลการใช้เทคนิค PCR เพื่อตรวจสอบเชื้อแบคทีเรียปฏิปักษ์ที่สามารถยับยั้งการฟักไข่ของไส้เดือนฝอยรากปม ขนาดจำเพาะของยีนที่บริเวณ 16S rDNA ของเชื้อแบคทีเรีย *Streptomyces* spp. พบว่า เพิ่มปริมาณชิ้นส่วนดีเอ็นเอของเชื้อแบคทีเรียเป้าหมายได้ หลังจากนำผลผลิต PCR มำตรวจสอบด้วย 1.5% agarose gel ปรากฏแถบดีเอ็นเอขนาด 1500 bp บนแผ่นเจล (ภาพที่ 2.7.18) ซึ่งเป็นขนาดที่จำเพาะตรงตามยีนที่บริเวณ 16S rDNA ของเชื้อแบคทีเรีย *Streptomyces* spp.

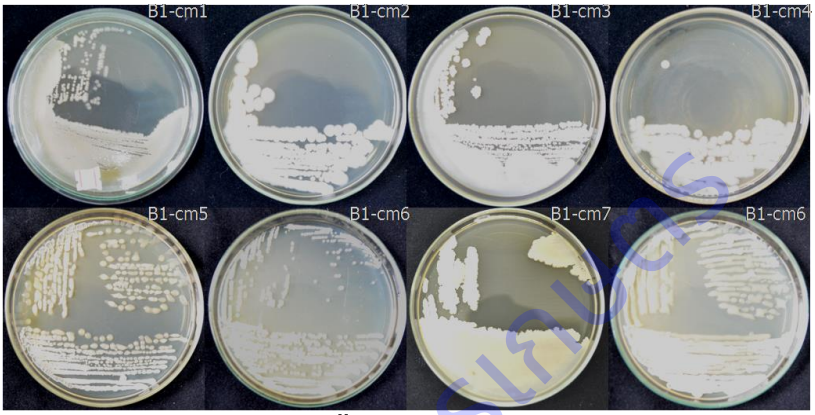
จากการจำแนกชนิดเชื้อแบคทีเรียด้วยยีน 16S rDNA นำลำดับเบสมา Alignment ด้วย โปรแกรม ClustalW เพื่อตรวจสอบความเหมือนของลำดับเบสในยีนเดียวกัน พบว่า เชื้อ *Streptomyces* spp. ไอโซเลต S8 คือ *Streptomyces canus* มีความคล้ายคลึง 97 เปอร์เซ็นต์ ไอโซเลต S8 ไอโซเลต S13 คือ *Streptomyces diastaticus* มีความคล้ายคลึง 95 เปอร์เซ็นต์ และ ไอโซเลต S33 คือ *Streptomyces albus* มีความคล้ายคลึง 95 เปอร์เซ็นต์ (ภาพที่ 2.7.19-21)

ผลจาก โปรแกรม ClustalW แสดงให้เห็นว่าเชื้อ *Streptomyces* spp. มีความใกล้ชิดกันทางพันธุกรรมสูง ซึ่งผลที่ได้ สอดคล้องกันกับยีน 16S rDNA หาความสัมพันธ์ทางพันธุกรรมด้วยการสร้าง Phylogenetic tree ของเชื้อแบคทีเรียโดยวิเคราะห์ลำดับเบสยีน 16S rDNA ด้วยโปรแกรม MEGA4 โดยวิธี neighbor-joining โดยเชื้อไอโซเลต S8 คือ *Streptomyces canus* ไอโซเลต S13 คือ *Streptomyces diastaticus* มีความใกล้ชิดทางสายพันธุกรรมกัน ส่วน ไอโซเลต S33 คือ *Streptomyces albus* (ภาพที่ 2.7.22)

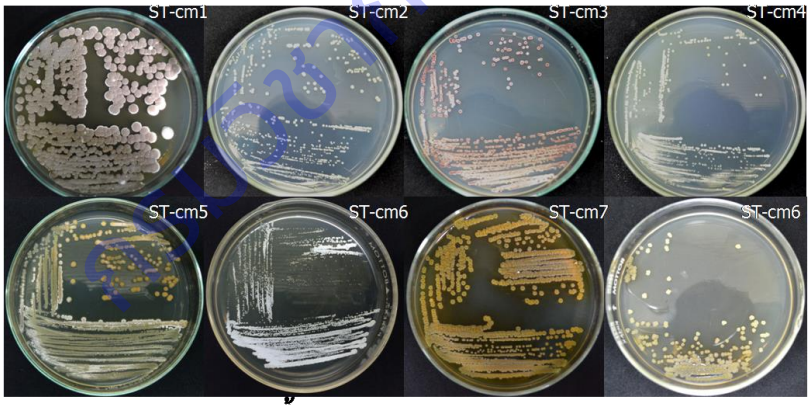
จากการทดสอบประสิทธิภาพของเชื้อ *Bacillus* spp. และ *Streptomyces* spp. ในการควบคุมไส้เดือนฝอยรากปมในพริกในสภาพเรือนทดลอง โดยราดต้นพริก เปรียบเทียบการราดต้นพริกด้วย culture filtrate และ cell suspension โดยราดบริเวณโคนต้นพริกทุก 7 วันเป็นเวลา 9 ครั้ง เปรียบเทียบกับกรรมวิธีควบคุม โดยสังเกตการเจริญเติบโตของต้นพริกและการเกิดโรครากปม โดยพบว่า ต้นพริกกรรมวิธีที่ใช้ culture filtrate และ cell suspension ของเชื้อ *Bacillus* spp. และ *Streptomyces* spp. สามารถส่งเสริมการเจริญเติบโตให้กับต้นพริกได้ โดยกรรมวิธีที่ส่งเสริมการเจริญเติบโตกับพริกได้ดีที่สุด (ภาพที่ 2.7.23) คือ กรรมวิธีที่ใช้ cell suspension *Bacillus* ไอโซเลต B45 ส่งเสริมการเจริญเติบโตของพริกด้าน น้ำหนักสด คือ 85.96 กรัม น้ำหนักรากสด คือ 14.56 กรัม และความสูง คือ 80.20 เซนติเมตร รองลงมาได้แก่ กรรมวิธีที่ใช้ cell suspension *Bacillus* B37 น้ำหนักสด คือ 77.80 กรัม น้ำหนักรากสด คือ 14.23 กรัม และความสูง คือ 80.40 เซนติเมตร ตามลำดับ เปรียบเทียบกับกรรมวิธีที่ไม่ได้ราดเชื้อ น้ำหนักสด คือ 60.74 กรัม น้ำหนักรากสด คือ 10.44 กรัม และความสูง คือ 60 เซนติเมตร (ตารางที่ 2.7.6)

จากการทดสอบประสิทธิภาพของเชื้อ *Bacillus* spp. และ *Streptomyces* spp. ในการควบคุมไส้เดือนฝอยรากปมในพริกในสภาพเรือนทดลอง โดยราดต้นพริก เปรียบเทียบการราดต้นพริกด้วย culture filtrate และ cell suspension โดยราดบริเวณโคนต้นพริกทุก 7 วันเป็นเวลา 9 ครั้ง เปรียบเทียบกับกรรมวิธีควบคุม โดยสังเกตการเจริญเติบโตของต้นพริกและการเกิดโรครากปม โดยพบว่า ต้นพริกกรรมวิธีที่ใช้ culture filtrate และ

cell suspension ของเชื้อ *Bacillus* spp. และ *Streptomyces* spp. สามารถควบคุมการเกิดโรครากปมได้ดีในทุกไอโซเลตของทั้งสองเชื้อ กรรมวิธีที่ใช้ culture filtrate *Bacillus* spp. ไอโซเลต 43 สามารถความคุมไส้เดือนฝอยรากปมได้ดีที่สุด มีประชากรไส้เดือนเดือนฝอยเฉลี่ยเหลือเพียง 2.8 ไม่พบการเกิดรากปมในรากพริก รองลงมาได้แก่ กรรมวิธีที่ใช้ culture filtrate *Bacillus* spp. ไอโซเลต 37 และ กรรมวิธีที่ใช้ cell suspension *Bacillus* spp. ไอโซเลต 37 ประชากรไส้เดือนเดือนฝอย เฉลี่ยของ 66.0 และ 75.6 ตามลำดับ ระดับการเกิดโรครากปมเฉลี่ย 8 เปอร์เซ็นต์ เปรียบเทียบกับกรรมวิธีที่ปลูกเชื้อไส้เดือนฝอยรากปมเพียงอย่างเดียว มีประชากรไส้เดือนฝอยเฉลี่ย 16752.8 ระดับการเกิดโรครากปมเฉลี่ย 96 เปอร์เซ็นต์ (ภาพที่ 2.7.24) (ตารางที่ 2.7.7 และ 2.7.8)

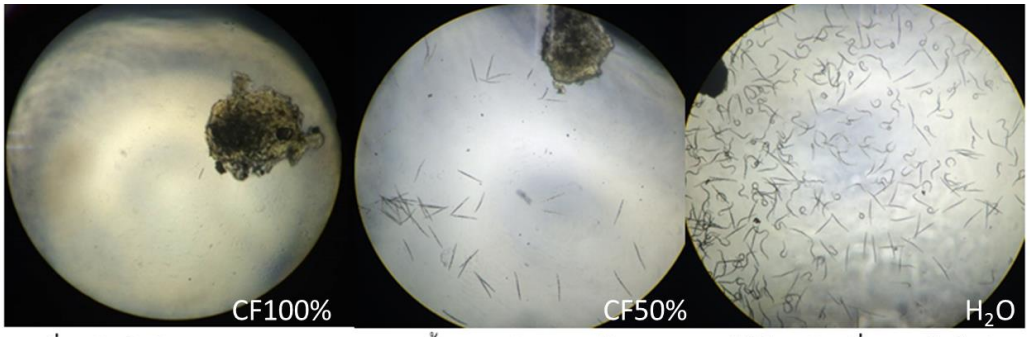


เชื้อ *Bacillus* spp.

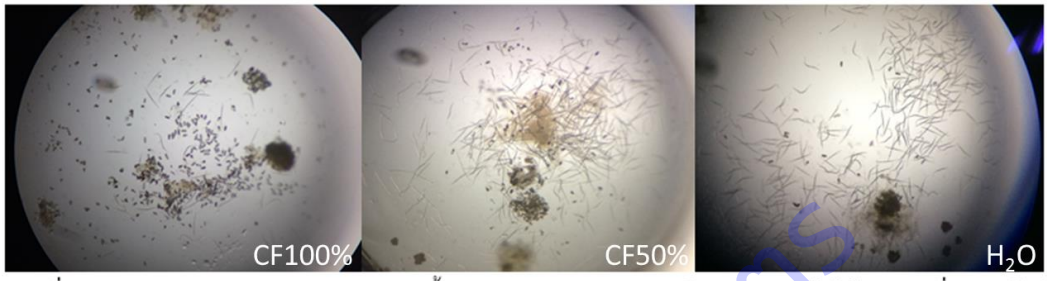


เชื้อ *Strepmyces* spp.

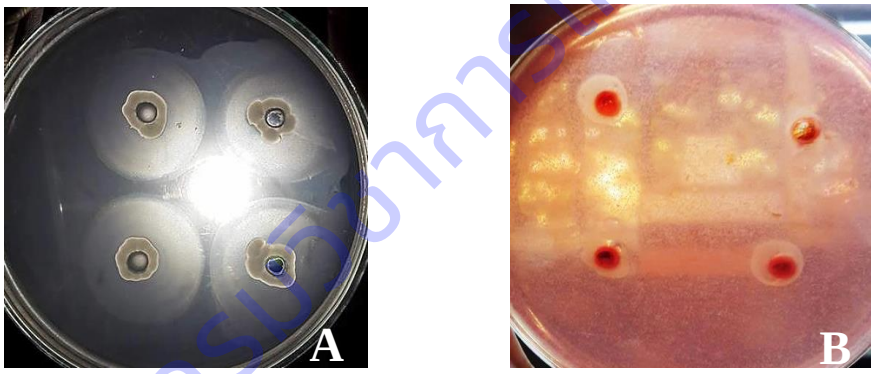
ภาพที่ 2.7.1 เชื้อ *Bacillus* spp. เจริญบนอาหาร NA และเชื้อ *Streptomyces* spp. เจริญบนอาหาร AGMA



ภาพที่ 2 ประสิทธิภาพของ culture filtrate เชื้อ *Bacillu* spp. ในการควบคุมไส้เดือนฝอย ที่ความเข้มข้นต่างๆ



ภาพที่ 3 ประสิทธิภาพของ culture filtrate เชื้อ *Streptomyces* spp. ในการควบคุมไส้เดือนฝอย ที่ความเข้มข้นต่างๆ



ภาพที่ 2.7.4 การสร้างเอนไซม์ A. protease และ B. Chitinase ของเชื้อแบคทีเรียปฏิปักษ์

กรมวิชาการเกษตร

ตางรางที่ 2.7.1 ประสิทธิภาพของเชื้อ *Bacillus* spp. ต่อการฟักไข่ของไส้เดือนฝอย

ไอโซเลต	เปอร์เซ็นการควบคุมการฟักไข่ไส้เดือนฝอย	
	Culture filtrate ความเข้มข้น50%	Culture filtrate ความเข้มข้น100%
ddH_2O	0.01	0.01
NB	1.82	0.25
AGMB	2.41	3.52
B1	66.47	88.37
B2	55.10	97.67
B3	72.53	95.28
B4	71.97	97.86
B5	55.63	95.79
B6	61.93	94.11
B7	42.41	96.11
B8	66.58	98.47
B9	75.83	94.01
B10	51.05	97.56
B11	34.50	97.93
B12	67.01	97.50
B13	41.81	92.22
B14	55.55	97.75
B15	48.19	98.53
B16	68.03	98.81
B17	68.20	98.47
B18	63.63	97.35
B19	42.82	95.84
B20	69.69	88.06
B21	43.85	96.89
B22	63.93	94.73
B23	56.03	96.12
B24	87.50	94.78
B25	82.65	97.73
B26	89.53	95.70
B27	85.64	98.23
B28	88.92	91.33
B29	86.48	89.01
B30	93.08	98.46
B31	90.33	97.61
B32	81.86	83.28
B33	88.02	97.97
B34	87.20	90.68
B35	90.24	98.66

กรมวิชาการเกษตร

ตางรางที่ 2.7.1 ประสิทธิภาพของเชื้อ *Bacillus* spp. ต่อการฟักไข่ของไส้เดือนฝอย (ต่อ)

ไอโซเลต	เปอร์เซ็นการควบคุมการฟักไข่ไส้เดือนฝอย	
	Culture filtrate ความเข้มข้น50%	**Culture filtrate ความเข้มข้น100%**
B36	92.74	95.28
B37	96.20	98.19
B38	88.26	96.42
B39	89.18	93.87
B40	92.06	97.01
B41	10.48	22.56
B42	**2.33**	2.33
B43	95.18	97.99
B44	89.13	96.53
B45	96.00	98.78
B46	23.37	53.33
B47	42.83	43.96
B48	23.96	26.90
B49	46.57	61.90
B50	64.29	77.37

กรมวิชาการเกษตร

ตางรางที่ 2.7.2 ประสิทธิภาพของเชื้อ *Streptomyces* spp. ต่อการฟักไข่ของไส้เดือนฝอย

ไอโซเลต	เปอร์เซ็นการควบคุมการฟักไข่ไส้เดือนฝอย	
	Culture filtrate ความเข้มข้น50%	Culture filtrate ความเข้มข้น100%
ddH_2O	0.01	0.01
NB	1.82	0.25
AGMB	2.41	3.52
S1	32.52	71.38
S2	37.63	53.06
S3	47.26	59.96
S4	24.25	45.63
S5	43.99	50.74
S6	28.31	81.68
S7	39.46	70.70
S8	63.66	88.17
S9	24.55	74.88
S10	26.65	40.39
S11	36.24	63.85
S12	21.99	62.36
S13	79.53	87.33
S14	66.02	82.15
S15	56.66	69.09
S16	57.14	69.74
S17	37.59	43.32
S18	31.84	51.50
S19	37.80	44.68
S20	44.15	66.35
S21	28.88	38.44
S22	17.84	34.11
S23	29.65	36.41
S24	32.47	45.57
S25	27.95	49.60
S26	38.43	47.08
S27	39.63	58.48
S28	4.95	34.55
S29	33.75	57.51
S30	37.15	41.44
S31	66.61	73.18
S32	10.05	42.09
S33	30.00	48.09
S34	60.90	62.87
S35	33.94	36.75

กรมวิชาการเกษตร

ตางรางที่ 2.7.2 ประสิทธิภาพของเชื้อ *Streptomyces* spp. ต่อการฟักไข่ของไส้เดือนฝอย (ต่อ)

ไอโซเลต	เปอร์เซ็นการควบคุมการฟักไข่ไส้เดือนฝอย	
	Culture filtrate ความเข้มข้น50%	**Culture filtrate ความเข้มข้น100%**
S36	36.83	66.65
S37	32.02	42.78
S38	35.30	68.94
S39	24.86	80.24
S40	19.02	44.34
S41	25.00	35.59
S42	27.75	37.20
S43	33.33	37.10
S44	12.57	16.67
S45	41.85	44.28
S46	14.43	26.55
S47	5.68	12.45
S48	2.29	3.07
S49	36.50	42.19
S50	20.45	33.13

กรมวิชาการเกษตร

ตารางที่ 2.7.3 เปรียบเทียบการสร้างเอนไซม์ protease ของเชื้อแบคทีเรียปฏิปักษ์

เชื้อแบคทีเรีย (ไอโซเลต)	ค่าเฉลี่ยเส้นผ่านศูนย์กลาง (มิลลิเมตร)
H_2O	0.0h
B30	50.0a
B35	10.0g
B37	17.5e
B43	20.0d
B45	32.5b
S6	25.0c
S8	15.0f
S13	0.0h
S14	0.0h
S31	25.0c
F-test	**
C.V.(%)	4.4

** Significant at p < 0.0

[1] ค่าเฉลี่ยตามด้วยอักษรภาษาอังกฤษตัวพิมพ์เล็กที่เหมือน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99% โดยวิธี LSD

ตารางที่ 2.7.4 เปรียบเทียบการสร้างเอนไซม์ Citinase ของเชื้อแบคทีเรียปฏิปักษ์

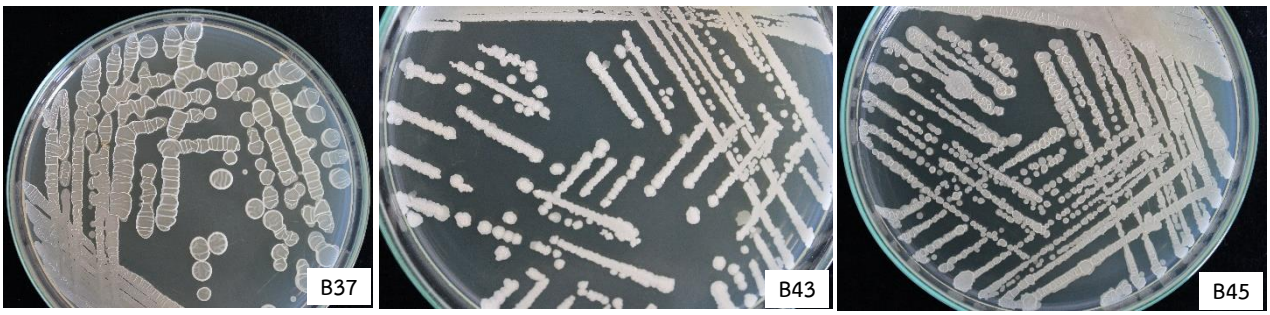
เชื้อแบคทีเรีย (ไอโซเลต)	ค่าเฉลี่ยเส้นผ่านศูนย์กลาง (มิลลิเมตร)
H_2O	0.0c
B30	20.0a
B35	0.0c
B37	17.5b
B43	0.0c
B45	0.0c
S6	0.0c
S8	0.0c
S13	0.0c
S14	0.0c
S31	0.0c
F-test	**
C.V.(%)	7.3

** Significant at p < 0.01

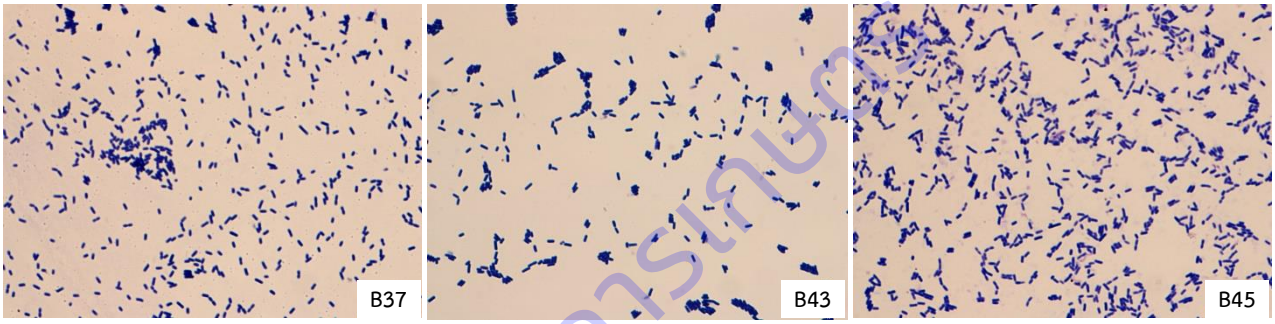
[1] ค่าเฉลี่ยตามด้วยอักษรภาษาอังกฤษตัวพิมพ์เล็กที่เหมือน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99% โดยวิธี LSD

กรมวิชาการเกษตร

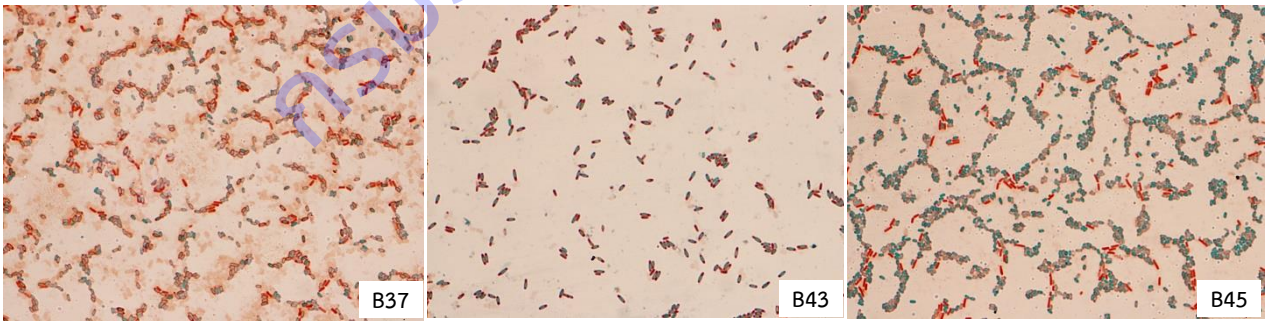
การจำแนกชนิดเชื้อ *Bacillus* spp.



ภาพที่ 2.7.5 ลักษณะโคโลนีของเชื้อ *Bacillus* spp.

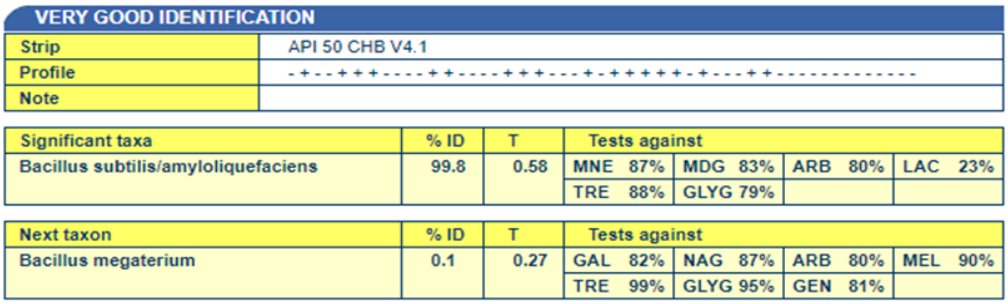


ภาพที่ 2.7.6 ลักษณะเซลล์ของเชื้อ *Bacillus* spp. ทั้ง 3 โซเลท
มีรูปร่างเป็นท่อนยาว (rod shapes)



ภาพที่ 2.7.7 ลักษณะการสร้างเอ็นโดสปอร์บริเวณกลางเซลล์ของเชื้อ *Bacillus* spp. ทั้ง 3 โซเลท

กรมวิชาการเกษตร



VERY GOOD IDENTIFICATION

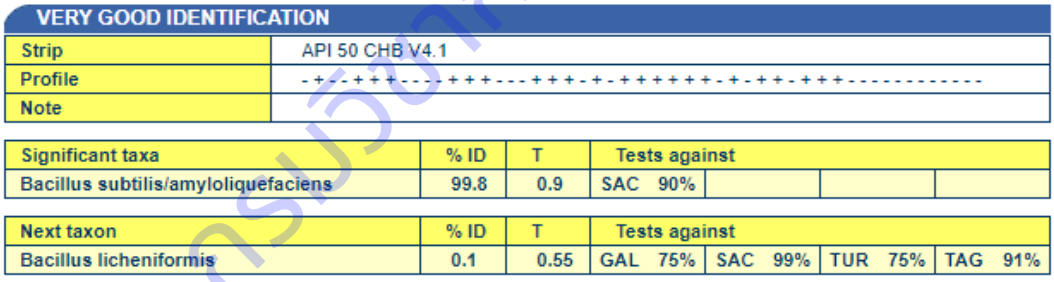
Strip	API 50 CHB V4.1
Profile	- + - - + + + - - - - + + - - - - + + + - - - + - + + + + + - + - - - + + - - - - - - - - - - - -
Note	

Significant taxa	% ID	T	Tests against			
Bacillus subtilis/amyloliquefaciens	99.8	0.58	MNE 87%	MDG 83%	ARB 80%	LAC 23%
			TRE 88%	GLYG 79%		

Next taxon	% ID	T	Tests against			
Bacillus megaterium	0.1	0.27	GAL 82%	NAG 87%	ARB 80%	MEL 90%
			TRE 99%	GLYG 95%	GEN 81%	

Glyceral -	D-Glucose -	α-methyl-D-Glucoside -	Saccharose -	β-Gentiobiose -
Erythritol +	D-Fructose +	NAcetyl glucosamine -	Trehalose +	D- Turanose -
D-Arabinose -	D-Manose +	Amygdaline +	Inuline -	D- Tagatose -
L-Arabinose -	L-Sorbose -	Arbutine -	Melezitose -	D-Fucose -
Ribose +	Rhamnose -	Esculine +	D-Raffinose -	L-Fucose -
D-Xylose +	Dulcitol -	Salicine +	Melezitos +	D- arabitol -
L-Xylose +	Inosital -	Cellubiose +	D-Raffinose +	L- arabitol -
Adonitol -	Manitol +	Maltose +	Amidon -	Gluconate -
β-methyl-xyloside -	Sorbitol +	Lactose +	Glycogene -	2- ceto-gluconate -
Galactose -	α-methyl-D-Mannoside +	Melibiose -	Xylitol -	5-ceto-gluconate -

ภาพที่ 2.7.8 การทดสอบคุณสมบัติทางชีวเคมีของเชื้อ *Bacillus* spp. ไอโซเลต B37 ด้วย API 50 CHB test kit



VERY GOOD IDENTIFICATION

Strip	API 50 CHB V4.1
Profile	- + - - + + + - - - + + + - - - + + + - + - + + + + + + - + - + + - + + + - - - - - - - - - - - -
Note	

Significant taxa	% ID	T	Tests against			
Bacillus subtilis/amyloliquefaciens	99.8	0.9	SAC 90%			

Next taxon	% ID	T	Tests against			
Bacillus licheniformis	0.1	0.55	GAL 75%	SAC 99%	TUR 75%	TAG 91%

Glyceral -	D-Glucose -	α-methyl-D-Glucoside -	Saccharose +	β-Gentiobiose -
Erythritol +	D-Fructose +	NAcetyl glucosamine +	Trehalose -	D- Turanose -
D-Arabinose -	D-Manose +	Amygdaline -	Inuline +	D- Tagatose -
L-Arabinose -	L-Sorbose +	Arbutine +	Melezitose +	D-Fucose -
Ribose +	Rhamnose -	Esculine +	D-Raffinose -	L-Fucose -
D-Xylose +	Dulcitol -	Salicine +	Melezitos +	D- arabitol -
L-Xylose +	Inosital -	Cellubiose +	D-Raffinose +	L- arabitol -
Adonitol -	Manitol +	Maltose +	Amidon +	Gluconate -
β-methyl-xyloside -	Sorbitol +	Lactose +	Glycogene -	2- ceto-gluconate -
Galactose -	α-methyl-D-Mannoside +	Melibiose -	Xylitol -	5-ceto-gluconate -

กรมวิทยาศาสตร์

ภาพที่ 2.7.9 การทดสอบคุณสมบัติทางชีวเคมีของเชื้อ *Bacillus* spp. ไอโซเลต B43 ด้วย API 50 CHB test kit

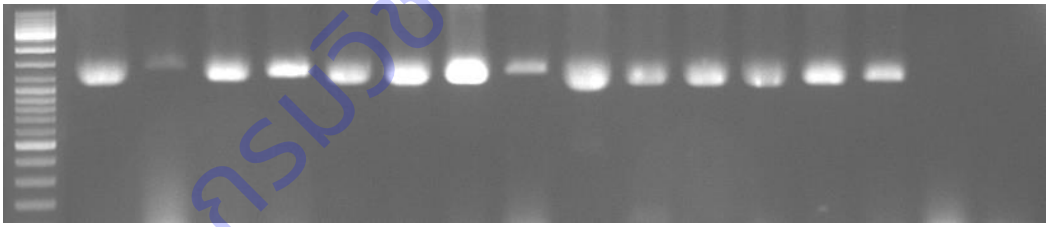
VERY GOOD IDENTIFICATION	
Strip	API 50 CHB V4.1
Profile	- + - - + + + - - - - + + + - - - + + + - + - + + + + + + - + + + + - + + - - + - - + - - - - - - - - - -
Note	

Significant taxa	% ID	T	Tests against			
Bacillus subtilis/amyloliquefaciens	99.2	0.94	GLYG 79%			

Next taxon	% ID	T	Tests against			
Bacillus licheniformis	0.7	0.65	GAL 75%	GLYG 87%	TUR 75%	TAG 91%

Glyceral -	D-Glucose -	α-methyl-D-Glucoside -	Saccharose +	β-Gentiobiose -
Erythritol +	D-Fructose +	NAcetyl glucosamine +	Trehalose +	D- Turanose -
D-Arabinose -	D-Manose +	Amygdaline -	Inuline +	D- Tagatose -
L-Arabinose -	L-Sorbose +	Arbutine +	Melezitose +	D-Fucose -
Ribose +	Rhamnose -	Esculine +	D-Raffinose -	L-Fucose -
D-Xylose +	Dulcitol -	Salicine +	Melezitos +	D- arabitol -
L-Xylose +	Inosital -	Cellubiose +	D-Raffinose +	L- arabitol -
Adonitol -	Manitol +	Maltose +	Amidon -	Gluconate -
β-methyl-xyloside -	Sorbitol +	Lactose +	Glycogene -	2- ceto-gluconate -
Galactose -	α-methyl-D-Mannoside +	Melibiose -	Xylitol +	5-ceto-gluconate -

ภาพที่ 2.7.10 การทดสอบคุณสมบัติทางชีวเคมีของเชื้อ *Bacillus* spp. ไอโซเลต B37 ด้วย API 50 CHB test kit



ภาพที่ 2.7.11 ขนาดชิ้นส่วนดีเอนเอในส่วน 16S rDNA ของเชื้อ *Bacillus* spp. เมื่อเพิ่มปริมาณดวยเทคนิค PCR จากการใช้ไพรเมอร์ BK1F และ BK1R

กรมวิชาการเกษตร

Bacillus subtilis voucher RIFA 585 16S ribosomal RNA gene, partial sequence Identities 99%

```
B43          3  GGGACTGAGAMACGGCCCAGACTCCTACGGGAGGCAGCAGTAGGGAATCTTCCGCAATGG  62
             ********** **************************************************
KF624714.1 248  GGGACTGAGACACGGCCCAGACTCCTACGGGAGGCAGCAGTAGGGAATCTTCCGCAATGG  307
B43         63  ACGAAAGTCTGACGGAGCAACGCCGCGTGAGTGATGAAGGTTTTCGGATCGTAAAGCTCT  122
             ************************************************************
KF624714.1 308  ACGAAAGTCTGACGGAGCAACGCCGCGTGAGTGATGAAGGTTTTCGGATCGTAAAGCTCT  367
B43        123  GTTGTTAGGGAAGAACAAGTACCGTTCGAATAGGGCGGTACCTTGACGGTACCTAACCAG  182
             ************************************************************
KF624714.1 368  GTTGTTAGGGAAGAACAAGTACCGTTCGAATAGGGCGGTACCTTGACGGTACCTAACCAG  427
B43        183  AAAGCCACGGCTAACTACGTGCCAGCAGCCGCGGTAATACGTAGGTGGCAAGCGTTGTCC  242
             ************************************************************
KF624714.1 428  AAAGCCACGGCTAACTACGTGCCAGCAGCCGCGGTAATACGTAGGTGGCAAGCGTTGTCC  487
B43        243  GGAATTATTGGGCGTAAAGGGCTCGCAGGCGGTTTCTTAAGTCTGATGTGAAAGCCCCCG  302
             ************************************************************
KF624714.1 488  GGAATTATTGGGCGTAAAGGGCTCGCAGGCGGTTTCTTAAGTCTGATGTGAAAGCCCCCG  547
B43        303  GCTCAACCGGGGAGGGTCATTGGAAACTGGGGAACTTGAGTGCAGAAGAGGAGAGTGGAA  362
             ************************************************************
KF624714.1 548  GCTCAACCGGGGAGGGTCATTGGAAACTGGGGAACTTGAGTGCAGAAGAGGAGAGTGGAA  607
B43        363  TTCCACGTGTAGCGGTGAAATGCGTAGAGATGTGGAGGAACACCAGTGGCGAAGGCGACT  422
             ************************************************************
KF624714.1 608  TTCCACGTGTAGCGGTGAAATGCGTAGAGATGTGGAGGAACACCAGTGGCGAAGGCGACT  667
B43        423  CTCTGGTCTGTAACTGACGCTGAGGAGCGAAAGCGKGGGGAGCGAACAGGATTAGATACC  482
             ************************************ ************************
KF624714.1 668  CTCTGGTCTGTAACTGACGCTGAGGAGCGAAAGCGTGGGGAGCGAACAGGATTAGATACC  727
B43        483  CTGGTAGTCCACGCCGTAAACGATGAGTGCTAAGTGTTAGGGGGTTTCCGCCCCTTAGTG  542
             ************************************************************
KF624714.1 728  CTGGTAGTCCACGCCGTAAACGATGAGTGCTAAGTGTTAGGGGGTTTCCGCCCCTTAGTG  787
B43        543  CTGCAGCTAACGCATTAAGCACTCCGCCTGGGGAGTACGGTCGCAAGACTGAAACTCAAA  602
             ************************************************************
KF624714.1 788  CTGCAGCTAACGCATTAAGCACTCCGCCTGGGGAGTACGGTCGCAAGACTGAAACTCAAA  847
B43        603  GGAATTGACGGGGGCCCGCACAAGCGGTGGAGCATGTGGTTTAATTCGAAGCAACGCGAA  662
             ************************************************************
KF624714.1 848  GGAATTGACGGGGGCCCGCACAAGCGGTGGAGCATGTGGTTTAATTCGAAGCAACGCGAA  907
B43        663  GAACCTTACCAGGTCTTGACATCCTCTGACAATCCTAGAGATAGGACGTCCCCTTCGGGG  722
             ************************************************************
KF624714.1 908  GAACCTTACCAGGTCTTGACATCCTCTGACAATCCTAGAGATAGGACGTCCCCTTCGGGG  967
B43        723  GCAGAGTGACAGGTGGTGCATGGTTGTCGTCAGCTCGTGTCGTGAGATGTTGGGTTAAGT  782
             ************************************************************
KF624714.1 968  GCAGAGTGACAGGTGGTGCATGGTTGTCGTCAGCTCGTGTCGTGAGATGTTGGGTTAAGT  1027
B43        783  CCCGCAACGAGCGCAACCCTTGATCTTAGTTGCCAGCATTCAGTTGGGCACTCTAA-GTG  841
             ************************************************************ ***
KF624714.1 1028 CCCGCAACGAGCGCAACCCTTGATCTTAGTTGCCAGCATTCAGTTGGGCACTCTAAGGTG  1087
B43        842  ACTGCCGGTGAM-AACCGGAAGAAGGTGGGATGACGTCAA-TCATCATGCCC-T-ATGA-  896
KF624714.1 1088 ACTGCCGGTGACAAACCGGAGGAAGGTGGGATGACGTCAAATCATCATGCCCCTTATGAC  1147
B43        897  CTGGGCTACACACGTTGCTTACAATGAACAG  927
KF624714.1 1148 CTGGGCTACACACGT-GCT-ACAATGGACAG  1176
```

ภาพที่ 2.7.12 เปรียบเทียบลำดับเบสของเชื้อ Bacillus ไอโซเลต B33 ในฐานข้อมูล (GenBank database) NCBI

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเกษตร

Bacillus subtilis strain SD4 16S ribosomal RNA gene, partial sequence Identities 98%

```
B37         14   AGACACGGCCCAGACTCCTACGGGAGGCAGCAGTAGGGAATCTTCCGCAATGGACGAAAG  73
             ************************************************************
MH700589.1  253  AGACACGGCCCAGACTCCTACGGGAGGCAGCAGTAGGGAATCTTCCGCAATGGACGAAAG  312

B37         74   TCTGACGGAGCAACGCCGCGTGAGTGATGAAGGTTTTCGGATCGTAAAGCTCTGTTGTTA  133
             ************************************************************
MH700589.1  313  TCTGACGGAGCAACGCCGCGTGAGTGATGAAGGTTTTCGGATCGTAAAGCTCTGTTGTTA  372

B37         134  GGGAAGAACAAGTACCGTTCGAATAGGGCGGTACCTTGACGGTACCTAACCAGAAAGCCA  193
             ************************************************************
MH700589.1  373  GGGAAGAACAAGTACCGTTCGAATAGGGCGGTACCTTGACGGTACCTAACCAGAAAGCCA  432

B37         194  CGGCTAACTACGTGCCAGCAGCCGCGGTAATACGTAGGTGGCAAGCGTTGTCCGGAATTA  253
             ************************************************************
MH700589.1  433  CGGCTAACTACGTGCCAGCAGCCGCGGTAATACGTAGGTGGCAAGCGTTGTCCGGAATTA  492

B37         254  TTGGGCGTAAAGGGCTCGCAGGCGGTTTCTTAAGTCTGATGTGAAAGCCCCCGGCTCAAC  313
             ************************************************************
MH700589.1  493  TTGGGCGTAAAGGGCTCGCAGGCGGTTTCTTAAGTCTGATGTGAAAGCCCCCGGCTCAAC  552

B37         314  CGGGGAGGGTCATTGGAAACTGGGGAACTTGAGTGCAGAAGAGGAGAGTGGAATTCCACG  373
             ************************************************************
MH700589.1  553  CGGGGAGGGTCATTGGAAACTGGGGAACTTGAGTGCAGAAGAGGAGAGTGGAATTCCACG  612

B37         374  TGTAGCGGTGAAATGCGTAGAGATGTGGAGGAACACCAGTGGCGAAGGCGACTCTCTGGT  433
             ************************************************************
MH700589.1  613  TGTAGCGGTGAAATGCGTAGAGATGTGGAGGAACACCAGTGGCGAAGGCGACTCTCTGGT  672

B37         434  CTGTAACTGACGCTGAGGAGCGRRRGSGKGGGGAGCGAACAGGATTAGATACCCTGGTAG  493
             **********************  * * ********************************
MH700589.1  673  CTGTAACTGACGCTGAGGAGCGAAAGCGTGGGGAGCGAACAGGATTAGATACCCTGGTAG  732

B37         494  TCCACGCCGTAAACGATGAGTGCTAAGTGTTAGGGGGTTTCCGCCCCTTAGTGCTGCAGC  553
             ************************************************************
MH700589.1  733  TCCACGCCGTAAACGATGAGTGCTAAGTGTTAGGGGGTTTCCGCCCCTTAGTGCTGCAGC  792

B37         554  TAACGCATTAAGCACTCCGCCTGGGGAGTACGGTCGCAAGACTGAAACTCAAAGGAATTG  613
             ************************************************************
MH700589.1  793  TAACGCATTAAGCACTCCGCCTGGGGAGTACGGTCGCAAGACTGAAACTCAAAGGAATTG  852

B37         614  ACGGGGGCCCGCACAAGCGGTGGAGCATGTGGTTTAATTCGAAAGCAMCGCGAAGAACCT  673
             ****************************************** ***** ************
MH700589.1  853  ACGGGGGCCCGCACAAGCGGTGGAGCATGTGGTTTAATTCG-AAGCAACGCGAAGAACCT  911

B37         674  TACCMAGGTCTTGACATCCTCTGGACAATCCYTAGARATAGGGACGTCCCCTTCGGGGGC  733
             **** ****************** ******* **** *** ********************
MH700589.1  912  TACC-AGGTCTTGACATCCTCTG-ACAATCC-TAGAGATA-GGACGTCCCCTTCGGGGGC  967

B37         734  ARAGTGGACRGGGGG  748
             * **** ** *****
MH700589.1  968  AGAGTG-ACAGGGGG  981
```

ภาพที่ 2.7.13 เปรียบเทียบลำดับเบสของเชื้อ Bacillus ไอโซเลต B37 ในฐานข้อมูล (GenBank database)

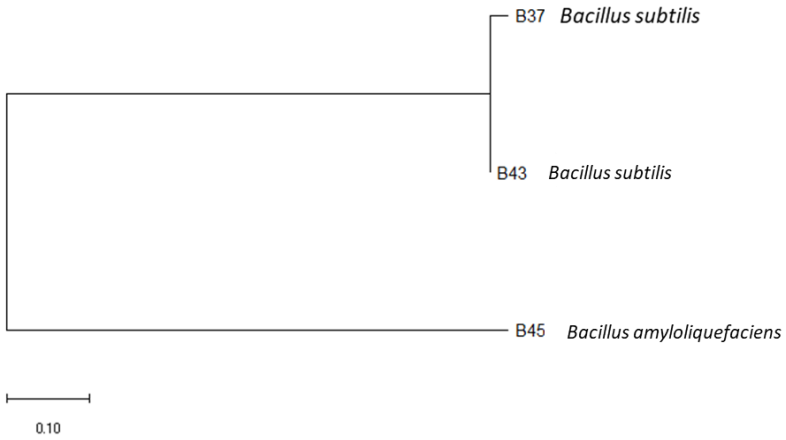
กรมวิชาการเกษตร

NCBI *Bacillus amyloliquefaciens* strain SDF0269 16S ribosomal RNA gene, partial sequence Identities 99%

```
B45        3    GCAGGTCGAGTTGCAGACTGCGATCCGAACTGAGAACAGATTTGTGGGATTGGCTTAACC  62
           *** ************************************************************
MH569394.1 942  GCA-GTCGAGTTGCAGACTGCGATCCGAACTGAGAACAGATTTGTGGGATTGGCTTAACC  884
B45        63   TCGCGGTTTCGCTGCCCTTTGTTCTGTCCATTGTAGCACGTGTGTAGCCCAGGTCATAAG  122
           ************************************************************
MH569394.1 883  TCGCGGTTTCGCTGCCCTTTGTTCTGTCCATTGTAGCACGTGTGTAGCCCAGGTCATAAG  824
B45        123  GGGCATGATGATTTGACGTCATCCCCACCTTCCTCCGGTTTGTCACCGGCAGTCACCTTA  182
           ************************************************************
MH569394.1 823  GGGCATGATGATTTGACGTCATCCCCACCTTCCTCCGGTTTGTCACCGGCAGTCACCTTA  764
B45        183  GAGTGCCCAACTGAATGCTGGCAACTAAGATCAAGGGTTGCGCTCGTTGCGGGACTTAAC  242
           ************************************************************
MH569394.1 763  GAGTGCCCAACTGAATGCTGGCAACTAAGATCAAGGGTTGCGCTCGTTGCGGGACTTAAC  704
B45        243  CCAACATCTCACGACACGAGCTGACGACAACCATGCACCACCTGTCACTCTGCCCCCGAA  302
           ************************************************************
MH569394.1 703  CCAACATCTCACGACACGAGCTGACGACAACCATGCACCACCTGTCACTCTGCCCCCGAA  644
B45        303  GGGGACGTCCTATCTCTAGGATTGTCAGAGGATGTCAAGACCTGGTAAGGTTCTTCGCGT  362
           ************************************************************
MH569394.1 643  GGGGACGTCCTATCTCTAGGATTGTCAGAGGATGTCAAGACCTGGTAAGGTTCTTCGCGT  584
B45        363  TGCTTCGAATTAAACCACATGCTCCACCGCTTGTGCGGGCCCCCGTCAATTCCTTTGAGT  422
           ************************************************************
MH569394.1 583  TGCTTCGAATTAAACCACATGCTCCACCGCTTGTGCGGGCCCCCGTCAATTCCTTTGAGT  524
B45        423  TTCAGTCTTGCGACCGTACTCCCCAGGCGGAGTGCTTAATGCGTTAGCTGCAGCACTAAG  482
           ************************************************************
MH569394.1 523  TTCAGTCTTGCGACCGTACTCCCCAGGCGGAGTGCTTAATGCGTTAGCTGCAGCACTAAG  464

B45        483  GGGCGGAAAACCCCCTAACACTTAGCACTCATCGTTTACGGCGTGGACTACCAGGGTATCT  542
           ************************************************************
MH569394.1 463  GGGCGGAAAACCCCCTAACACTTAGCACTCATCGTTTACGGCGTGGACTACCAGGGTATCT  404

B45        543  AATCCTGTTCGCTCCCCACGCTTTCGCTCCTCAGCGTCAGTTACAGACCAGAGAGTCGCC  602

MH569394.1 403  AATCCTGTTCGCTCCCCACGCTTTCGCTCCTCAGCGTCAGTTACAGACCAGAGAGTCGCC  344

B45        603  TTCGCCACTGGTGTTCCTCCACATCTCTACGCATTTCACCGCTACACGTGGAATTCCACT  662
           ************************************************************
MH569394.1 343  TTCGCCACTGGTGTTCCTCCACATCTCTACGCATTTCACCGCTACACGTGGAATTCCACT  284

B45        663  CTCCTCTTCTGCACTCAAGTTCCCCAGTTTCCAATGACCCTCCCCGGTTGAGCCGGGGGC  722
           ************************************************************
MH569394.1 283  CTCCTCTTCTGCACTCAAGTTCCCCAGTTTCCAATGACCCTCCCCGGTTGAGCCGGGGGC  224

B45        723  TTTCACATCAGACTTAAGAAACCGCCTGCGAGCCCTTTACGCCCAATAATTCCCGGACAA  782
           ************************************************************
MH569394.1 223  TTTCACATCAGACTTAAGAAACCGCCTGCGAGCCCTTTACGCCCAATAATTCCCGGACAA  164

B45        783  CGCTTGCCACCTACGTATTACCGCGGCTGCTGGCACGTAGTTAGCCGTGGCTTTCTGGTT  842
           ************************************************************
MH569394.1 163  CGCTTGCCACCTACGTATTACCGCGGCTGCTGGCACGTAGTTAGCCGTGGCTTTCTGGTT  104

B45        843  AGGTAC-GTCA-G-TGCCG-CCTATTTGACGGCACT-GT-C-TCCCTTACACAGAGCTT-  894
           ****** **** * ***** ***************** ** * ***** ***********
MH569394.1 103  AGGTACCGTCAAGGTGCCGCCCTATTTGACGGCACTTGTTCTTCCCTAACACAGAGCTTT  44

B45        895  ACGAATCCGAAAAACCGTTCAT  916
           **** ******** ** *****
MH569394.1 43   ACGA-TCCGAAAA-CC-TTCAT  25
```

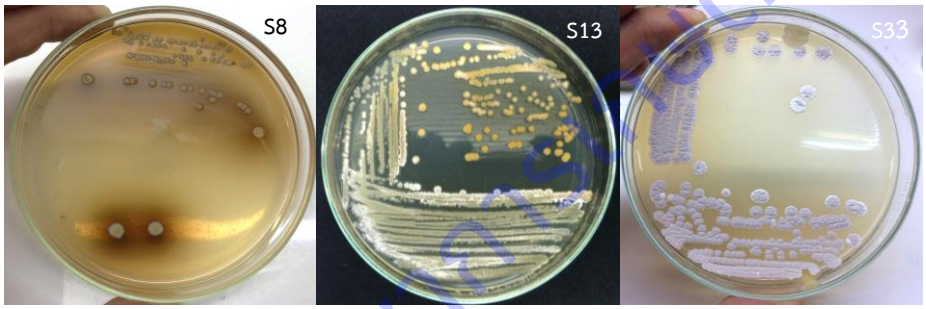
ภาพที่ 2.7.14 เปรียบเทียบลำดับเบสของเชื้อ *Bacillus* ไอโซเลต B45 ในฐานข้อมูล (GenBank database) NCBI

กรมวิชาการเกษตร



ภาพที่ 2.7.15 Phylogenetic tree ของยีน 16S rDNA ของเชื้อ *Bacillus* spp.

จำแนกชนิดเชื้อ *Streptomyces* spp.



ภาพที่ 2.7.16 ลักษณะทางสัณฐานวิทยาของเชื้อ *Streptomyces* spp.

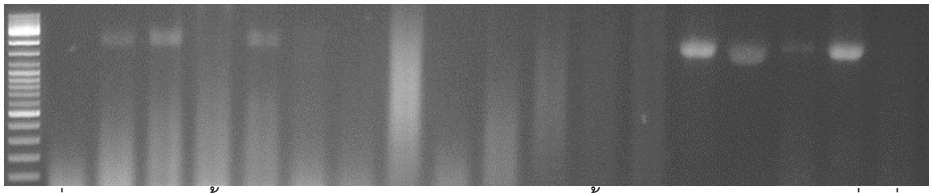
ภาพที่ 2.7.17 ลักษณะของเซลล์ของเชื้อ *Streptomyces* spp.

กรมวิชาการเกษตร

ตารางที่ 2.7.5 การทดสอบคุณสมบัติทางชีวเคมีของเชื้อ *Streptomyces* spp.ด้วย API 50 CHB test kit

Test	Isolates		
	S8	S13	S33
Glyceral	+	+	+
D-Arabinose	-	-	-
L-Arabinose	-	-	-
D-Xylose	+	+	-
L-Xylose	+	+	-
Galactose	-	+	-
D-Glucose	+	+	+
D-Fructose	+	+	+
D-Manose	-	-	-
Rhamnose	+	-	-
Inosital	-	-	-
Manitol	+	+	+
Sorbitol	-	-	+
α-methyl-D-Mannoside	-	-	-
α-methyl-D-Glucoside	-	-	-
NAcetyl glucosamine	+	+	+
Amygdaline	+	+	+
Arbutine	-	-	-
Esculine	-	-	-
Salicine	+	+	+
Cellubiose	-	-	-
Lactose	-	-	-
Melibiose	-	-	-
Saccharose	-	-	-
Trehalose	-	-	-
D-Raffinose	-	-	-
Amidon	-	-	-
Glycogene	+	-	-
β-Gentiobiose	-	-	-
D-Fucose	+	+	+
L-Fucose	+	+	+
D- arabitol	-	-	-

ครุวิชาการเกษตร



ภาพที่ 2.7.18 ขนาดชิ้นส่วนดีเอนเอในส่วน 16S rDNA ของเชื้อ *Streptomyces* spp. เมื่อเพิ่มปริมาณด้วยเทคนิค PCR จากการใช้ไพรเมอร์ STR1F และ STR1530R

Streptomyces canus strain BTU10 16S ribosomal RNA gene, partial sequence Identities97%

```
S8          22   GCTTCAKGTAGGCGAGTTGCAGCCTACAATCCGAACTGAGAACGGTTTTATGAGATTAGC  81
               ****** ************************************************************
MH482892.1 1004   GCTTCATGTAGGCGAGTTGCAGCCTACAATCCGAACTGAGAACGGTTTTATGAGATTAGC  945
S8          82   TCCACCTCGCGGTCTTGCGACTCTTTGTACCGTCCATTGTAGCACGTGTGTAGCCCAGGT  141
               ************************************************************
MH482892.1  944   TCCACCTCGCGGTCTTGCGACTCTTTGTACCGTCCATTGTAGCACGTGTGTAGCCCAGGT  885
S8         142   CATAAGGGGCATGATGATTTGACGTCATCCCCACCTTCCTCCGGTTTGTCACCGGCAGTC  201
               ************************************************************
MH482892.1  884   CATAAGGGGCATGATGATTTGACGTCATCCCCACCTTCCTCCGGTTTGTCACCGGCAGTC  825
S8         202   ACCTTAGAGTGCCCAACTTAATGATGGCAACTAAGATCAAGGGTTGCGCTCGTTGCGGGA  261
               ************************************************************
MH482892.1  824   ACCTTAGAGTGCCCAACTTAATGATGGCAACTAAGATCAAGGGTTGCGCTCGTTGCGGGA  765
S8         262   CTTAACCCAACATCTCACGACACGAGCTGACGACAACCATGCACCACCTGTCACTCTGCC  321
               ************************************************************
MH482892.1  764   CTTAACCCAACATCTCACGACACGAGCTGACGACAACCATGCACCACCTGTCACTCTGCC  705
S8         322   CCCGAAGGGGAAGCCCTATCTCTAGGGTTKTCAGAGGATGTCAAGACCTGGTAAGGTTCT  381
               ***************************** ****************************
MH482892.1  704   CCCGAAGGGGAAGCCCTATCTCTAGGGTTTTCAGAGGATGTCAAGACCTGGTAAGGTTCT  645
S8         382   TCGCGTTGCTTCGAATTAAACCACATGCTCCACCGCTTGTGCGGGCCCCCGTCAATTCCT  441
               ************************************************************
MH482892.1  644   TCGCGTTGCTTCGAATTAAACCACATGCTCCACCGCTTGTGCGGGCCCCCGTCAATTCCT  585
S8         442   TTGAGTTTCAGCCTTGCGGCCGTACTCCCCAGGCGGAGTGCTTAAKGCGTTAACTTCAGC  501
               ********************************************** **************
MH482892.1  584   TTGAGTTTCAGCCTTGCGGCCGTACTCCCCAGGCGGAGTGCTTAATGCGTTAACTTCAGC  525
S8         502   ACTAAAGGGCGGAAACCCTCTAACACTTAGCACTCATCGTTTACGGCGTGGACTACCAGG  561
               ************************************************************
MH482892.1  524   ACTAAAGGGCGGAAACCCTCTAACACTTAGCACTCATCGTTTACGGCGTGGACTACCAGG  465
S8         562   GTATCTAATCCTGTTTGCTCCCCACGCTTTCGCGCCTCAGTGTCAGMTACAGACCAGAAA  621
               ********************************************** **************
MH482892.1  464   GTATCTAATCCTGTTTGCTCCCCACGCTTTCGCGCCTCAGTGTCAGTTACAGACCAGAAA  405
S8         622   GTCGCCTTCGCCACTGGTGTTCCTCCATATCTCTACGCATTTCACCGCTACACATGGAAA  681
               ************************************************************
MH482892.1  404   GTCGCCTTCGCCACTGGTGTTCCTCCATATCTCTACGCATTTCACCGCTACACATGGAA-  346
S8         682   TTCCCACTTTCCTCTTCTGCACTCAAGTCTCCCAGTTTTCCAATGACCCTCCACGGGTTG  741
               ** ********************************** ***************** ***
MH482892.1  345   TT-CCACTTTCCTCTTCTGCACTCAAGTCTCCCAGTTT-CCAATGACCCTCCACGG-TTG  289
S8         742   AGCCGTGGGCTTTCCACATCAGACTTAAAAAAACCAACCTGCGCGCGCTTTACRCCCAAA  801
               ************** ************* *** ** ****************** ******
MH482892.1  288   AGCCGTGGGCTTTC-ACATCAGACTTAAGAAA-CC-ACCTGCGCGCGCTTTACGCCCAA-  233
S8         802   TAA  804
               ***
MH482892.1  232   TAA  230
```

ภาพที่ 2.7.19 เปรียบเทียบลำดับเบสของเชื้อ Streptomyces ไอโซเลต S8 ในฐานข้อมูล (GenBank database) NCBI

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเกษตร

Streptomyces diastaticus subsp. *ardesiacus* strain CMAA 1525 16S ribosomal RNA gene, partial Identities 97%

```
S13          26  CTTWACMCMTGCAAGTCGAACGATGAACCACCTTCGGGTGGGGATTAGTGGCGAACGGGT  85
             *** ** * ************************************************
MH241022.1   39  CTTAACACATGCAAGTCGAACGATGAACCACCTTCGGGTGGGGATTAGTGGCGAACGGGT  98

S13          86  GAGTAACACGTGGGCAATCTGCCCTGCACTCTGGGACAAGCCCTGGAAACGGGGTCTAAT  145
             ************************************************************
MH241022.1   99  GAGTAACACGTGGGCAATCTGCCCTGCACTCTGGGACAAGCCCTGGAAACGGGGTCTAAT  158

S13          146 ACCGGATACTGACCTGCCAAGGCATCTTGGCGGGTCGAAAGCTCCGGCGGTGCAGGATGA  205
             ************************************************************
MH241022.1   159 ACCGGATACTGACCTGCCAAGGCATCTTGGCGGGTCGAAAGCTCCGGCGGTGCAGGATGA  218

S13          206 GCCCGCGGCCTATCAGCTTGTTGGTGAGGTAATGGCTCACCAAGGCGACGACGGGTAGCC  265
             ************************************************************
MH241022.1   219 GCCCGCGGCCTATCAGCTTGTTGGTGAGGTAATGGCTCACCAAGGCGACGACGGGTAGCC  278

S13          266 GGCCTGAGAGGGCGACCGGCCACACTGGGACTGAGACACGGCCCAGACTCCTACGGGAGG  325
             ************************************************************
MH241022.1   279 GGCCTGAGAGGGCGACCGGCCACACTGGGACTGAGACACGGCCCAGACTCCTACGGGAGG  338

S13          326 CAGCAGTGGGGAATATTGCACAATGGGCGAAAGCCTGATGCAGCGACGCCGCGTGAGGGA  385
             ************************************************************
MH241022.1   339 CAGCAGTGGGGAATATTGCACAATGGGCGAAAGCCTGATGCAGCGACGCCGCGTGAGGGA  398

S13          386 TGACGGCCTTCGGGTTGTAAACCTCTTTCAGCAGGGAAGAAGCGAAAGTGACGGTACCTG  445
             ************************************************************
MH241022.1   399 TGACGGCCTTCGGGTTGTAAACCTCTTTCAGCAGGGAAGAAGCGAAAGTGACGGTACCTG  458

S13          446 CAGAAGAAGCGCCGGCTAACTACGTGCCAGCAGCCGSGGKRRTACGTAGGGCGCAAGCGT  505
             ************************************ **   ******************
MH241022.1   459 CAGAAGAAGCGCCGGCTAACTACGTGCCAGCAGCCGCGGTAATACGTAGGGCGCAAGCGT  518

S13          506 TGTCCGGAATTATTGGGCGTAAAGAGCTCGTAGGCGGCTTGTCGCGTCGGTTGTGAAAGC  565
             ************************************************************
MH241022.1   519 TGTCCGGAATTATTGGGCGTAAAGAGCTCGTAGGCGGCTTGTCGCGTCGGTTGTGAAAGC  578

S13          566 CCGGGGCTTAACCCCGGGTCTGCAGTCGATACGGGCAGGCTAGAGTTCGGTAGGGGAGAT  625
             ************************************************************
MH241022.1   579 CCGGGGCTTAACCCCGGGTCTGCAGTCGATACGGGCAGGCTAGAGTTCGGTAGGGGAGAT  638

S13          626 CGGAATTCCTGGTGTAGCGGTGGAAATGCGCAGATATCAGGAGGAACACCGGGTGGCGAA  685
             ******************** ****************************** *********
MH241022.1   639 CGGAATTCCTGGTGTAGCGGT-GAAATGCGCAGATATCAGGAGGAACACC-GGTGGCGAA  696

S13          686 RGCGGATCTCTGGGGCCMATACTGACGCCTGAGGARCRAAARGCGGTGGGGAGCGaaasa  745
             ********** ***** ********* ******* * *** ** ************  *
MH241022.1   697 GGCGGATCTCT-GGGCCGATACTGACG-CTGAGGAGCGAAA-GC-GTGGGGAGCGAAC-A  751

S13          746 KAATAAATACCCTGG  761
                  * ** *********
MH241022.1   752 GGATTAGATACCCTGG 767
```

ภาพที่ 2.7.20 เปรียบเทียบลำดับเบสของเชื้อ Streptomyces ไอโซเลต S13 ในฐานข้อมูล (GenBank database) NCBI

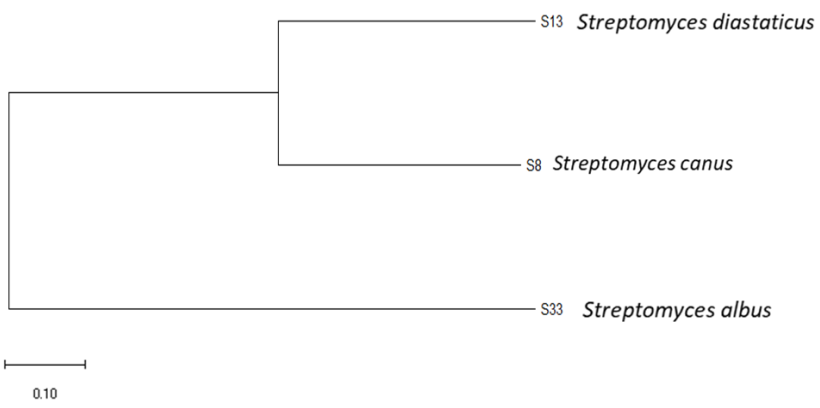
ลิขสิทธิ์กรมวิชาการเกษตร

Streptomyces albus strain ZD11 chromosome, complete genome Identities 95%

```
S33          3  GGGAACTGAGACACGGCCCAGACTCCTACGGGAGGCAGCAGTAGGGAATCTTCCGCAATG  62
             *** ************************************************************
CP033071.1 267  GGG-ACTGAGACACGGCCCAGACTCCTACGGGAGGCAGCAGTAGGGAATCTTCCGCAATG  325

S33         63  GACGAAAGTCTGACGGAGCAACGCCGCGTGAGTGATGAAGGTTTTCGGATCGTAAAGCTC  122
             ************************************************************
CP033071.1 326  GACGAAAGTCTGACGGAGCAACGCCGCGTGAGTGATGAAGGTTTTCGGATCGTAAAGCTC  385

S33        123  TGTTGTTAGGGAAGAACAAGTACCGTTCGAATAGGGCGGTACCTTGACGGTACCTAACCA  182
             ************************************************************
CP033071.1 386  TGTTGTTAGGGAAGAACAAGTACCGTTCGAATAGGGCGGTACCTTGACGGTACCTAACCA  445

S33        183  GAAAGCCACGGCTAACTACGTGCCAGCAGCCGCGGTAATACGTAGGTGGCAAGCGTTGTC  242
             ************************************************************
CP033071.1 446  GAAAGCCACGGCTAACTACGTGCCAGCAGCCGCGGTAATACGTAGGTGGCAAGCGTTGTC  505

S33        243  CGGAATTATTGKSCGTAAAGGGCTCGCAGGCGGTTTCTTAAGTCTGATGTGAAAGCCCCC  302
             ***********  *************************************************
CP033071.1 506  CGGAATTATTGGGCGTAAAGGGCTCGCAGGCGGTTTCTTAAGTCTGATGTGAAAGCCCCC  565

S33        303  GGCTCAACCGGGGAGGGTCATTGGAAACTGGGGAACTTGAGTGCAGAAGAGGAGAGTGGA  362
             ************************************************************
CP033071.1 566  GGCTCAACCGGGGAGGGTCATTGGAAACTGGGGAACTTGAGTGCAGAAGAGGAGAGTGGA  625

S33        363  ATTCCACGTGTAGCGGTGAAATGCGTARAGATGTGGAGGAACACCAGTGGCGAAGGCGAC  422
             *************************** ******************************
CP033071.1 626  ATTCCACGTGTAGCGGTGAAATGCGTAGAGATGTGGAGGAACACCAGTGGCGAAGGCGAC  685

S33        423  TCTCTGGTCTGTAACTGACGCTGAGGAGSGRRRGCGTGGGGAGCGAACAGGATTAGATAC  482
             *************************** *  ***************************
CP033071.1 686  TCTCTGGTCTGTAACTGACGCTGAGGAGCGAAAGCGTGGGGAGCGAACAGGATTAGATAC  745

S33        483  CCTGGTAGTCCACGCCGTAAACGATGAGTGCTAAKTGTTAGGGGGTTTCCGCCCCTTTAK  542
             ********************************** ***********************
CP033071.1 746  CCTGGTAGTCCACGCCGTAAACGATGAGTGCTAAGTGTTAGGGGGTTTCCGCCCCTTTAG  805

S33        543  TGCTGCAGCTAA  554
             ************
CP033071.1 806  TGCTGCAGCTAA  817
```

กรมวิชาการเกษตร

ภาพที่ 2.7.21 เปรียบเทียบลำดับเบสของเชื้อ Streptomyces ไอโซเลต S33 ในฐานข้อมูล (GenBank database) NCBI



ภาพที่ 2.7.22 Phylogenetic tree ของยีน 16S rDNA ของเชื้อ *Streptomyces* spp.

ตารางที่ 2.7.6 ข้อมูลการเจริญเติบโตของพริกขี้หนูซุปเปอร์ฮอท อายุ 3 เดือน หลังปลูกเชื้อไส้เดือนฝอย 9 สัปดาห์

	การเจริญเติบโตของพริกขี้หนูซุปเปอร์ฮอท		
Treatment	น้ำหนักต้นสด (กรัม)	น้ำหนักรากสด (กรัม)	ความสูง (ซม.)
Control disease	49.42e	15.35a	61.60d
Normal	61.74c	10.44d	60.00d
Abamectin+RKN	56.64d	10.08d	66.60cd
CF-S8+RKN	55.26d	11.09c	68.20cd
CF-S13+RKN	60.16cd	11.93bc	73.80b
CF-S33+RKN	62.86c	11.25c	73.20b
CF-B37+RKN	58.86cd	9.70d	74.60ab
CF-B43+RKN	53.50d	9.49d	77.00ab
CF-B45+RKN	72.00bc	11.36c	81.20ab
S8+RKN	54.44d	10.86cd	74.80ab
S13+RKN	56.66d	12.33bc	79.80a
S33+RKN	65.20bc	12.31bc	80.60a
B37+RKN	77.80ab	14.23ab	80.40a
B43+RKN	78.32ab	13.51b	76.00ab
B45+RKN	85.96a	14.56ab	80.20a
CV(%)	4.33	1.30	2.47

กรมวิชาการเกษตร

ตารางที่ 2.7.7 ข้อมูลประชากรไส้เดือนฝอยเข้าทำลายพริกขี้หนูซุปเปอร์ฮอท อายุ 3 เดือน หลังปลูกเชื้อไส้เดือนฝอย 9 สัปดาห์

	ประชากรไส้เดือนฝอยเข้าทำลายราก (1 กรัม)			
Treatment	ตัวอ่อนระยะที่2	จำนวนไข่	ประชากรรวม[1]	Reproductive factor[2]
Control disease	324b	16428.8b	16752.8b	3.35b
Normal	0.0a	0.0a	0.0a	0.00a
Abamectin+RKN	0.0a	0.0a	0.0a	0.00a
CF-S8+RKN	17.2a	828.0a	845.2a	0.17a
CF-S13+RKN	6.4a	164.4a	170.8a	0.03a
CF-S33+RKN	0.0a	249.6a	249.6a	0.05a
CF-B37+RKN	0.4a	65.6a	66.0a	0.01a
CF-B43+RKN	2.4a	0.4a	2.8a	0.00a
CF-B45+RKN	0.0a	112.4a	112.4a	0.22a
S8+RKN	0.0a	918.8a	918.8a	0.18a
S13+RKN	21.2a	69.6a	90.8a	0.02a
S33+RKN	36.8a	2195.2a	2232.0a	0.45a
B37+RKN	12.0a	63.6a	75.6a	0.15a
B43+RKN	139.6b	2821.2a	2960.8a	0.59a
B45+RKN	172.0c	921.6a	1093.6a	0.22a
CV(%)	19.74	22.01	22.79	22.79

[1]ประชาการรวม=ตัวอ่อระยะที่2 + จำนวนไข่

[2]Reproductive factor=Pf/Pi, Pf=final population, Pi=initial population

กรมวิชาการเกษตร

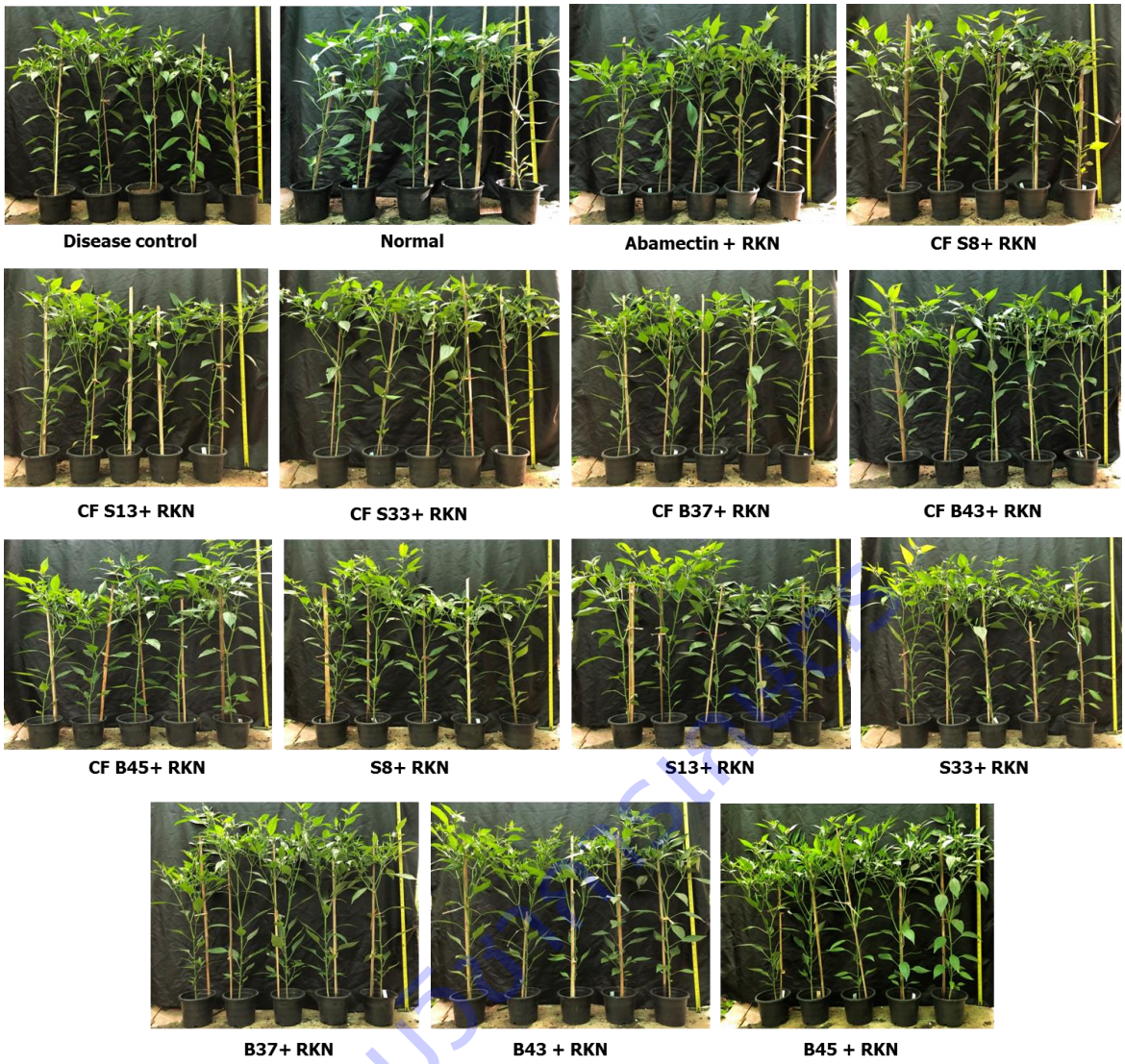
ตารางที่ 2.7.8 ประสิทธิภาพของเชื้อ *Bacillus* spp. และ *Streptomyces* spp. ในการควบคุมไส้เดือนฝอยรากปมอายุ 3 เดือน หลังปลูกเชื้อไส้เดือนฝอย 9 สัปดาห์

Treatment	Gall index[1] (0-5 scale)	Disease sevearity
Control disease	4.8	96.0±0.54[b]
Normal	0.0	0.0±0.00[a]
Abamectin+RKN	0.0	0.0±0.00[a]
CF-S8+RKN	0.4	8.0±0.54[a]
CF-S13+RKN	0.4	8.0±0.54[a]
CF-S33+RKN	0.4	8.0±0.54[a]
CF-B37+RKN	0.0	0.0±0.00[a]
CF-B43+RKN	0.0	0.0±0.00[a]
CF-B45+RKN	0.4	8.0±0.54[a]
S8+RKN	0.4	8.0±0.54[a]
S13+RKN	0.4	8.0±0.54[a]
S33+RKN	0.6	12.0±0.54[a]
B37+RKN	0.0	0.0±0.00[a]
B43+RKN	1.0	20.0±0.25[a]
B45+RKN	0.6	12.0 ±0.54[a]

[1]0 = 0 - 10% galled root, 1 = 11 - 20% galled root, 2 = 21 - 50% galled root, 3 = 51 - 80% galled root, 4 = 81 - 90% galled root and 5 = 91 - 100% galled root

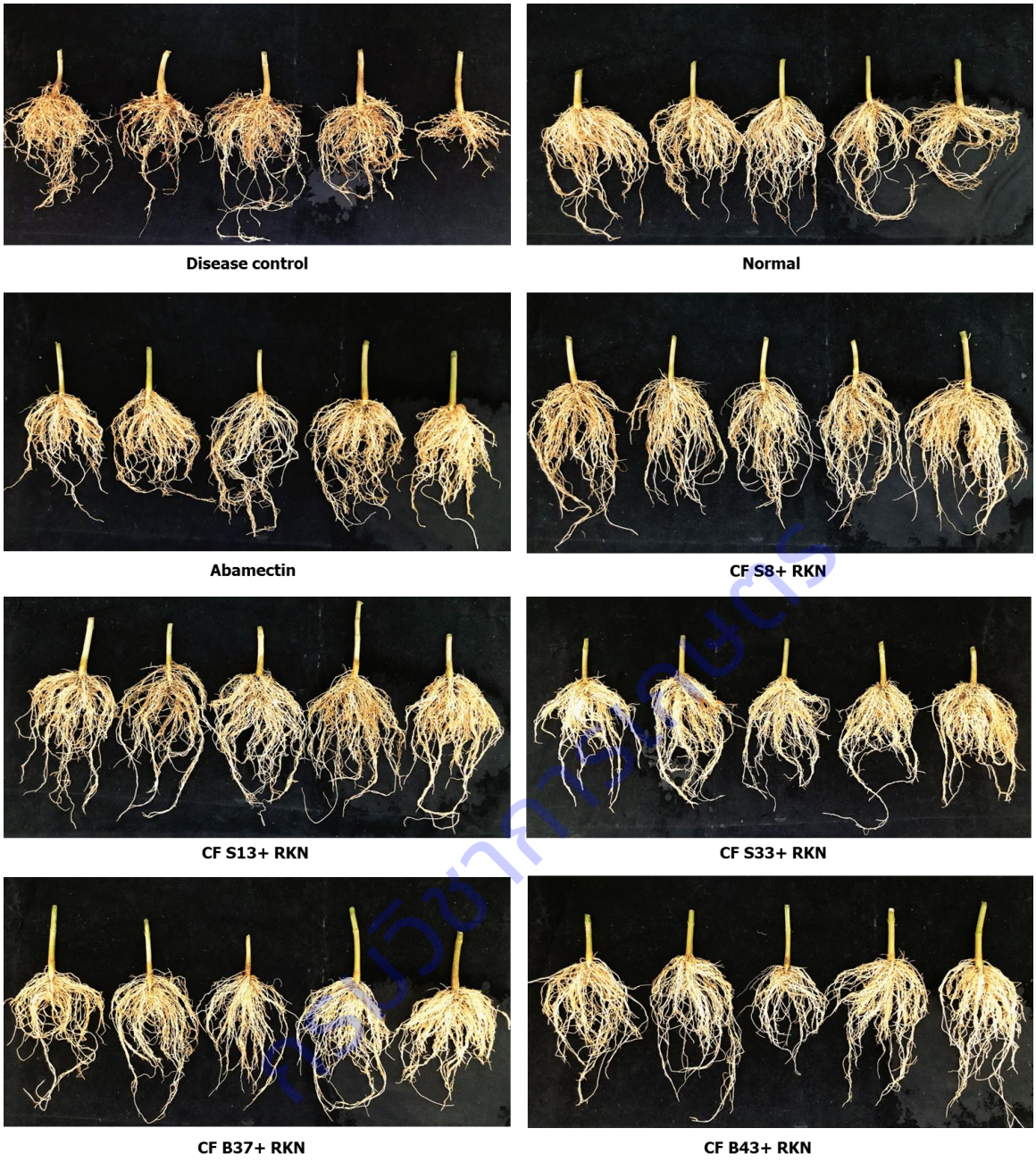
a Significant difference at 0.05 level ($p < 0.05$; LSD test).

กรมวิชาการเกษตร

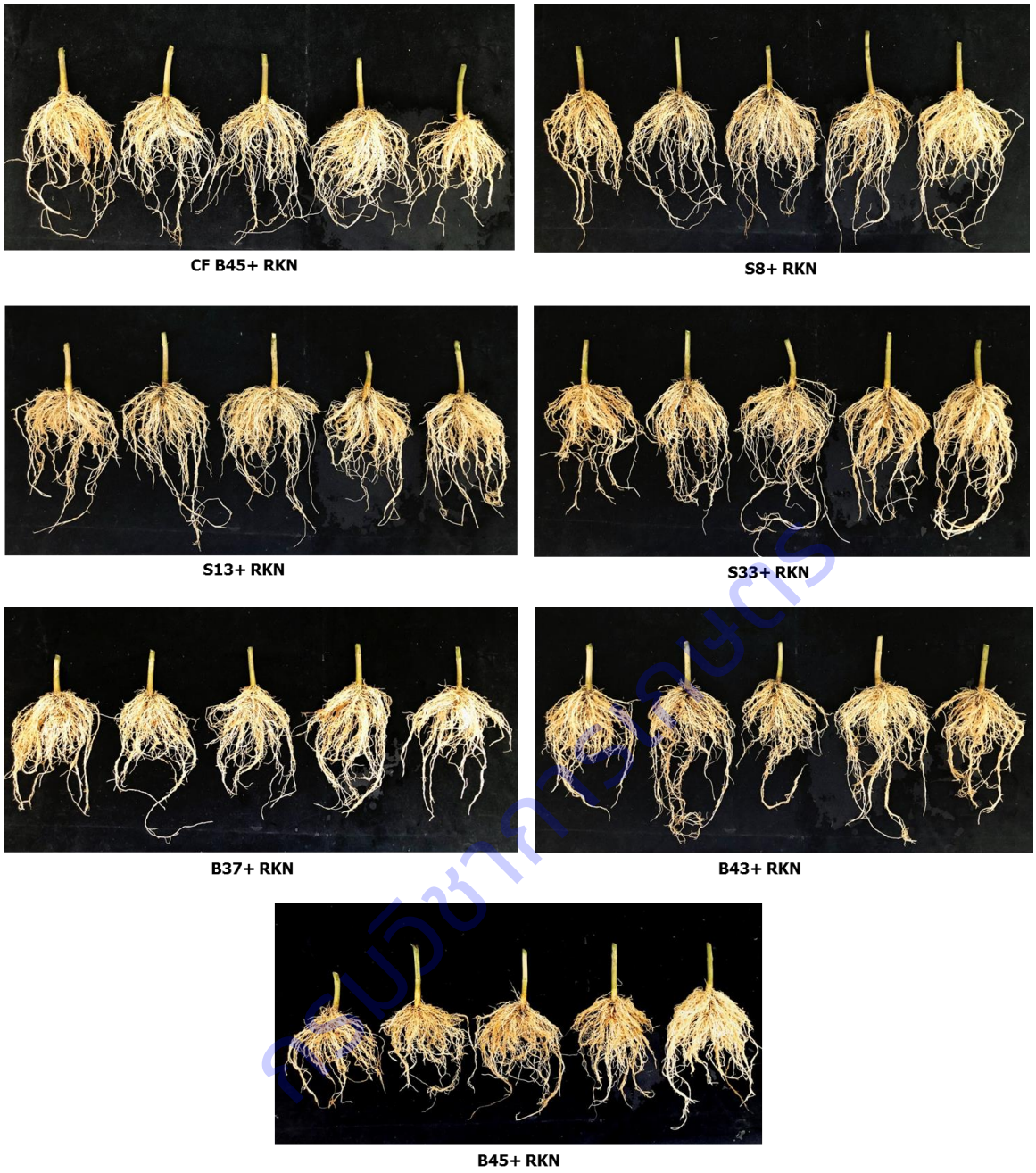


ภาพที่ 2.7.23 พริกขี้หนูซุปเปอร์ฮอท อายุ 3 เดือน หลังปลูกเชื้อไส้เดือนฝอยรากปม 9 สัปดาห์

กรมวิชาการเกษตร



ภาพที่ 2.7.24 รากพริกขี้หนูซุปเปอร์ฮอท อายุ 3 เดือน หลังปลูกเชื้อไส้เดือนฝอยรากปม 9 สัปดาห์



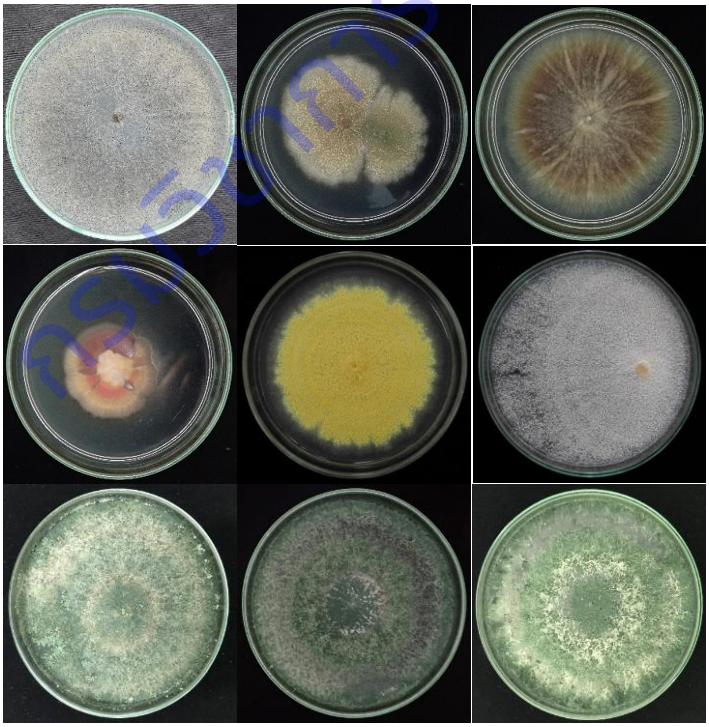
ภาพที่ 2.7.24 รากพริกขี้หนูซุปเปอร์ฮอท อายุ 3 เดือน หลังปลูกเชื้อไส้เดือนฝอยรากปม 9 สัปดาห์ (ต่อ)

การทดลองที่ 2.8 การคัดเลือกเชื้อราปฏิปักษ์ที่มีศักยภาพในการควบคุมเชื้อรา *Fusarium oxysporum* สาเหตุโรคเหี่ยวของพริก

ผลการทดลอง

1. การรวบรวมและจำแนกเชื้อราปฏิปักษ์

เก็บตัวอย่างดินจากแปลงปลูกพริกในจังหวัดกาญจนบุรี นครปฐม และเพชรบุรี แยกเชื้อราโดยวิธี soil dilution, soil plate, alcohol treatment และ heat treatment สามารถแยกได้เชื้อราปฏิปักษ์ (ภาพที่ 2.8.1) จำนวน 56 ไอโซเลท จำแนกชนิดได้ดังนี้ เชื้อรา *Emericella* (ภาพที่ 2.8.2) จำนวน 7 ไอโซเลท *Gelasinospora* (ภาพที่ 2.8.3) จำนวน 5 ไอโซเลท *Hamigera* (ภาพที่ 2.8.4) จำนวน 3 ไอโซเลท *Neosartorya* (ภาพที่ 2.8.5) จำนวน 3 ไอโซเลท *Talaromyces* จำนวน 4 ไอโซเลท และ *Trichoderma* (ภาพที่ 2.8.6) จำนวน 34 ไอโซเลท ทำการเก็บรักษาเชื้อราสายพันธุ์บริสุทธิ์โดยเก็บเชื้อที่อุณหภูมิ 15 องศาเซลเซียส และ 28-30 องศาเซลเซียส เพื่อศึกษาความสามารถในการเป็นปฏิปักษ์ต่อเชื้อรา *F. oxysporum* สาเหตุโรคเหี่ยวของพริกและทำการศึกษาลักษณะทางสัณฐานโดยเปรียบเทียบกับเอกสารอ้างอิงของ Raper and Fennell (1965) และ Guarro *et al*. (2012)



ภาพที่ 2.8.1 เชื้อราปฏิปักษ์ที่แยกได้จากดิน

Kingdom: Fungi

Phylum: Ascomycota

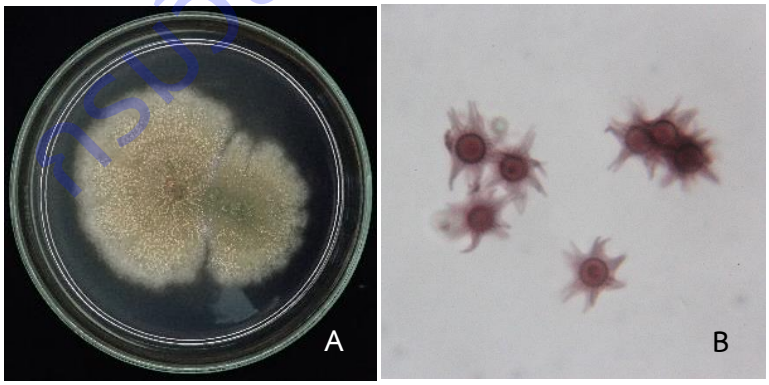
Class: Eurotiomycetes

Order: Eurotiales

Family: Trichocomaceae

Genus: *Emericella*

เชื้อราในสกุลนี้เป็นระยะสืบพันธุ์แบบอาศัยเพศของเชื้อรา *Aspergillus* โคโลนีสีเขียว สร้าง fruiting body เรียกว่า cleistothecium ภายในมีถุงหุ้มสปอร์ เรียกว่า ascus ภายใน ascus มีสปอร์เรียกว่า ascospore เชื้อราชนิดนี้สร้าง ascospore สีแดงอมม่วง รูปร่างเป็นแฉกคล้ายดาว ขนาด 3.6-3.9 x 3.5-3.9 ไมโครเมตร ลักษณะเด่นของเชื้อราในสกุลนี้ คือ สร้างโครงสร้างที่เรียกว่า Hülle cell มีลักษณะคล้ายเจลใส ไม่มีสี ในประเทศไทยมีรายงานพบรา *Emericella* จากแหล่งต่าง ๆ ดังนี้ เลขา และคณะ (2553) รายงานเชื้อรา *Eemericella* ที่แยกจากดิน และจำแนกได้ 3 ชนิด ได้แก่ *E. nidulans E. rugulosa* และ *E. variecolor* นอกจากนี้ มีรายงานแยกเชื้อรา *E. rugulosa* จากมูลหนูและมูลวัว (Jeamjitt *et al*., 2007) ในปี 2556 วันวิสาข์ และคณะ (2556) รายงานแยกเชื้อรา *E. nidulans E. rugulosa E. variecolor* และ *Emericella* sp. แยกได้จากดินและมูลสัตว์ และนำไปทดสอบศักยภาพในการยับยั้งเชื้อรา *Colletotrichum capsici* และ *Phytophthora palmivola* ในระดับห้องปฏิบัติการ โดยวิธี dual culture พบว่าเชื้อรา *Emericella* ทุกสายพันธุ์ที่นำไปทำการทดสอบมีศักยภาพในการยับยั้งการเจริญเติบโตของเส้นใยเชื้อรา *P. palmivora* และ *C. capsici* ได้มากกว่า 60 และ 50 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ



ภาพที่ 2.8.2 *Emericella* sp.: A. โคโลนีของเชื้อรา *Emericella* sp. บนอาหาร PDA, B. Ascospore

กรมวิชาการเกษตร

Kingdom: Fungi

Phylum: Ascomycota

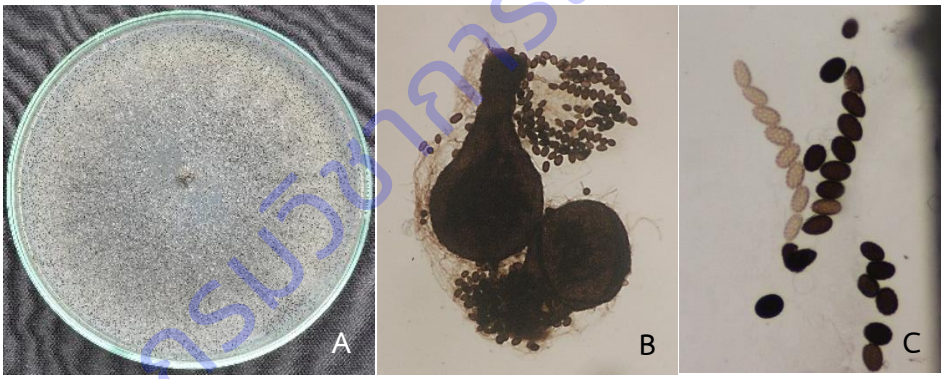
Class: Sordariomycetes

Order: Sordariales

Family: Sordariaceae

Genus: *Gelasinospora*

เชื้อราสร้างโคโลนีหนาแน่นบนอาหาร PDA มีสีน้ำตาลถึงน้ำตาลเข้ม สร้าง fruiting body เรียกว่า perithecium มีลักษณะคล้ายลูกแพร์ สีน้ำตาลเข้มถึงน้ำตาลดำ ภายในมีถุงหุ้มสปอร์ เรียกว่า ascus ลักษณะทรงกระบอก ไม่มีสี ภายใน ascus มีสปอร์เรียกว่า ascospore เซลล์เดียว ลักษณะรีหรือเกือบกลม เมื่ออ่อนไม่มีสี และเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาล เมื่ออายุมากขึ้น ขนาด 40.5-46.3 x 29.5-33.0 ไมโครเมตรมีรู pore รอบๆ *Gelasinospora* พบทั่วไปในดิน เศษซากพืช และมูลสัตว์ (Domsh *et al*., 1993) มีรายงานพบ *G. brevispora* จากมูลวัว (Jeamjitt, 2007) *G. indica* บนมูลเก้ง *G. hipsiolophora*, *G. udagawae* จากดิน และ *Gelasinospora* sp. จากใบเพกา Indian trumpet tree (*Oroxylum indicum*) (Manoch *et al*., 2009)



ภาพที่ 2.8.3 *Gelasinospora* sp.: A. โคโลนีของเชื้อรา *Emericella* sp. บนอาหาร PDA; B. Perithecium; C. Ascospore

กรมวิชาการเกษตร

Kingdom: Fungi

Phylum: Ascomycota

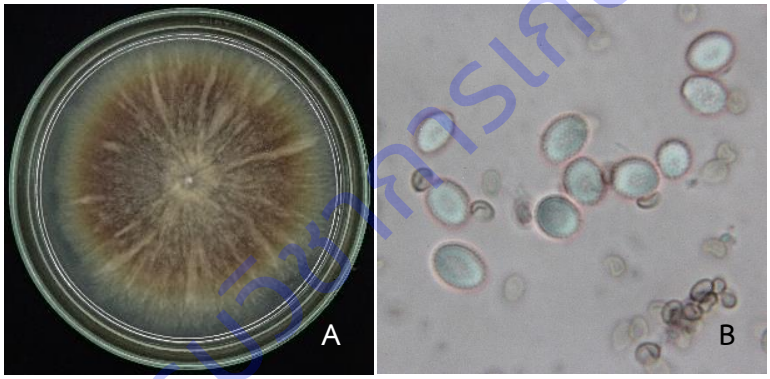
Class: Eurotiomycetes

Order: Eurotiales

Family: Trichocomaceae

Genus: *Hamigera*

เชื้อราในสกุลนี้เป็นระยะสืบพันธุ์แบบอาศัยเพศของเชื้อรา *Penicillium* โคโลนีสีน้ำตาลอ่อนอมเหลือง บริเวณที่มี gymnothecium สีขาวกระจายทั่วโคโลนี สร้าง exudates สีชมพูอ่อน ใต้โคโลนีสีชมพูเข้มถึงม่วง มี gymnothecium สีขาว ขนาด 120.5 x 180.5 ไมโครเมตร ascus เกิดแบบเดี่ยว ลักษณะรูปไข่ ไม่มีสี ascospore ลักษณะรูปไข่ ขนาด 6.5-7 x 4.0-5.5 ไมโครเมตร มีรายงานพบราชนิดนี้ได้ทั้งในดินและมูลสัตว์ เช่น มูลกวาง วัว ช้าง และแพะ (Manoch *et al*., 1999; Jeamjitt, 2007)



ภาพที่ 2.8.4 *Hamigera* sp.: A. โคโลนีของเชื้อรา *Hamigera* sp. บนอาหาร PDA B. Ascospore

ลิขสิทธิ์กรมวิชาการเกษตร

Kingdom: Fungi

Phylum: Ascomycota

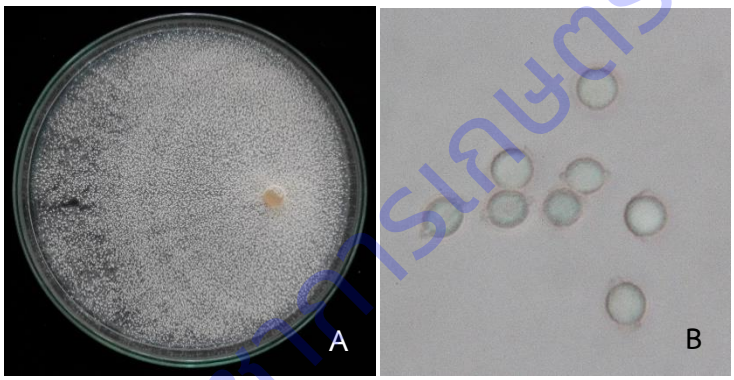
Class: Eurotiomycetes

Order: Eurotiales

Family: Trichocomaceae

Genus: *Neosartorya*

เชื้อราในสกุลนี้เป็นระยะสืบพันธุ์แบบอาศัยเพศของเชื้อรา *Aspergillus* โคโลนีสีขาวถึงสีขาวครีม cleistothecium สีขาวถึงสีขาวครีม ascospore ขนาด 5-4 ไมโครเมตร มี equatorial crest ขนาด 1.0 ไมโครเมตร เชื้อราชนิดนี้พบได้ทั่วไปในดิน ทั้งดินป่า ดินเพาะปลูก และมูลสัตว์ (Domsch *et al*., 1993; Jeamjitt, 2007)



ภาพที่ 2.8.5 *Neosartorya* sp.: A. โคโลนีของเชื้อรา *Neosartorya* sp. บนอาหาร PDA B. Cleistothecium; C. Ascospore

ศูนย์วิทยทรัพยากร

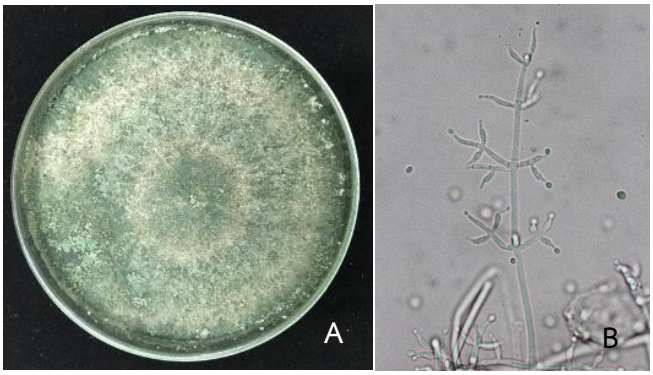
Kingdom: Fungi
Phylum: Ascomycota
Class: Eurotiomycetes
Order: Eurotiales
Family: Trichocomaceae
Genus: *Talaromyces*

เชื้อราในสกุลนี้เป็นระยะสืบพันธุ์แบบอาศัยเพศของเชื้อรา *Penicillium* โคโลนีสีเหลือง สร้าง gymnothecium สีเหลืองหรือเหลืองอมชมพู ascospore มีลักษณะรี (ellipsoidal) มีขนาด 4.5-5.5 ไมโครเมตร ผนังมีหนาม (spinose) เชื้อรา *Talaromyces* พบได้ทั่วไปในดิน ทั้งดินป่า ดินเพาะปลูก (Domsch *et al*., 1983) มีรายงานราชนิดนี้บนมูลเก้ง ควาย อูฐ วัว กวาง ช้าง แพะ ม้า หนู คางคก และกระทิง นอกจากนี้มีรายงานพบบนใบกุหลาบเชียงดาว (*Rhododendron ludwigianum*) จากเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าภูหลวง จ.เลย (Jeamjitt, 2007; Kokaew, 2011)

Kingdom: Fungi
Phylum: Ascomycota
Class: Sordariomycetes
Order: Hypocreales
Family: Hypocreaceae
Genus: *Trichoderma*

เชื้อราไตรโคเดอร์มาสร้างโคโลนีสีเขียว บางสายพันธุ์สร้างสีเขียวอมเหลือง เจริญเติบโตรวดเร็ว สร้างสปอร์จำนวนมาก สร้าง phialide บนก้านชู เชื้อราไตรโคเดอร์มาพบได้ทั่วไปในดิน ทั้งดินป่า ดินเพาะปลูก โดยอาศัยอาหารจากซากพืชในดิน และไม่เป็นอันตรายติอพืช คน และสัตว์ เชื้อรไตรโคเดอร์มานอกจากมีการเจริญเติบโตที่รวดเร็ว ยังมีกลไกในการควบคุมเชื้อราสาเหตุโรคพืช เช่น การเจริญแข่งขัน แย่งอาหาร ที่อยู่อาศัยของเชื้อราสาเหตุโรคพืช เป็นปรสิต สร้างเอนไซม์ เป็นต้น ปัจจุบันมีการนำเชื้อราไตรโคเดอร์มามาใช้ในการควบคุมเชื้อสาเหตุโรคพืชหลายชนิด เช่น *Phytophthora palmivora* สาเหตุโรครากเน่า โคนเน่าทุเรียน *Pythium aphanidermatum* สาเหตุโรคเน่าคอดิน (damping-off) ในพืชผัก เป็นต้น

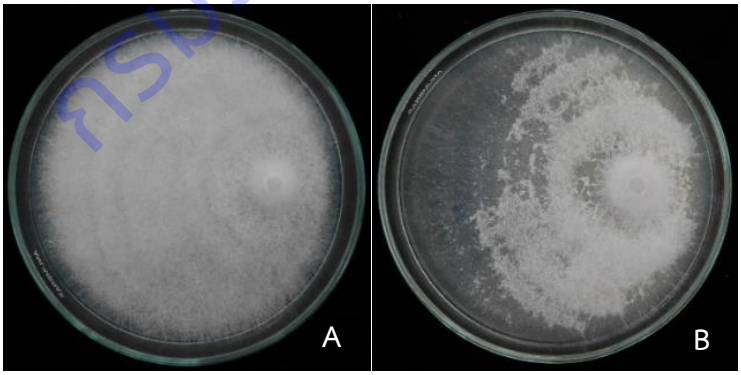
กรมวิชาการเกษตร



ภาพที่ 2.8.6 *Trichoderma* sp.: A. โคโลนีของเชื้อรา *Trichoderma* sp. บนอาหารเลี้ยงเชื้อ PDA; B. Conidiophore and phialide

2. การเก็บตัวอย่างโรคเหี่ยวของพริกและแยกเชื้อรา *F. oxysporum*

แยกเชื้อราจากรากต้นพริกที่แสดงอาการเหี่ยวและจากดินปลูกพริก ได้เชื้อรา *F. oxysporum* จำนวน 2 ไอโซเลท ได้แก่ M0581 และ M0672 (Figure 7A และ B) จากนั้นทำการพิสูจน์การเกิดโรคด้วยวิธี Koch's postulates โดยทำการปลูกเชื้อราทั้ง 2 ไอโซเลทลงบนต้นกล้าพริก พบว่าต้นกล้าพริกแสดงอาการเหี่ยวและใบร่วง จากนั้นทำการแยกเชื้อราสาเหตุจากต้นพริกอีกครั้ง พบว่าแยกได้เชื้อราชนิดเดียวกับที่ทำการปลูกเชื้อ



ภาพที่ 7 *Fusarium oxysporum*: A. โคโลนีของเชื้อรา *F. oxysporum* (M0581) B. โคโลนีของเชื้อรา *F. oxysporum* (M0762)

กรมวิชาการเกษตร

3. การทดสอบศักยภาพของราปฏิปักษ์ในการยับยั้งการเจริญของเชื้อรา *F. oxysporum* ในสภาพห้องปฏิบัติการ

นำเชื้อราปฏิปักษ์ที่แยกได้จากดินมาทำการทดสอบศักยภาพในการยับยั้งการเจริญของเชื้อรา *F. oxysporum* โดยวิธี dual culture พบว่า เชื้อรา *Trichoderma* spp. ทั้งจำนวน 34 ไอโซเลท มีเปอร์เซ็นต์การยับยั้งการเจริญเติบโตของเส้นใยเชื้อรา *F. oxysporium* ทั้ง 2 ไอโซเลท โดยเชื้อรา *Trichoderma* ไอโซเลท 1-27 ไอโซเลท 29 และไอโซเลท 34 มีเปอร์เซ็นต์การยับยั้งการเจริญเติบโตของเส้นใยเชื้อรา *F. oxysporium* ทั้ง 2 ไอโซเลท มากกว่า 70 เปอร์เซ็นต์ เชื้อรา *Trichoderma* ไอโซเลท 28 มีเปอร์เซ็นต์การยับยั้งการเจริญเติบโตของเส้นใยเชื้อรา *F. oxysporium* ทั้ง 2 ไอโซเลท มากกว่า 60 เปอร์เซ็นต์ เชื้อรา *Trichoderma* ไอโซเลท 30 31 32 และ 33 มีเปอร์เซ็นต์การยับยั้งการเจริญเติบโตของเส้นใยเชื้อรา *F. oxysporium* (M0581) 50.32 68.10 58.49 และ 68.10 ตามลำดับ และมีเปอร์เซ็นต์การยับยั้งการเจริญเติบโตของเส้นใยเชื้อรา *F. oxysporium* (M0672) 48.16 48.17 50.09 และ 48.17 ตามลำดับ (Table 1 และ Figure 8) จากนั้นจะทำการคัดเลือกเชื้อรา *Trichoderma* ที่มีเปอร์เซ็นต์การยับยั้งการเจริญเติบโตของเส้นใยเชื้อรา *F. oxysporium* ได้ดีที่สุด จำนวน 10 ไอโซเลท ดังนี้ เพื่อทำการทดสอบศักยภาพในการเป็นปฏิปักษ์ของเชื้อราที่แยกได้จากดินต่อเชื้อรา *F. oxysporum* ในโรงเรือน

กรมวิชาการเกษตร

ตารางที่ 2.8.1 แสดงเปอร์เซ็นต์การยับยั้งการเจริญเติบโตของเส้นใยเชื้อรา *Fusarium oxysporum*

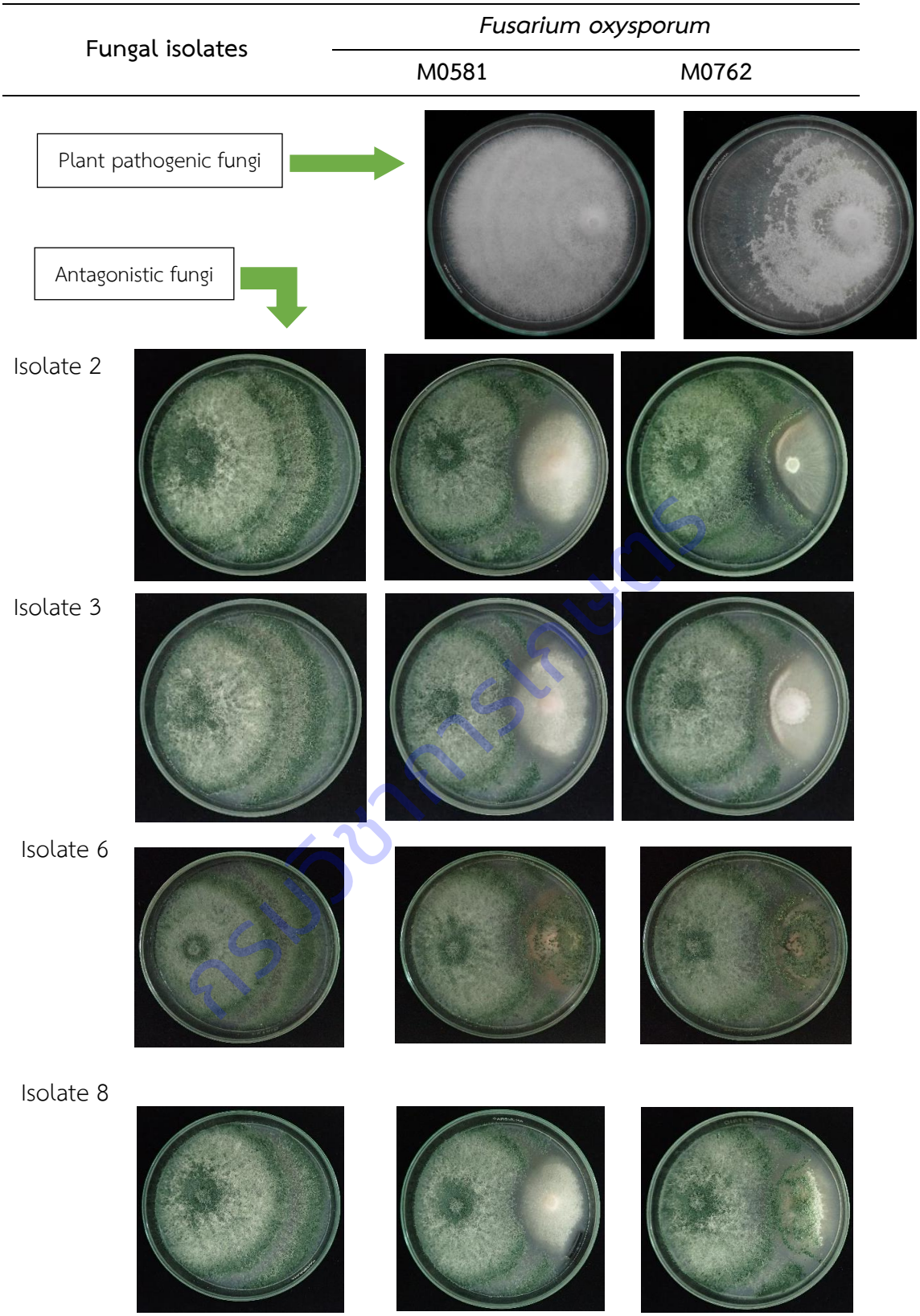
Trichoderma spp.	% inhibition of *Fusarium oxysporum in vitro*	
	M0581	M0672
Isolate 1	73.28	73.28
Isolate 2	78.45	75.29
Isolate 3	77.30	79.41
Isolate 4	76.72	71.18
Isolate 5	72.41	71.47
Isolate 6	78.16	78.24
Isolate 7	74.14	75.00
Isolate 8	77.30	78.82
Isolate 9	78.74	75.00
Isolate 10	76.72	75.59
Isolate 11	75.57	77.65
Isolate 12	77.59	78.57
Isolate 13	79.89	77.06
Isolate 14	76.15	76.76
Isolate 15	70.93	75.43
Isolate 16	66.86	65.43
Isolate 17	73.84	76.86
Isolate 18	76.74	76.00
Isolate 19	72.09	76.86
Isolate 20	71.80	71.14
Isolate 21	82.00	79.36
Isolate 22	77.33	78.29
Isolate 23	78.49	75.71
Isolate 24	78.49	79.57
Isolate 25	72.97	77.71

กรมวิชาการเกษตร

ตารางที่ 2.8.1 ต่อ

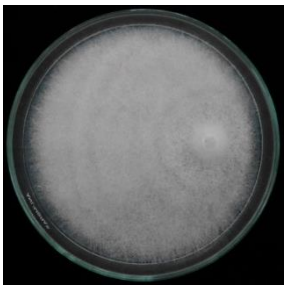
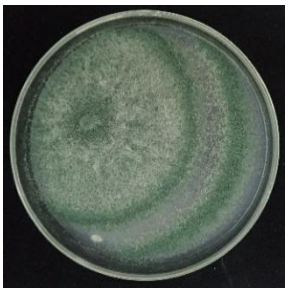
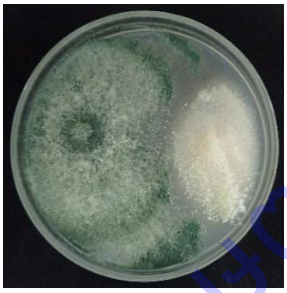
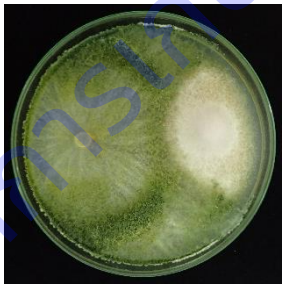
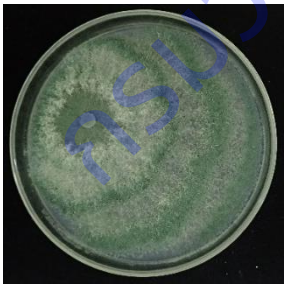
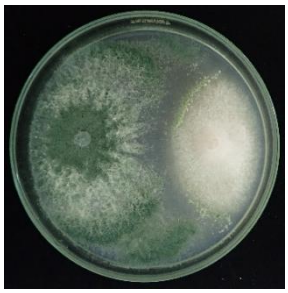
Trichoderma spp.	% inhibition of *Fusarium oxysporum in vitro*	
	M0581	M0672
Isolate 26	76.16	75.43
Isolate 27	76.45	76.00
Isolate 28	62.50	76.00
Isolate 29	73.84	71.43
Isolate 30	50.32	48.16
Isolate 31	68.10	48.17
Isolate 32	58.49	50.09
Isolate 33	66.54	55.00
Isolate 34	70.50	73.29

กรมวิชาการเกษตร



ภาพที่ 2.8.8 การยับยั้งการเจริญเติบโตของเส้นใยเชื้อรา *Fusarium oxysporum*: *Trichoderma* spp. (ซ้าย) และ *F. oxysporium* (ขวา)

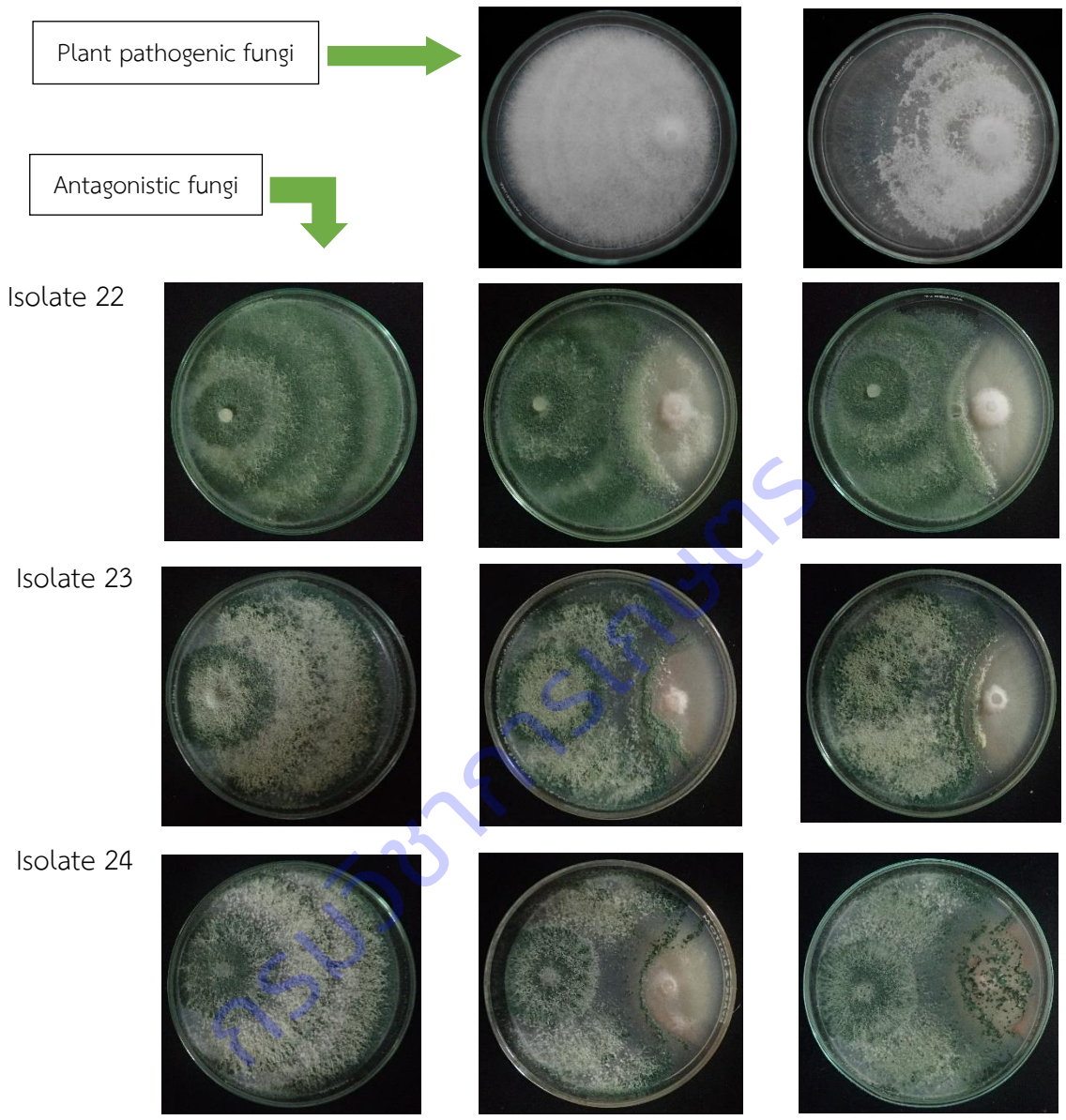
ศูนย์วิทยทรัพยากร

Fungal isolates	*Fusarium oxysporum*	
	M0581	M0762
Plant pathogenic fungi →		
Antagonistic fungi ↓		
Isolate 9		
Isolate 13		
Isolate 12		
Isolate 21		

กรมวิชาการเกษตร

ภาพที่ 2.8.8 ต่อ

Fungal isolates	*Fusarium oxysporum*	
	M0581	M0762



ภาพที่ 2.8.8 ต่อ

ศูนย์วิทยทรัพยากร

4. การทดสอบประสิทธิภาพเชื้อราปฏิปักษ์ในการควบคุมเชื้อรา *F. oxysporum* สาเหตุโรคเหี่ยวของพริกในโรงเรือน

4.1 คัดเลือกเชื้อราปฏิปักษ์ในการป้องกันกำจัดโรคเหี่ยวของพริก

นำเชื้อราไตรโคเดอร์มาทั้ง 10 ไอโซเลทที่คัดเลือกจากข้อ 3 มาทดสอบความสามารถของเชื้อราปฏิปักษ์ในการควบคุมโรคเหี่ยวพริกในโรงเรือนปลูกพืชทดลอง โดยปลูกเชื้อรา *F. oxysporum* ด้วยวิธีการคลุกเชื้อราลงไปในดินที่ปลูกต้นพริก เป็นเวลา 1 วัน จากนั้นราดด้วยเชื้อราปฏิปักษ์ที่เตรียมไว้ ดังนี้ ไตรโคเดอร์มา ไอโซเลท 21 ไอโซเลท 13 ไอโซเลท 9 ไอโซเลท 6 ไอโซเลท 2 ไอโซเลท 3 ไอโซเลท 24 ไอโซเลท 23 ไอโซเลท 8 และไอโซเลท 12 พบว่าทุกกรรมวิธีที่ใส่เชื้อราปฏิปักษ์มีเปอร์เซ็นต์การเกิดโรคที่ลดลงเมื่อเปรียบเทียบกับกรรมวิธีที่ปลูกเชื้อรา *F. oxysporum* เพียงอย่างเดียว (ตารางที่ 2.8.2 และ ภาพที่ 2.8.9) และทำการคัดเลือกเชื้อราปฏิปักษ์ไอโซเลท 21 และ 24 เนื่องจากมีเปอร์เซ็นต์การเกิดโรคน้อยกว่าไอโซเลทอื่นๆ โดยมีเปอร์เซ็นต์การเกิดโรค 25.00 และ 32.50 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ จากการทดลองแสดงให้เห็นว่าเชื้อราไตรโคเดอร์มาที่นำมาศึกษาในครั้งนี้มีศักยภาพในการเป็นเชื้อราปฏิปักษ์เช่นเดียวกับการทดลองของ Sastiya *et al*. (2016) รายงานการนำเชื้อรา *Trichoderma viride* ที่แยกได้จากดินบริเวณ rhizosphere และ rhizoplane มาทดสอบการเป็นปฏิปักษ์กับเชื้อรา *F. oxysporum* f.sp. *capsici* สาเหตุโรคเหี่ยวของพริก พบว่า เชื้อรา *T. viride* มีความสามารถในการยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อรา *F. oxysporum* f.sp. *capsici* สาเหตุโรคเหี่ยวในพริกได้ นอกจากนี้ Sallam *et al*. (2019) รายงานการทดสอบเชื้อรา *Trichoderma* spp. จำนวน 7 ไอโซเลท (T1-T7) ควบคุมโรคเหี่ยวมะเขือเทศสาเหตุเกิดจาก *F. oxysporum* f.sp. *lycopersici* ในประเทศอียิปส์พบว่ากรรมวิธีที่ใส่เชื้อรา *Trichoderma* spp. T3 และ T7 มีเปอร์เซ็นต์การเกิดโรคที่ลดลง 24.8 และ 34.6 ตามลำดับเมื่อเปรียบเทียบกับไอโซเลทอื่นๆ แสดงให้เห็นว่านอกจากการใช้เชื้อราไตรโคเดอร์มาในการควบคุมเชื้อราสาเหตุโรครากเน่าโคนเน่าของทุเรียนและโรคเน่าคอดินในพืชผักแล้วนั้น ได้มีการทดลองนำเชื้อราไตรโคเดอร์มามาทำการทดสอบเพื่อใช้ควบคุมเชื้อราสาเหตุโรคพืชชนิดอื่นๆ อีกหลายชนิด

ลิขสิทธิ์กรมวิชาการเกษตร

ตารางที่ 2.8.2 แสดงเปอร์เซ็นต์การเกิดโรคหลังจากปลูกเชื้อด้วยเชื้อรา *Fusarium oxysporum* และเชื้อราปฏิปักษ์

กรรมวิธี	**เปอร์เซ็นต์การเกิดโรค**[1/]
1. เชื้อราปฏิปักษ์ไอโซเลท 21	25.00 b
2. เชื้อราปฏิปักษ์ไอโซเลท 13	50.00 c
3. เชื้อราปฏิปักษ์ไอโซเลท 9	40.00 bc
4. เชื้อราปฏิปักษ์ไอโซเลท 6	35.00 bc
5. เชื้อราปฏิปักษ์ไอโซเลท 2	45.00 c
6. เชื้อราปฏิปักษ์ไอโซเลท 3	42.50 bc
7. เชื้อราปฏิปักษ์ไอโซเลท 24	32.50 bc
8. เชื้อราปฏิปักษ์ไอโซเลท 23	50.00 c
9. เชื้อราปฏิปักษ์ไอโซเลท 8	45.00 c
10. เชื้อราปฏิปักษ์ไอโซเลท 12	67.50 d
11. คลุกดินด้วยเชื้อรา *F. oxysporum*	70.00 d
12. น้ำกลั่นนึ่งฆ่าเชื้อ (กรรมวิธีควบคุม)	0.00 a
C.V. (%)	26.02

[1/] ค่าเฉลี่ยที่กำกับด้วยตัวอักษรเหมือนกันในคอลัมน์เดียวกันไม่แตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยวิธี DMRT

กรมวิชาการเกษตร

ภาพที่ 2.8.9 ลักษณะของพริกหลังทำการปลูกเชื้อรา *Fusarium oxysporum* และเชื้อราปฏิปักษ์

4.2 ทดสอบวิธีการใช้เชื้อราปฏิปักษ์ในการป้องกันกำจัดโรคเหี่ยวของพริก

นำเชื้อราปฏิปักษ์ในกรรมวิธีที่เปอร์เซ็นต์การเกิดโรคน้อยจากข้อ 4.1 จำนวน 2 ไอโซเลท คือ ไอโซเลท 21 และ 24 มาทำการทดสอบวิธีการนำเชื้อราปฏิปักษ์ไปใช้ในการควบคุมโรคเหี่ยวพริก พบว่า ต้นพริกในทุกกรรมวิธีที่ใส่เชื้อราไตรโคเดอร์มามีเปอร์เซ็นต์การเกิดโรคลดลงเมื่อเปรียบเทียบกับชุดควบคุมที่ใส่เพียงเชื้อรา *F. oxysporum* จากการทดลองนำเชื้อราปฏิปักษ์ทั้ง 2 ไอโซเลทมาทำการทดสอบพบว่าให้ผลที่สอดคล้องกันคือกรรมวิธีที่ราดด้วยเชื้อราปฏิปักษ์พร้อมปลูกพริกและราดซ้ำทุก 7 วัน ลดเปอร์เซ็นต์การเกิดโรคได้ดีที่สุด (ตารางที่ 2.8.3 และ ภาพที่ 2.8.10)

ตารางที่ 2.8.3 เปอร์เซ็นต์การเกิดโรคหลังการทดสอบวิธีการใช้เชื้อราปฏิปักษ์

กรรมวิธี	เปอร์เซ็นต์การเกิดโรค[1/]
1. ราดด้วยเชื้อราปฏิปักษ์ไอโซเลทที่ 21 พร้อมปลูกพริก และราดซ้ำทุก 7 วัน	7.50 ab
2. ราดด้วยเชื้อราปฏิปักษ์ไอโซเลทที่ 21 หลังจากปลูกพริก 3 วัน และราดซ้ำทุก 7 วัน	25.00 bc
3. คลุกดินด้วยเชื้อราปฏิปักษ์ไอโซเลทที่ 21 ที่เลี้ยงบนเมล็ดข้าวฟ่างก่อนปลูกพริก และใส่เชื้อราปฏิปักษ์ทุก 7 วัน	30.00 c
4. โรยเมล็ดข้าวฟ่างที่มีเชื้อปฏิปักษ์ไอโซเลทที่ 21 หลังปลูกพริก 3 วัน และโรยเมล็ดข้าวฟ่างที่มีเชื้อปฏิปักษ์ทุก 7 วัน	47.50 d
5. ราดด้วยเชื้อราปฏิปักษ์ไอโซเลทที่ 24 พร้อมปลูกพริก และราดซ้ำทุก 7 วัน	10.00 ab
6. ราดด้วยเชื้อราปฏิปักษ์ไอโซเลทที่ 24 หลังจากปลูกพริก 3 วัน และราดซ้ำทุก 7 วัน	25.00 bc
7. คลุกดินด้วยเชื้อราปฏิปักษ์ไอโซเลทที่ 24 ที่เลี้ยงบนเมล็ดข้าวฟ่างก่อนปลูกพริก และใส่เชื้อราปฏิปักษ์ทุก 7 วัน	30.00 c
8. โรยเมล็ดข้าวฟ่างที่มีเชื้อปฏิปักษ์ไอโซเลทที่ 24 หลังปลูกพริก 3 วัน และโรยเมล็ดข้าวฟ่างที่มีเชื้อปฏิปักษ์ทุก 7 วัน	57.50 d
9. คลุกดินด้วยเชื้อรา *F. oxysporum*	62.50 d
10. น้ำกลั่นนึ่งฆ่าเชื้อ (กรรมวิธีควบคุม)	0.00 a
C.V. (%)	37.87

[1/] ค่าเฉลี่ยที่กำกับด้วยตัวอักษรเหมือนกันในคอลัมน์เดียวกันไม่แตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยวิธี DMRT

กรมวิชาการเกษตร

ภาพที่ 2.8.10 แสดงอาการของพืชหลังการทดสอบวิธีการใช้เชื้อราปฏิปักษ์

การทดลองที่ 2.9 การคัดเลือกและทดสอบประสิทธิภาพแบคทีเรียปฏิปักษ์ในการควบคุมโรคใบจุดพริกที่เกิดจากแบคทีเรีย *Xanthomonas axonopodis pv. Vesicatoria*

ผลการทดลอง

ดำเนินการทดสอบประสิทธิภาพเชื้อแบคทีเรียปฏิปักษ์ควบคุมโรคใบจุดแบคทีเรียของพริกในสภาพโรงเรือนปลูกพืชทดลอง

วางแผนการทดลองแบบ CRD จำนวน 4 ซ้ำ ซ้ำละ 3 ต้น มี 6 กรรมวิธี ประกอบด้วย

กรรมวิธีที่ 1 พ่นด้วย cell suspension ของเชื้อแบคทีเรียปฏิปักษ์ไอโซเลทกาญจนบุรี

กรรมวิธีที่ 2 พ่นด้วย cell suspension ของเชื้อแบคทีเรียปฏิปักษ์ไอโซเลทตาก

กรรมวิธีที่ 3 พ่นด้วย cell suspension ของเชื้อแบคทีเรียปฏิปักษ์ไอโซเลทสกลนคร

กรรมวิธีที่ 4 พ่นด้วยน้ำเปล่า

กรรมวิธีที่ 5 พ่นด้วยสารเคมีคอปเปอร์ออกซี่คลอไรด์

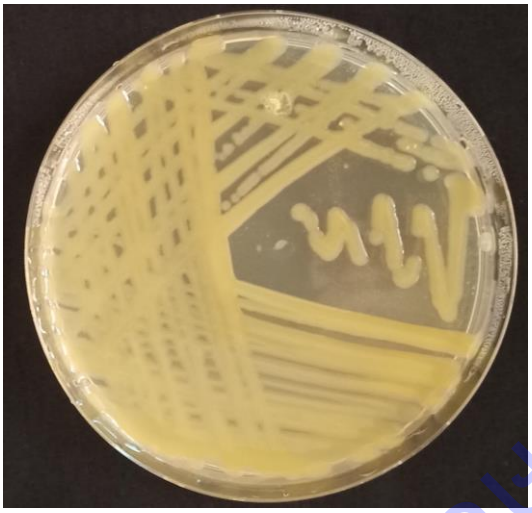
กรรมวิธีที่ 6 พ่น cell suspension ของเชื้อ *X. axonopodis* pv. *vesicatoria*

ปลูกเชื้อ *X. axonopodis* pv. *vesicatoria* บนใบพริก โดยนำเชื้อ *X. axonopodis* pv. *vesicatoria* เลี้ยงบนอาหาร NGA บ่มเชื้อไว้ที่อุณหภูมิห้อง นาน 24 ชั่วโมง และนำมาเตรียมเซลล์แขวนลอยเชื้อปรับให้มีความเข้มข้นประมาณ 10^8 หน่วยโคโลนีต่อมิลลิลิตร ปลูกเชื้อด้วยการพ่นเซลล์แขวนลอยเชื้อบนใบพริก เมื่อปลูกเชื้อเสร็จนำถุงพลาสติกพ่นน้ำมาคลุม ประมาณ 24 ชั่วโมงจึงนำถุงพลาสติกออก วางไว้บนชั้นในโรงเรือนทดลอง

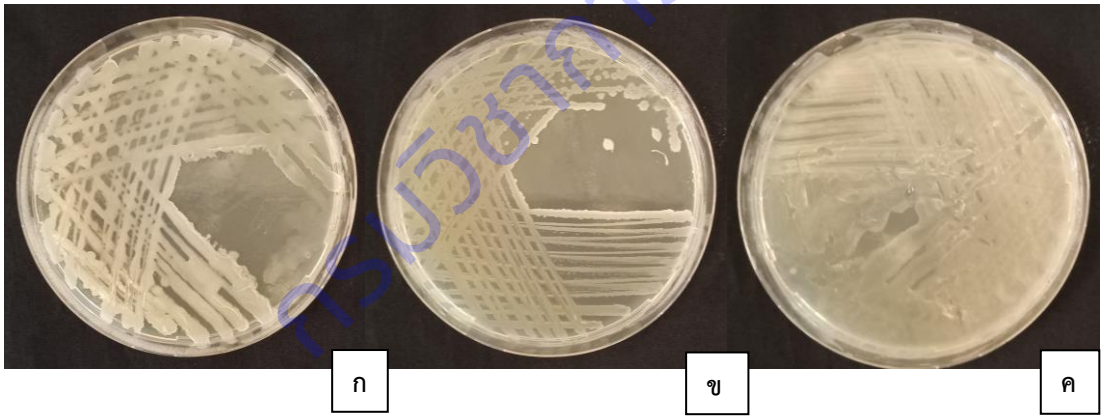
จากนั้นนำเชื้อแบคทีเรียปฏิปักษ์มาเตรียมเซลล์แขวนลอยปรับให้มีความเข้มข้นเซลล์ประมาณ 10^8 หน่วยโคโลนีต่อมิลลิลิตร จากนั้นพ่นสารละลายเชื้อแบคทีเรียปฏิปักษ์ ตามกรรมวิธีหลังทำการปลูกเชื้อ *X. axonopodis* pv. *vesicatoria* 1 วัน โดยทุกๆ 7 วัน จะทำการพ่น cell suspension ของเชื้อแบคทีเรียปฏิปักษ์ สารคอปเปอร์ไฮดรอกไซด์ และน้ำกลั่นนึ่งฆ่าเชื้อ โดยพ่นที่ 7, 14, 21, 28 และ 35 วัน จำนวน 5 ครั้ง สังเกตอาการแล้วประเมินความรุนแรงของการเกิดโรค

กรมวิชาการเกษตร

ผลการทดสอบประสิทธิภาพแบคทีเรียปฏิปักษ์ในการควบคุมโรคใบจุดพริก โดยการฉีดพ่นเซลล์แขวนลอยเชื้อบาซิลัสทั้ง 3 ไอโซเลท พบว่า เชื้อแบคทีเรียปฏิปักษ์ ไอโซเลทสกลนคร (BS24) ประสิทธิภาพในการควบคุมโรคใบจุดพริกได้ดีที่สุด รองลงมา คือ ไอโซเลทตาก (BS19) ส่วน ไอโซเลทกาญจนบุรี (BS3) ควบคุมโรคใบจุดได้น้อยที่สุด



ภาพที่ 2.9.1. เชื้อแบคทีเรีย *X. axonopodis* pv. *vesicatoria* ที่ใช้ในการปลูกเชื้อกับพริก



ภาพที่ 2.9.2 เชื้อแบคทีเรียปฏิปักษ์ที่ใช้ในการทดสอบประสิทธิภาพในการควบคุมโรคใบจุดพริก

ก. เชื้อแบคทีเรียปฏิปักษ์ ไอโซเลทกาญจนบุรี (BS3)

ข. เชื้อแบคทีเรียปฏิปักษ์ ไอโซเลทตาก(BS19)

ค. เชื้อแบคทีเรียปฏิปักษ์ ไอโซเลทสกลนคร (BS24)

กรมวิชาการเกษตร

ก ข ค ง จ ฉ

ภาพที่ 2.9.3 ต้นพริกที่ได้รับการฉีดพ่นด้วยกรรมวิธีต่างๆ

ก. พ่นด้วยน้ำเปล่า

ข. พ่นด้วย cell suspension ของเชื้อแบคทีเรียปฏิปักษ์ไอโซเลทกาญจนบุรี (BS3)

ค. พ่นด้วย cell suspension ของเชื้อแบคทีเรียปฏิปักษ์ไอโซเลทตาก (BS19)

ง. พ่นด้วย cell suspension ของเชื้อแบคทีเรียปฏิปักษ์ไอโซเลทสกลนคร (BS24)

จ. พ่น cell suspension ของเชื้อ *X. axonopodis* pv. *vesicatoria*

ฉ. พ่นด้วยสารเคมีคอปเปอร์ออกซี่คลอไรด์

กรมวิชาการเกษตร

ก ข ค

ภาพที่ 2.9.4. เปรียบเทียบประสิทธิภาพแบคทีเรียปฏิปักษ์ในการควบคุมโรคใบจุดพริก

ก. ไอโซเลทกาญจนบุรี (BS3) ควบคุมโรคใบจุดพริกได้น้อยที่สุด

ข. ไอโซเลทตาก (BS19) ควบคุมโรคใบจุดพริก รองลงมา

ค. ไอโซเลทสกลนคร (BS24) (ค) มีประสิทธิภาพตวบคุมใบจุดพริกได้ดีที่สุด

การทดลองที่ 2.10 การคัดเลือกและทดสอบแบคทีเรีย *Bacillus* spp.ที่มีศักยภาพในการควบคุมโรคเน่าคอดิน (damping-off) และโรคลำต้นเน่า (stem rot) สาเหตุจากเชื้อรา *Pythium aphanidermatum* ในมะเขือเทศ

ผลการทดลอง

การทดสอบประสิทธิภาพในการควบคุมโรคเน่าคอดิน (damping -off)

ผลการทดลอง ที่ 52 วันหลังการทดสอบ พบว่ากรรมวิธีที่ราดด้วย *Bacillus* spp. ทั้ง 5 ไอโซเลท ได้แก่ 18 G6 19W12 19W32 19W33 และ20W18 มีประสิทธิภาพในการควบคุมโรคเน่าคอดินมะเขือเทศ โดยสามารถลดการเกิดโรคได้ทุกไอโซเลท โดยมีเปอร์เซ็นต์การเกิดโรคเท่ากับ 67.77 44.89 36.65 .39.02 และ64.37 เมื่อเปรียบเทียบกับกรรมวิธีเปรียบเทียบที่ปลูกเชื้ออย่างเดียว (กรรมวิธีที่ 8) ซึ่งมีเปอร์เซ็นต์การเกิดโรคเท่ากับ 97.27 โดยกรรมวิธีที่ราดด้วยไอโซเลท 19W32 และ19W33 มีประสิทธิภาพในการควบคุมโรคไม่แตกต่างทางสถิติกับกรรมวิธีที่ราดด้วยสารmetalaxyl 25%WP ทั้งนี้ไอโซเลท 19W32 มีประสิทธิภาพสูงสุด โดยสามารถลดการเกิดโรคได้ถึง 62.49 (ตารางที่ 2.10.1 ภาพที่ 2.10.1 และ ภาพที่ 2.10.2)

กรมวิชาการเกษตร

การทดสอบประสิทธิภาพในการควบคุมโรคลำต้นเน่า (stem rot)

นำ *Bacillus* spp. ไอโซเลท 19W12 19W32 และ19W33 ซึ่งมีประสิทธิภาพในการควบคุมโรคเน่าคอดิน มาผลิตเป็นชีวภัณฑ์สูตรผง นำไปทดสอบการควบคุมโรคลำต้นเน่ามะเขือเทศ (stem rot) โดยวิธีราดดิน จำนวน 3 ครั้ง ผลการทดลอง ที่ 52 วันหลังการทดสอบ พบว่ากรรมวิธีที่ราดด้วยชีวภัณฑ์ 19W12 19W32 และ 19W33 มีประสิทธิภาพไม่แตกต่างกับกรรมวิธีที่ราดด้วยสารmetalaxyl 25% WP โดยมีค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์การเกิดโรคเท่ากับ 71.67 67.50 60.84 และ74.17 ตามลำดับ โดยที่ทุกกรรมวิธีสามารถลดการเกิดโรคได้เมื่อเปรียบเทียบกับกรรมวิธีที่ไม่มีการราดสาร(กรรมวิธีที่ 5) โดยกรรมวิธีที่ราดด้วยชีวภัณฑ์ 19W32 มีประสิทธิภาพสูงสุด คือสามารถลดการเกิดโรคได้ถึง 39.16เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 2.10.2 ภาพที่ 2.10.3 และภาพที่ 2.10.4)

ตารางที่ 2.10.1 ค่าเฉลี่ยการเกิดโรคเน่าคอดินที่เกิดจากเชื้อรา *Pythium aphanidermatum* ที่ 14 18 21 24 และ 52 วัน หลังการทดสอบ

กรรมวิธี/ *Bacillus* **spp.**	**ค่าเฉลี่ยการเกิดโรค (%)**[1/]				
	14 DAI*	18 DAI	21 DAI	24 DAI	52 DAI
T1 18 G6	40.76d[2/]	44.38d	47.38cd	50.10de	67.77d
T2 19 W12	17.75b	21.18bc	21.72b	22.62b	44.89c
T3 19 W32	19.82b	22.38bc	23.41b	28.40c	36.65b
T4 19 W33	28.23c	28.87c	33.67c	35.10d	39.02b
T5 20W18	42.22d	42.59d	52.13cd	52.20de	64.37cd
T6 ราดน้ำเปล่า (ไม่ใส่เชื้อในดิน) Control -	0.00a	0.00a	0.00a	0.00a	0.00a
T7 metalaxyl 25% WP	5.25ab	5.93b	6.78a	7.29a	24.15b
T8** ราดน้ำเปล่า (ใส่เชื้อในดิน) Control +	12.71b	20.07bc	60.25d	68.98e	97.27e
CV (%)	**93.65**	**84.24**	**79.66**	**79.70**	**65.98**

* DAI =day after inoculation

1/ ค่าเฉลี่ยของ 4 ซ้ำ

2/ ตัวอักษรเหมือนกันในคอลัมน์เดียวกันไม่แตกต่างกันทางสถิติ โดยวิธี DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

กรมวิชาการเกษตร

ตารางที่ 2.10.2 ค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์การเกิดโรคลำต้นเน่า (stem rot)ที่เกิดจากเชื้อรา *Pythium aphanidermatum* ที่ 10 13 17 และ 21 วัน หลังการทดสอบ

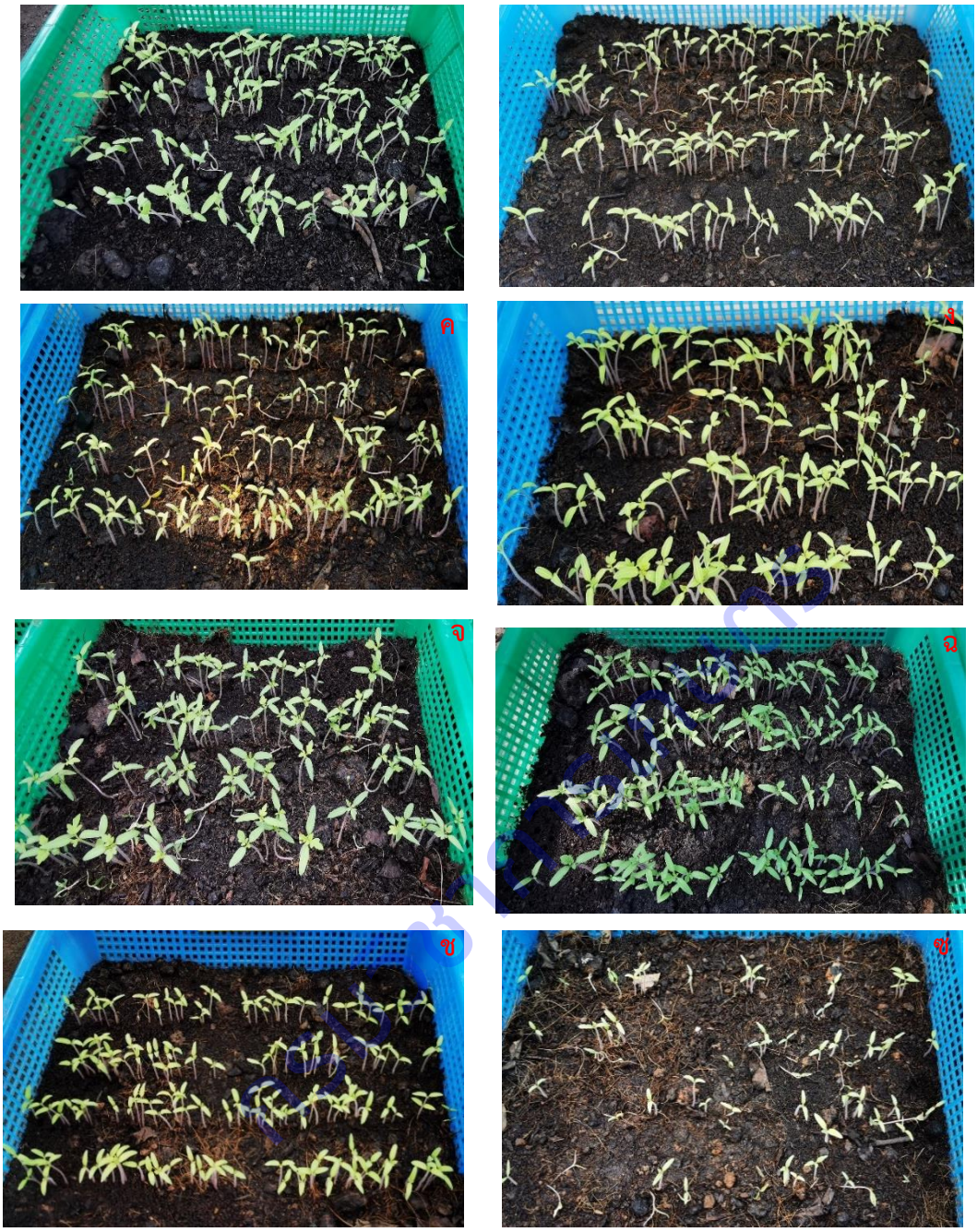
กรรมวิธี/	**ค่าเฉลี่ยการเกิดโรค (%)**[1/]			
***Bacillus* spp.**	**10DAI***	**13DAI**	**17DAI**	**21DAI**
T1 19 W12	43.34cb[2/]	55.83cb	62.50c	71.67b
T2 19 W32	52.50cb	55.84cb	58.34cb	67.50b
T3 19 W33	36.67b	48.33b	53.34cb	60.84b
T4 metalaxyl 25% WP	0.00a	0.83a	30.84b	74.17b
T5** ราดน้ำเปล่า (ใส่เชื้อในดิน) Control +	50.00c	64.17c	83.33cd	100.00c
T6 ราดน้ำเปล่า (ไม่ใส่เชื้อในดิน) Control -	0.00a	0.00a	0.00a	0.00a
CV (%)	82.25	76.11	61.63	52.10

* DAI =day after inoculation

1/ ค่าเฉลี่ยของ 4 ซ้ำ

2/ ตัวอักษรเหมือนกันในคอลัมน์เดียวกันไม่แตกต่างกันทางสถิติ โดยวิธี DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

กรมวิชาการเกษตร



ภาพที่ 2.10.1 แสดงปริมาณการตายและการงอกของกล้ามะเขือเทศที่ปลูกในดินติดเชื้อ *Pythium aphanidermatum* ในกรรมวิธีต่างๆ ที่ 21 วันหลังทดสอบ

ก. ราดด้วย cell suspension ของ *Bacillus* spp. ไอโซเลท 18G6

ข. ราดด้วย cell suspension ของ *Bacillus* spp. ไอโซเลท 19W12

ค. ราดด้วย cell suspension ของ *Bacillus* spp. ไอโซเลท 19W32

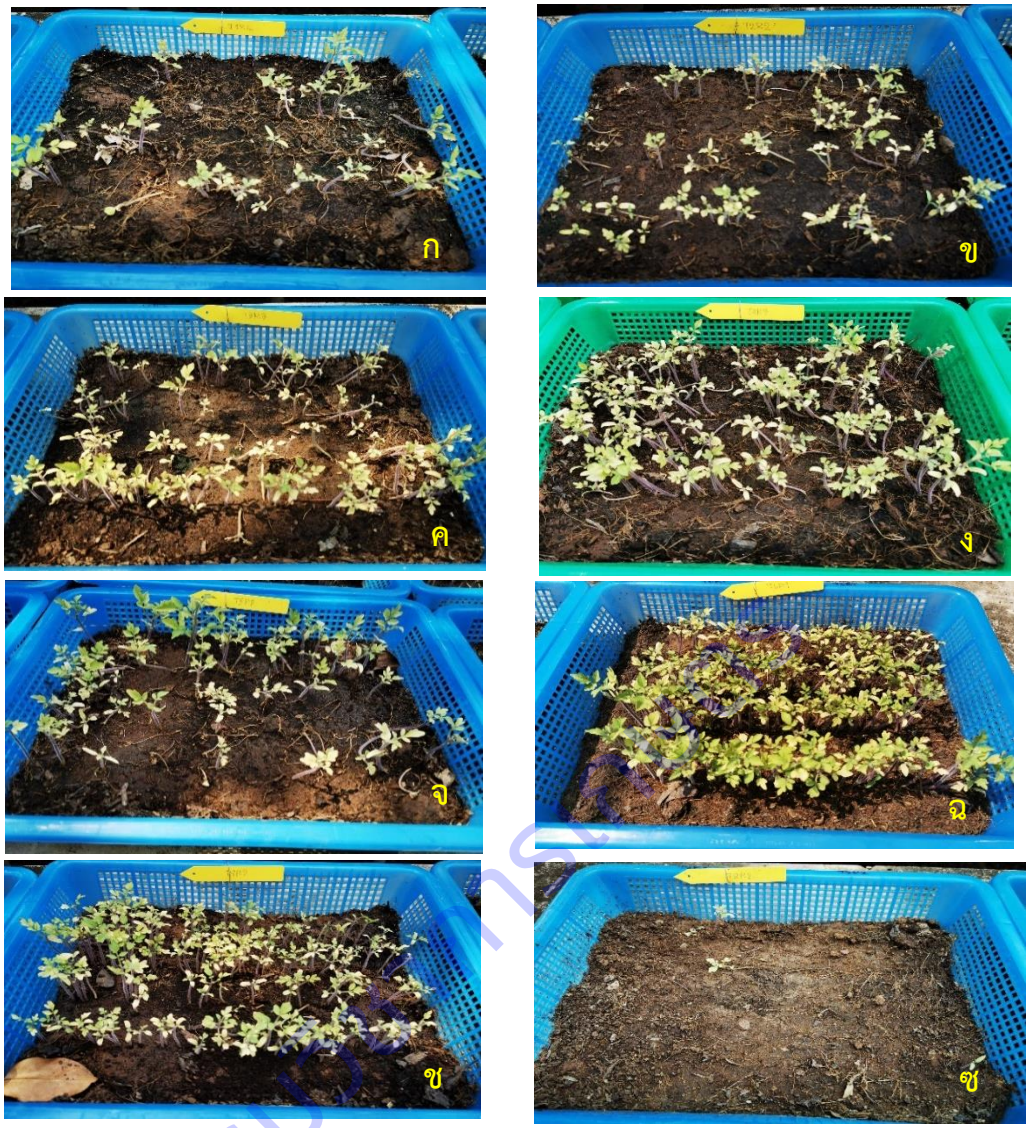
ง. ราดด้วย cell suspension ของ *Bacillus* spp. ไอโซเลท 19W33

จ. ราดด้วย cell suspension ของ *Bacillus* spp. ไอโซเลท 20W18

ฉ. ราดด้วยน้ำเปล่า (ไม่ปลูกเชื้อ)

ช. ราดด้วย metalaxyl 25%WP

ซ. ปลูกเชื้อด้วย *Pythium aphanidermatum* อย่างเดียว (control +)



ภาพที่ 2.10.2 แสดงปริมาณการตายและการงอกของกล้ามะเขือเทศที่ปลูกในดินติดเชื้อ *Pythium aphanidermatum* ในกรรมวิธีต่างๆ ที่ 52 วันหลังทดสอบ

ก. ราดด้วย cell suspension ของ *Bacillus* spp. ไอโซเลท 18G6

ข. ราดด้วย cell suspension ของ *Bacillus* spp. ไอโซเลท 19W12

ค. ราดด้วย cell suspension ของ *Bacillus* spp. ไอโซเลท 19W32

ง. ราดด้วย cell suspension ของ *Bacillus* spp. ไอโซเลท 19W33

จ. ราดด้วย cell suspension ของ *Bacillus* spp. ไอโซเลท 20W18

ฉ. ราดด้วยน้ำเปล่า (ไม่ปลูกเชื้อ)

ช. ราดด้วย metalaxyl 25%WP

ซ. ปลูกเชื้อด้วย *Pythium aphanidermatum* อย่างเดียว (control +)

ภาพที่ 2.10.3 แสดงการเกิดโรคลำต้นเน่าของต้นมะเขือเทศที่ปลูกในดินติดเชื้อ *Pythium aphanidermatum* ในกรรมวิธีต่างๆ ที่ 21 วันหลังทดสอบ

ก. ราดด้วย ชีวภัณฑ์ *Bacillus* spp. ไอโซเลท 19W12

ข. ราดด้วย ชีวภัณฑ์ *Bacillus* spp. ไอโซเลท 19W32

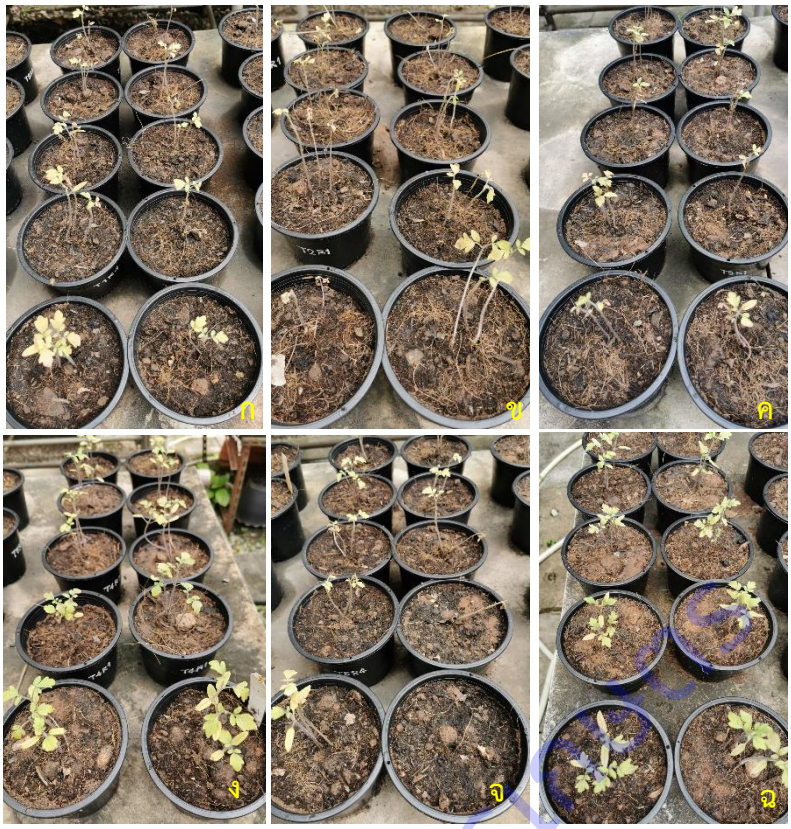
ค. ราดด้วย ชีวภัณฑ์ *Bacillus* spp. ไอโซเลท 19W33

ง. ราดด้วย metalaxyl 25%WP

จ. ราดด้วยน้ำเปล่า (ปลูกเชื้อ *Pythium aphanidermatum*) ; control +

ฉ. ราดด้วยน้ำเปล่า (ไม่ปลูกเชื้อ) ; control -

กรมวิชาการเกษตร



ภาพที่ 2.10.4 แสดงการเกิดโรคลำต้นเน่าของต้นมะเขือเทศที่ปลูกในดินติดเชื้อ *Pythium aphanidermatum* ในกรรมวิธีต่างๆ ที่ 21วันหลังทดสอบ

ก. ราดด้วย ชีวภัณฑ์ *Bacillus* spp. ไอโซเลท 19W12

ข. ราดด้วย ชีวภัณฑ์ *Bacillus* spp. ไอโซเลท 19W32

ค. ราดด้วย ชีวภัณฑ์ *Bacillus* spp. ไอโซเลท 19W33

ง. ราดด้วย metalaxyl 25%WP

จ. ราดด้วยน้ำเปล่า (ปลูกเชื้อ *Pythium aphanidermatum) ;* control +

ฉ. ราดด้วยน้ำเปล่า (ไม่ปลูกเชื้อ) ; control -

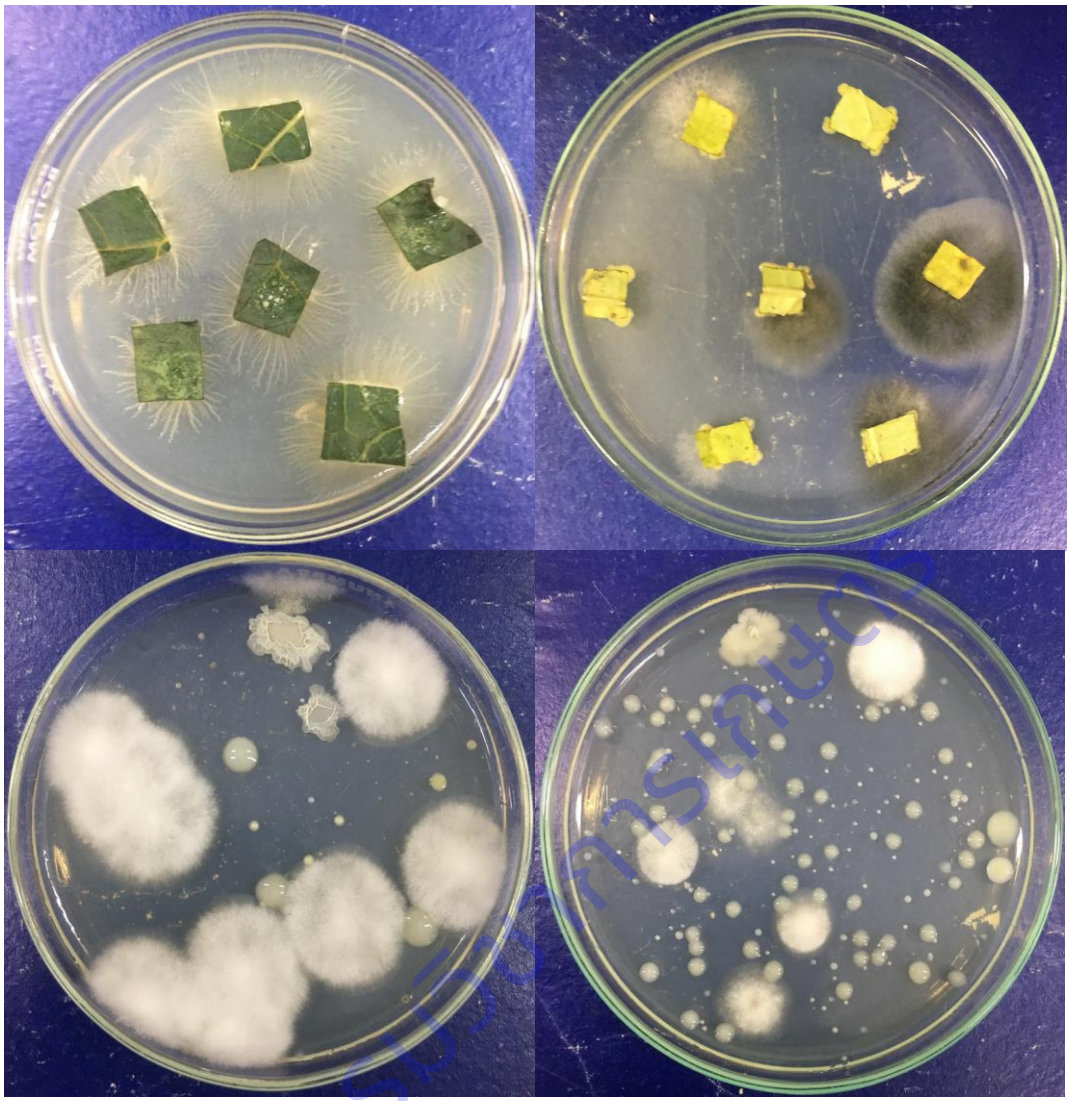
การทดลองที่ 2.11 การคัดเลือกและทดสอบประสิทธิภาพเชื้อจุลินทรีย์ปฏิปักษ์ในการควบคุมโรคราแป้ง (Powdery mildew) พืชตระกูลแตง

ผลการทดลอง

คัดเลือกและทดสอบประสิทธิภาพเชื้อจุลินทรีย์ปฏิปักษ์ในการควบคุมโรคราแป้งพืชตระกูลแตง โดยทำการสำรวจและคัดแยกเชื้อจุลินทรีย์ปฏิปักษ์ ในปี 2562 ได้จำนวนทั้งหมด 30 ตัวอย่าง และนำตัวอย่างใบแตงที่เก็บมาได้จากแต่ละพื้นที่ มาแยกหาเชื้อจุลินทรีย์ปฏิปักษ์ ด้วยวิธี tissue transplanting และ Leaf wash technique บนอาหารเลี้ยงเชื้อ PDA และ NGA ในห้องปฏิบัติการ สามารถคัดแยกได้เชื้อราและแบคทีเรียทั้งหมด 213 ไอโซเลท ในปี 2563 ได้ทำการคัดเลือกและทดสอบประสิทธิภาพเชื้อแบคทีเรียปฏิปักษ์ในการควบคุมการเกิดโรคราแป้งแตงเมล่อน 2 พันธุ์ พบว่า ในพันธุ์ โกลเด้น สวีท นั้นสามารถคัดเลือกไอโซเลทที่มีประสิทธิภาพดีในการควบคุมโรคราแป้งได้ คือ ไอโซเลท DPD3 และ DPD5 พบมีเปอร์เซ็นต์การเกิดโรคราแป้งเฉลี่ย 0.5 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาคือ กรรมวิธี DPD25, DPD24 และ DPD9 พบมีเปอร์เซ็นต์การเกิดโรคราแป้งเฉลี่ย 1.6, 3.0 และ 4.8 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ส่วนผลการทดลองในพันธุ์ มรกต สามารถคัดเลือกไอโซเลทที่มีประสิทธิภาพดีในการควบคุมโรคราแป้ง คือ ไอโซเลท DPD14 และ DPD23 พบมีเปอร์เซ็นต์การเกิดโรคราแป้งเฉลี่ย 0.1 เปอร์เซ็นต์ รองลงมา คือ กรรมวิธี DPD22, DPD15 และ DPD11 พบมีเปอร์เซ็นต์การเกิดโรคราแป้งเฉลี่ย 1.3, 2.4 และ 8.7 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ดังนั้น ในปี 2563 นี้ สามารถคัดเลือกและทดสอบประสิทธิภาพเชื้อแบคทีเรียปฏิปักษ์ ในสภาพโรงเรือนทดลอง ได้ จำนวน 10 ไอโซเลท ได้แก่ DPD3, DPD5, DPD25, DPD24, DPD9, DPD14, DPD23, DPD22, DPD15 และ DPD11 เพื่อใช้ในการทดลองต่อไป ซึ่งในปี 2564 ได้นำ เชื้อทั้งหมดมาทดสอบประสิทธิภาพในการควบคุมโรคราแป้งในแตงเมล่อนในสภาพโรงเรือนทดลอง ซึ่งผลการทดลองพบว่า ไอโซเลทที่สามารถควบคุมโรคราแป้งได้ดีที่สุด มี 4 ไอโซเลท คือ DPD 3, DPD 24, DPD 5 และ DPD 22 มีเปอร์เซ็นต์การเกิดโรคราแป้งเฉลี่ย 17.32,18.46,19.28 และ 19.34 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเปรียบเทียบกับกรรมวิธีพ่นน้ำเปล่า พบมีเปอร์เซ็นต์การเกิดโรคราแป้งเฉลี่ย 78.19 เปอร์เซ็นต์

กรมวิชาการเกษตร

ภาพที่ 2.11.1. สำรวจและเก็บตัวอย่างโรคราแป้งแตงแคนตาลูป ที่ จ. สระแก้ว .



ภาพที่ 2.11.2. การแยกเชื้อจุลินทรีย์ปฏิปักษ์โดยวิธี Tissue transplanting method และ Leaf wash technique.

DPD3

DPD5

DPD9

DPD24

DPD25

Control

ภาพที่ 2.11.3. ผลการทดสอบประสิทธิภาพเชื้อแบคทีเรียปฏิปักษ์ในการควบคุมโรคราแป้งแตงเมล่อน พันธุ์โกลเด้น สวีท .

DPD 11

DPD 14

DPD 15

DPD 22

DPD 23

Control

ภาพที่ 2.11.4 ผลการทดสอบประสิทธิภาพเชื้อแบคทีเรียปฏิปักษ์ในการควบคุมโรคราแป้งแตงเมล่อนพันธุ์มรกต

กรมวิชาการเกษตร

ภาพที่ 2.11.5 ผลการทดสอบประสิทธิภาพเชื้อแบคทีเรียปฏิปักษ์ในการควบคุมโรคราแป้งแตงเมล่อนพันธุ์กรีนเนท

ตารางที่ 2.11.1 การแยกหาเชื้อจุลินทรีย์ปฏิปักษ์โดยวิธี Leaf wash technique และ Tissue transplanting method.

ไอโซเลท	พืช/ส่วนที่แยก	อายุใบอ่อน/แก่	เชื้อรา/แบคทีเรียลักษณะของเชื้อ	สถานที่เก็บตัวอย่าง
LPD 1	เมล่อนใบ	ใบอ่อน	แบคทีเรีย/สีขาวด้านขอบหยัก	บ.ดงกะเชา ต. อู่ยา อ. เมือง จ.สุพรรณบุรี
LPD 2	,,	,,	,,	,,
LPD 3	,,	,,	,,	,,
LPD 4	,,	,,	,,	,,
LPD 5	,,	,,	เชื้อราสีขาว	,,
LPD 6	,,	,,	,,	,,
LPD 7	,,	,,	แบคทีเรีย/สีขาวขอบด้านหยัก	,,
LPD 8	,,	,,	เชื้อรา/เส้นใยสีขาว	,,
LPD 9	,,	,,	,,	,,
LPD 10	,,	,,	,,	,,
LPD 11	,,	,,	,,	,,
LPD 12	,,	,,	,,	,,
LPD 13	,,	,,	,,	,,
LPD 14	,,	,,	,,	,,
LPD 15	,,	,,	,,	,,
LPD 16	,,	,,	,,	,,
LPD 17	,,	,,	,,	,,
LPD 18	,,	,,	,,	,,
LPD.19	,,	,,	,,	,,
LPD 20	,,	,,	,,	,,
LPD 21	ฟักทอง/ใบ	ใบอ่อน	เชื้อรา/เส้นใยสีขาว	,,
LPD 22	,,	,,	เชื้อรา/เส้นใยสีขาวฟู	,,
LPD 23	,,	,,	,,	,,
LPD 24	,,	,,	,,	,,
LPD 25	,,	,,	,,	,,
LPD 26	,,	,,	,,	,,
LPD 27	,,	,,	,,	,,
LPD 28	,,	,,	,,	,,
LPD 29	,,	,,	,,	,,
LPD 30	เมล่อน/ใบ	ใบแก่	เชื้อรา/เส้นใยสีขาว	,,
LPD 31	,,	,,	,,	,,
LPD 32	,,	,,	,,	,,

กรมวิชาการเกษตร

LPD 33	,,	,,	,,	,,
LPD 34	,,	,,	,,	,,
LPD 35	เมล่อน/ใบ	ใบแก่	เชื้อราสีขาว	,,
LPD 36	เมล่อน	ใบแก่	เชื้อราสีขาว	บ.ดงกะเชา ต.อู่ยา อ.เมือง จ.สุพรรณบุรี
LPD 37	,,	ใบอ่อน	,,	,,
LPD 38	,,	,,	,,	,,
LPD 39	ฟักทอง/ใบ	ใบแก่	เชื้อราสีขาว	,,
LPD 40	,,	,,	,,	,,
LPD 41	,,	,,	,,	,,
LPD 42	,,	,,	,,	,,
LPD 43	เมล่อน/ใบ	ใบแก่	แบคทีเรียขาวขอบด้าน	,,
LPD 44	,,	,,	เชื้อรา/เส้นใยสีขาว	,,
LPD 45	,,	,,	เชื้อรา/เส้นใยสีขาวฟู	,,
LPD 46	,,	,,	,,	,,
LPD 47	,,	,,	,,	,,
LPD 48	,,	ใบอ่อน	เชื้อรา/เส้นใยสีขาวฟูดำ	,,
LPD.49	,,	,,	เชื้อราสีขาว	,,
LPD 49	,,	,,	,,	,,
LPD 50	,,	,,	เชื้อราสีขาวฟู	,,
LPD 51	ฟักทอง/ใบ	ใบแก่	แบคทีเรีย/สีเหลืองขอบหยัก	,,
LPD 52	,,	,,	เชื้อราสีขาวฟู	,,
LPD 53	,,	,,	,,	,,
LPD 54	,,	,,	แบคทีเรีย/ขาวขอบเรียบ	,,
LPD 55	,,	,,	แบคทีเรีย/สีเหลืองนวลขอบเรียบ	,,
LPD 56	เมล่อน/ใบ	ใบแก่	เชื้อราสีขาวสปอร์สีดำ	
LPD 57	,,	,,	,,	,,
LPD 58	,,	,,	,,	,,
LPD.60	,,	,,	แบคทีเรีย/สีขาวขอบด้าน	,,

กรมวิชาการเกษตร

LPD 61	,,	,,	แบคทีเรีย/สีขาวขอบหยัก	,,
LPD 62	,,	,,	แบคทีเรีย/สีเหลืองขอบเรียบ	,,
LPD 63	เมล่อน/ใบ,,	ใบแก่,,	แบคทีเรีย/สีขาวขอบด้าน	บ.หนองราชวัตร อ.หนองหญ้าไซ จ.สุพรรณบุรี
LPD 64	เมล่อน/ใบ	ใบอ่อน	เชื้อรา/สีขาวเทา	,,
LPD 65	,,	,,	เชื้อรา/สีเทาดำบาง	,,
LPD 66	,,	,,	เชื้อรา/สีขาวส้ม	,,
LPD 67	,,	,,	เชื้อรา/สีขาว	,,
LPD 68	,,	,,	เชื้อรา/สีขาวเส้นใยฟู	,,
LPD 69	,,	,,	,,	,,
LPD 70	เมล่อน/ใบ	ใบอ่อน	เชื้อรา/สีขาว	บ หนองราชวัตร อ หนององหญ้าไซ จ สุพรรณบุรี
LPD 71	,,	,,	เชื้อรา/สีขาว	,,
LPD 72	,,	,,	เชื้อรา/เส้นใยสีเทาดำ	,,
LPD 73	,,	,,	เชื้อรา/เส้นใยสีขาวบาง	,,
LPD 74	,,	,,	เชื้อรา/เส้นใยเขียวขี้ม้าบาง	,,
LPD 75	เมล่อน/ใบ	ใบแก่	เชื้อรา/เส้นใยสีส้มฟู	,,
LPD 76	,,	,,	เชื้อรา/เส้นใยสีขาว	,,
LPD 77	,,	,,	เชื้อรา/เส้นใยสีเทา	,,
LPD 78	,,	,,	เชื้อรา/เส้นใยเขียวขี้ม้าเข้ม	,,
LPD 79	,,	,,	เชื้อรา/เส้นใยสีขาวฟู	,,
LPD 80	,,	,,	เชื้อรา/เส้นใยสีเทาฟู	,,
LPD 81	,,	,,	เชื้อราเส้นใยสีขาวฟู	,,
LPD 82	เมล่อน/ใบ	ใบอ่อน	เชื้อรา/เส้นใยสีขาวฟู	บ.ดงกะเชา ต.อู่ยา อ.เมือง จ.สุพรรณบุรี
LPD 83	,,	,,	,,	,,
LPD 84	,,	,,	,,	,,

กรมวิชาการเกษตร

LPD 85	เมล่อน/ใบ,,	ใบอ่อน,,	เชื้อรา/เส้นใยสีขาวฟู,,	,,
LPD 86	เมล่อน/ใบ	ใบอ่อน,	เชื้อรา/เส้นใยสีขาวฟู,,	บ.ดงกะเชา ต.อู่ยา อ.เมือง จ.สุพรรณบุรี
LPD 87	เมล่อน/ใบ	ใบแก่	เชื้อรา/เส้นใยเขียวขี่ม้า	,,
LPD 88	,,	,,	เชื้อรา/เส้นใยสีขาวฟู	,,
LPD 89	,,	,,	เชื้อรา/เส้นใยสีเทา	,,
LPD 90	,,	,,	เชื้อรา/เส้นใยสีเทาฟู	,,
LPD 91	,,	,,	เชื้อรา/เส้นใยสีขาวฟู	,,
LPD 92	,,	,,	เชื้อรา/เส้นใยสีขาวฟู	,,
LPD 93	ฟักทอง/ใบ	ใบอ่อน	เชื้อรา/เส้นใยขาวฟู	,,
LPD 94	,,	,,	,,	,,
LPD 95	,,	,,	,,	,,
LPD 96	,,	,,	,,	,,
LPD 97	ฟักทอง/ใบ	ใบแก่	เชื้อรา/เส้นใยสีเทาฟู	,,
LPD 98	,,	,,	เชื้อรา/เส้นใยสีขาว	,,
LPD 99	,,	,,	เชื้อรา/เส้นใยสีขาวฟู	,,
LPD 100	,,	,,	,,	,,
LPD 101	เมล่อน/ใบ	ใบอ่อน	แบคทีเรีย/สีขาวขอบด้าน	บ.หนองราชวัตร อ.หนองหญ้าไซ จ.สุพรรณบุรี
LPD 102	เมล่อน(ผล)	ผลแก่ เนื้อผล	เชื้อราสีขาวฟู	,,
LPD 103	เมล่อน/ผล,,	ผลแก่,เนื้อผล	เชื้อราสีขาวฟู	,,
LPD 104	,,	,,	,,	,,
LPD 105	,,	,,	เชื้อราสีขาว	,,
LPD 106	เมล่อน/ผล	เชื้อราบนผิวผล	เชื้อราสีขาวฟู	,,
LPD 107	,,	,,	,,	,,
LPD 108	,,	เนื้อผล	เชื้อราสีขาวฟู	,,

กรมวิชาการเกษตร

LPD 109	,,	,,	,,	,,
LPD 112	,,	,,	เชื้อราสีเทาฟู	,,
LPD 113	เมล่อน/ใบ	ใบเมล่อนใน โรงเรือน	เชื้อราสีเขียวขี้ม้า	บ.หนองราชวัตร อ.หนองหญ้าไซ จ. สุพรรณบุรี
LPD 114	,,	,,	เชื้อราสีเทา	,,
LPD 115	,,	,,	เชื้อราสีขาวบาง	,,
LPD 116	,,	,,	เชื้อราสีเทา	,,
LPD 117	,,	,,	เชื้อราสีขาวฟู	,,
LPD 118	,,	,,	เชื้อราสีขาวบาง	,,
LPD 119	,,	,,	เชื้อราสีขาวฟู	,,
LPD 120	,,	,,	เชื้อราสีขาวฟู	,,
LPD 121	,,	,,	เชื้อราสีขาวฟูมาก	,,
LPD 122	เมล่อน/ใบ	ใบเมล่อนใน โรงเรือน	เชื้อราสีเทา	
LPD 123	,,	,,	เชื้อราสีเทา	
LPD 124	,,	,,	เชื้อราสีเทา	,,
LPD 125	,,	,,	เชื้อราสีเทาดำ	,,
LPD 126	ใบเมล่อน	ใบแก่สปอร์แก่	เชื้อราเส้นใยสีขาว	บ.หนองคราง อ.ด่านช้าง จ.สุพรรณบุรี
LPD 127	,,	,,	,,	,,
LPD128	,,	,,	,,	,,
LPD129	,,	,,	,,	,,
LPD130	,,	ใบอ่อน	เชื้อราเส้นใยสีขาวฟู	,,
LPD131	,,	,,	เชื้อราเส้นใยสีขาว	,,
LPD132	,,	,,	เชื้อราเส้นใยสีขาวดำฟู	,,
LPD133	,,	,,	เชื้อราเส้นใยสีขาว	,,
LPD134	,,	,,	,,	,,

กรมวิชาการเกษตร

LPD135	,,	,,	,,	,,
LPD136	,,	,,	เชื้อราเส้นใยสีดำฟู	ต.ดอนกำยาน อ.เมือง จ.สุพรรณบุรี
LPD137	,,	,,	เชื้อราเส้นใยสีขาว	,,
LPD138	,,	,,	,,	,,
LPD139	,,	ใบแก่	,,	,,
LPD140	,,	,,	,,	,,
LPD141	ใบเมล่อนใบเล็ก	ใบราแป้งพันธุ์มรกต	เชื้อราสีเทาดำเหมือนกำมะหยี่	,,
LPD142	,,	,,	เชื้อราสีขาวฟู	,,
LPD143	,,	,,	เชื้อราสีเทาดำ	,,
LPD144	ใบเมล่อนบใหญ่	,,	เชื้อราสีขาวฟู	,,
LPD145	,,	,,	เชื้อราสีเทาดำฟู	,,
LPD146	,,	,,	เชื้อราสีขาวฟู	,,
LPD147	,,	,,	เชื้อราสีขาวฟู	,,
LPD148	ใบเมล่อนใบเล็ก	,,	,,	,,
LPD 149	,,	,,	,,	,,
LPd150	,,	,,	,,	,,
LPD 151	,,	,,	เชื้อราสีเทาฟู	,,

กรมวิชาการเกษตร

ตารางที่ 2.11.2 การแยกหาเชื้อจุลินทรีย์ปฏิปักษ์โดยวิธี Leaf wash technique และ Tissue transplanting method.

ไอโซเลท	พืชส่วนที่แยก	อายุใบอ่อน/แก่	เชื้อรา/แบคทีเรียลักษณะของเชื้อ	สถานที่เก็บ
LPD 1	ใบเมล่อน	ใบราแป้งมาก	แบคทีเรียขาวขอบหยัก	บ.จานจู อ.อรัญประเทศ จ.สระแก้ว
		ไม่ล้างใบ		,,
LPD 2	,,	,,	,,	,,
LPD 3	,,	ราแป้งน้อยไม่ล้างใบ	แบคฯขาวขอบด้าน	,,
LPD 4	,,	ใบปกติไม่ล้างใบ	แบคฯสีเหลืองอ่อน	,,
LPD 5	,,	,,	แบคทีเรียขาวขอบด้าน	,,
LPD.6	,,	,,	แบคฯขาวขอบหยัก	,,
LPD 7	,,	,,	แบคฯขาวขอบด้าน	,,
LPD 8	,,	,,	แบคฯขาวขอบเรียบ	,,
LPD 9	,,	,,	,,	,,
LPD 10	,,	,,	L3	,,
LPD 11	,,	,,	L2	,,
LPD 12	จากผล	ไม่ล้างผล10^{-1}	แบคฯขาวขอบหยัก	,,
LPD 13	ใบเมล่อนใบปกติ	ไม่ล้างใบ	แบคฯขาวขอบเรียบ	,,
LPD 14	,,	,,	,,	,,
LPD 15	,,	,,	,,	,,
LPD 16	,,	,,	,,	,,
LPD 17	,,	,,	,,	,,
LPD 18	ใบแตงโมใบปกติ	ไม่ล้างใบ	แบคฯขาวขอบเรียบ	บ.ท่าเกษม อ.อรัญประเทศ จ.สระแก้ว
LPD 19	,,	,,	,,	,,
LPD 20	ใบเมล่อน	ใบราแป้งมากไม่ล้างใบ	เชื้อราสีเทาเขียวเหมือนกำมะหยี่	,,
LPD 21	ใบแตงโมใบปกติ	ไม่ล้างใบ	แบคฯขาวขอบหยัก	,,
LPD 22	,,	,,	,,	,,
LPD 23	ใบเมล่อนใบปกติ	ล้างน้ำ	แบคฯสีเหลืองขอบหยัก	,,
LPD 24	,,	,,	แบคฯขาวขอบเรียบ	,,
LPD 25	,,	,,	,,	,,
LPD 26	,,	,,	,,	,,
LPD 27	,,	,,	,,	,,

กรมวิชาการเกษตร

LPD 28	,,	,,	,,	,,
LPD 29	,,	,,	,,	,,
LPD 30	,,	,,	,,	,,
LPD 31	ใบแตงไทยใบปกติ	ไม่ล้างใบ	แบคฯสีเหลืองอ่อน	,,
LPD 32	ใบเมล่อน โกลเด้นสวีท	ใบเป็นโรคราแป้งล้างน้ำ	แบคฯขาวขอบหยัก	อ.พนมทวน จ .ฉะเชิงเทรา
LPD 33	,,	,,	,,	,,
LPD34	ใบเมล่อน คิโมจิ	,,	,,	,,
LPD35	ใบเมล่อน		แบคฯขาวขอบเรียบ	บ.จานจู อ.อรัญประเทศ จ.สระแก้ว
LPD 36	,,	,,	,,	,,
LPD 37	,,	,,	,,	,,
DPD 1-38	ใบเมล่อนปกติล้างใบ	10^{-1}	แบคฯขาวขอบเรียบ	บ.จานจู อ.อรัญประเทศ จ.สระแก้ว
DPD2-39	,,	,,	แบคฯขาวขอบเรียบ	,,
DPD 3-40	,,	10^{-3}	แบคฯเหลืองขอบเรียบ	,,
DPD 4-41	,,	,,	แบคฯขาวขอบเรียบ	,,
DPD 5-42	ไม่ล้างใบ	10^{-1}	แบคฯเหลืองขอบเรียบ	,,
DPD 6-43	,,	,,	,,	,,
DPD 7-44	ผลแตง/ล้างผล	10^{-3}	แบคฯขาวขอบเรียบ	,,
DPD 8-45	,,	10^{-5}	,,	,,
DPD 9-46	ไม่ล้างผล	10^{-3-}	แบคฯเหลืองขอบเรียบ	,,
DPD10-47	,,	,,	,,	,,
DPD 11-48	,,	10^{-2}	แบคฯขาวขอบเรียบ	,,
DPD 12-49	ใบเมล่อนใบปกติล้างใบ	,,	,,	,,
DPD 13-50	,,	,,	,,	,,
DPD 14-51	ใบเมล่อนปกติไม่ล้างใบ	10^{-1}	แบคฯขาวขอบหยัก	,,
DPD 15-52	ใบแตงโมปกติล้างใบ	10^{-2}	แบคฯสีส้มอ่อน	,,
DPD 16-53	ใบแตงโมปกติไม่ล้างใบ	10^{-1}	แบคฯขาวขอบหยัก	,,
DPD 17-54	ใบแตงโมปกติไม่ล้างใบ	10^{-1}	แบคฯเหลืองขอบหยัก	,,
DPD 18-55	,,	,,	แบคฯขาวขอบเรียบ	,,

กรมวิชาการเกษตร

DPD 19-56	,,	10^{-4}	,,	,,
DPD 20-57	,,	,,	,,	,,
DPD 21-58	ใบแตงไทยปกติไม่ล้างใบ	10^{-1}	,,	,,
DPD 22-59	,,	10^{-3}	,,	,,
DPD 23-60	ใบแตงไทยปกติล้างใบ	10^{-1}	,,	,,
DPD 24-61	,,	10^{-2}	,,	,,
DPD 25-62	,,	10^{-5}	,,	,,

กรมวิชาการเกษตร

ตารางที่ 2.11.3 การทดสอบประสิทธิภาพเชื้อแบคทีเรียปฏิปักษ์ในการควบคุมโรคราแป้งแตงเมล่อน พันธุ์โกลเด้น สวีท ในสภาพโรงเรือนทดลอง ในปี 2563

กรรมวิธี	% ความรุนแรงของโรคราแป้ง					
	ก่อนพ่นครั้งที่ 1	ก่อนพ่นครั้งที่ 2	ก่อนพ่นครั้งที่ 3	ก่อนพ่นครั้งที่ 4	ก่อนพ่นครั้งที่ 5	หลังพ่นครั้งที่ 5
T1 DPD1	0.0	0.4	0.2	0.6	1.2	7.0
T2 DPD2	0.0	0.0	0.0	0.0	2.6	23.4
T3 DPD3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.5
T4 DPD4	0.4	0.0	0.0	0.0	1.1	9.9
T5 DPD5	0.0	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
T6 DPD6	0.0	0.0	0.0	0.0	7.7	30.4
T7 DPD7	0.0	0.9	0.5	1.4	9.9	40.4
T8 DPD8	0.0	0.0	0.0	0.1	0.2	11.5
T9 DPD 9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	4.8
T10 DPD10	0.5	1.1	0.9	1.2	1.4	8.8
T11DPD 11	3.4	10.9	7.7	11.0	10.6	25.3
T12DPD 14	0.1	0.3	0.1	0.3	3.1	8.9
T13 DPD15	4.5	6.8	4.2	4.0	4.3	15.1
T14 DPD16	0.7	0.8	0.6	1.9	3.1	12.1
T15 DPD 17	0.6	0.8	4.2	34.2	71.9	92.0
T16 DPD 18	2.5	4.3	12.9	43.1	43.6	94.0
T17DPD 19	0.0	0.0	2.5	36.2	73.8	94.0
T18 DPD 20	0.0	0.0	8.2	40.8	76.8	94.0
T19 DPD 21	0.0	0.0	0.0	17.6	66.5	90.0
T 20 DPD 22	0.0	0.0	0.0	2.3	12.8	59.1
T21 DPD 23	0.0	0.0	0.0	2.8	7.5	12.5
T22 DPD 24	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3.0
T23 DPD 25	0.0	0.0	0.0	0.0	0.7	1.6
Control	10.0	30.5	37.5	48.5	64.5	72.8

กรมวิชาการเกษตร

ตารางที่ 2.11.4 การทดสอบประสิทธิภาพเชื้อแบคทีเรียปฏิปักษ์ในการควบคุม
โรคราแป้งแตงเมล่อนพันธุ์มรกต ในสภาพโรงเรือนทดลอง ในปี 2563

กรรมวิธี	% ความรุนแรงของโรคราแป้ง'					
	ก่อนพ่นครั้งที่ 1	ก่อนพ่นครั้งที่ 2	ก่อนพ่นครั้งที่ 3	ก่อนพ่นครั้งที่ 4	ก่อนพ่นครั้งที่ 5	หลังพ่นครั้งที่ 5
T1 DPD1	8.3	18	13.4	21.4	35.1	69.7
T2 DPD2	3.6	2.9	6.6	13.4	50.4	78.3
T3 DPD3	2.6	6.1	5.0	11.7	52.1	56.8
T4 DPD4	0.3	0.6	1.0	3.3	14.1	59.7
T5 DPD5	0.6	0.9	0.5	1.6	2.3	13.3
T6 DPD6	1.4	3.9	5.2	11.0	34.6	20.7
T7 DPD7	2.6	0.9	1.9	6.6	21.4	28.2
T8 DPD8	0.3	0.0	0.4	0.0	14.1	51.8
T9 DPD 9	0.8	0.8	0.7	4.8	8.5	19.1
T10 DPD10	0.3	0.0	0.1	0.5	3.4	8.7
T11DPD 11	0.2	0.1	0.0	0.4	2.1	8.7
T12DPD 14	0.1	0.0	0.0	0.1	1.3	0.1
T13 DPD15	0.0	0.0	0.0	0.0	0.5	2.4
T14 DPD16	1.0	0.0	0.0	15.9	15.3	29.6
T15 DPD 17	0.0	0.0	0.0	2.0	1.1	7.6
T16 DPD 18	0.0	0.0	0.0	5.3	9.9	9.9
T17DPD 19	0.0	0.0	0.0	3.7	2.8	4.6
T18 DPD 20	0.0	0.0	0.6	9.6	10.3	21.2
T19 DPD 21	0.0	0.0	0.2	6.9	15.6	38.9
T 20 DPD 22	0.0	0.0	0.0	0.1	1.1	1.3
T21 DPD 23	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1
Control	14.7	25.4	31.9	39.2	62.3	85.0

กรมวิชาการเกษตร

ตารางที่ 2.11.5 การทดสอบประสิทธิภาพเชื้อแบคทีเรียปฏิปักษ์ในการควบคุมโรคราแป้งแตงเมล่อน พันธุ์กรีน เนท ในสภาพโรงเรือนทดลอง ในปี 2564

กรรมวิธี	ค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์ความรุนแรงของโรคราแป้ง				
	ก่อนพ่น ครั้งที่ 1[1/]	ก่อนพ่น ครั้งที่ 2	ก่อนพ่น ครั้งที่ 3	ก่อนพ่น ครั้งที่ 4	5 วันหลังพ่น ครั้งที่ 4
T1 DPD 3	0.83	3.18	6.21	15.57	17.32
T2 DPD 5	1.00	4.95	10.64	16.07	19.28
T3 DPD 14	1.05	6.45	12.85	20.31	23.07
T4 DPD 23	1.17	5.43	14.67	26.96	26.44
T5 DPD 9	0.83	3.95	12.48	20.54	21.97
T6 DPD 22	0.92	7.45	17.17	22.87	19.34
T7 DPD 24	1.08	6.65	12.84	23.04	18.46
T8 DPD 25	0.93	5.93	12.51	22.46	21.97
T9 DPD 11	1.03	5.07	11.83	23.7	21.64
T10 Control	1.07	7.80	25.83	50.85	78.19

หมายเหตุ 1/ การประเมินเปอร์เซ็นต์ความรุนแรงของโรคราแป้งทำการประเมินความรุนแรงของโรคราแป้งบนใบแตงทุกใบ

กรมวิชาการเกษตร

การทดลองที่ 2.12 การคัดเลือกเชื้อแบคทีเรียปฏิปักษ์ที่มีประสิทธิภาพในการควบคุมโรคแคงเกอร์ของมะนาว

ผลการทดลอง

การสำรวจและสุ่มเก็บตัวอย่างใบและผลของมะนาว ที่ไม่แสดงอาการของโรคแคงเกอร์ จากสวนมะนาวของเกษตรกรจังหวัดสมุทรสาคร นครปฐม เพชรบุรี ราชบุรี และสุพรรณบุรี รวม 25 สวน ได้เชื้อแบคทีเรียปฏิปักษ์จากผิวใบและผลของมะนาว จำนวน 67 ไอโซเลท และจากคลังเก็บรักษาสายพันธุ์จุลินทรีย์ จำนวน 73 ไอโซเลท รวมทั้งหมด 140 ไอโซเลท และแยกเชื้อ *X. citri* subsp. *citri* สาเหตุโรคแคงเกอร์ จากสวนมะนาว ตำบลโรงเข้ อำเภอบ้านลาด จังหวัดเพชรบุรี จำนวน 1 ไอโซเลท ทดสอบประสิทธิภาพของเชื้อแบคทีเรียปฏิปักษ์จำนวน 140 ไอโซเลท ในการยับยั้งการเจริญของเชื้อ *X. citri* subsp. *citri* สาเหตุโรคแคงเกอร์ของมะนาว โดยวิธี disc diffusion method ได้เชื้อแบคทีเรียปฏิปักษ์ที่มีประสิทธิภาพสูงสุด จำนวน 5 ไอโซเลท คือ ไอโซเลท B22 และ B27 ที่แยกได้จากผิวใบของมะนาว และไอโซเลท B10, BS-5 และ 2G10 จากคลังเก็บรักษาสายพันธุ์จุลินทรีย์ (ตารางที่ 1) โดยมีความกว้างของบริเวณใสตั้งแต่ 7.23-8.65 มิลลิเมตร (ตารางที่ 2) จากนั้นนำเอาเชื้อแบคทีเรียปฏิปักษ์ทั้ง 5 ไอโซเลท ไปทดสอบในสภาพโรงเรือนปลูกพืชทดลองต่อไป

การทดสอบคุณสมบัติทางสัณฐานวิทยาและชีวเคมี โดยทำการศึกษาลักษณะรูปร่างทางสรีรวิทยาของเชื้อแบคทีเรียปฏิปักษ์ไอโซเลท B10, B22 และ B27 เปรียบเทียบกับเชื้อแบคทีเรียปฏิปักษ์ *Bacillus subtilis* สายพันธุ์ BS-DOA 24 พบว่าเชื้อแบคทีเรียปฏิปักษ์ทั้ง 3 ไอโซเลท มีลักษณะโคโลนีสีขาว สีขาวปนครีม สีครีม ผิวเรียบขรุขระ ผิวนูน เป็นเมือกใส รูปร่าง และขนาดไม่แน่นอน (ภาพที่ 1) เมื่อนำมาตรวจสอบการติดสีแบบแกรม (gram stain) ดูภายใต้กล้องจุลทรรศน์ที่กำลังขยาย 1,000 เท่า พบว่าเชื้อแบคทีเรียปฏิปักษ์ทั้ง 3 ไอโซเลท เซลล์มีรูปร่างเป็นท่อน ติดสีม่วง (แบบแกรมบวก) และเมื่อนำมาย้อมสีเอนโดสปอร์ (endospore staining) ดูภายใต้กล้องจุลทรรศน์ที่กำลังขยาย 1,000 เท่า พบตำแหน่งของเอนโดสปอร์อยู่ตรงกลางเซลล์ที่ติดสีเขียวของ Malachite green และการทดสอบคุณสมบัติทางชีวเคมี โดยศึกษาการทดสอบความสามารถในการเคลื่อนที่ (motility test) พบว่าเชื้อแบคทีเรียปฏิปักษ์ทั้ง 3 ไอโซเลท สามารถเคลื่อนที่ได้ มีการย่อยแป้ง (starch hydrolysis) และสามารถผลิตเอนไซม์คะตะเลส เพื่อย่อยสลายไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ให้แตกออกเกิดฟองก๊าซออกซิเจนขึ้นทันที การทดสอบบนอาหาร Nitrate, Gelatin, Methyl Red และ Voges-Proskauer ให้ผลบวก ส่วนการใช้ Citrate เป็นแหล่งคาร์บอนในขบวนการ metabolism (citrate test) พบว่าเชื้อแบคทีเรียปฏิปักษ์ไอโซเลท B22 ให้ผลลบ อาหารไม่เปลี่ยนสีเขียวเป็นสีน้ำเงิน สำหรับการทดสอบการใช้น้ำตาล Maltose, Glucose, Fructose และ Mannitol ให้ผลบวก อาหารเปลี่ยนสีจากเขียวเป็นสีเหลือง แต่การใช้น้ำตาล Arabinose พบว่าเชื้อแบคทีเรียปฏิปักษ์ไอโซเลท B22 ให้ผลลบ และการใช้น้ำตาล Xylose เชื้อแบคทีเรียปฏิปักษ์ไอโซเลท B27 ให้ผลลบ ส่วนการทดสอบการเจริญใน NaCl ที่ความเข้มข้น 3, 5, 7 และ 10 เปอร์เซ็นต์ พบว่าเชื้อแบคทีเรียปฏิปักษ์ทั้ง 3 ไอโซเลท เจริญได้โดยทำให้อาหารทดสอบขุ่น และการทดสอบการเจริญบนอาหารที่อุณหภูมิ 4-8, 25, 30, 35, 40, 45, 50 และ 55 องศาเซลเซียส พบว่าเชื้อแบคทีเรียปฏิปักษ์ทั้ง 3 ไอโซเลท ไม่สามารถเจริญได้ที่อุณหภูมิ 4-8 และ 55

ศรีปทุมการเกษตร

องศาเซลเซียส (ตารางที่ 3) เมื่อเปรียบเทียบกับเชื้อแบคทีเรียปฏิปักษ์ *B. subtilis* สายพันธุ์ BS-DOA 24 โดยอาศัยคุณสมบัติทางสัณฐานวิทยา และคุณสมบัติชีวเคมี พบว่าเชื้อแบคทีเรียปฏิปักษ์ทั้ง 3 ไอโซเลท มีคุณสมบัติทางสัณฐานวิทยาและชีวเคมีที่คล้ายคลึงกันกับเชื้อ *B. subtilis* สายพันธุ์ BS-DOA 24 ที่ได้มีการจำแนกชนิดเรียบร้อยแล้ว สอดคล้องกับ Shastri *et.al*. (2020) ได้ทำการศึกษาสัณฐานวิทยารวมและชีวเคมี รวมถึงศึกษาคุณสมบัติของเอนไซม์อื่น ๆ เพื่อใช้ในการจัดจำแนกเชื้อแบคทีเรียไอโซเลท S17 ที่มีประสิทธิภาพในการยับยั้งเชื้อ *Colletotrichum falcatum* สาเหตุโรคเหี่ยวเน่าแดงของอ้อย การวิเคราะห์ลำดับนิวคลีโอไทด์ 16S rDNA gene พบว่าเป็นเชื้อ *B. subtilis* S17

สำหรับการจัดจำแนกเชื้อแบคทีเรียปฏิปักษ์ด้วยชุดตรวจสำเร็จรูป api® 50 CHB (BioMerieux, France) พบว่าเชื้อแบคทีเรียปฏิปักษ์ไอโซเลท B10 ให้ผลบวก ในการใช้แหล่งคาร์บอน 20 ชนิด ส่วนเชื้อแบคทีเรียปฏิปักษ์ไอโซเลท B22 ให้ผลบวก ในการใช้แหล่งคาร์บอน 22 ชนิด และเชื้อแบคทีเรียปฏิปักษ์ไอโซเลท B27 ให้ผลบวกในการใช้แหล่งคาร์บอน 25 ชนิด (ตารางที่ 3) โดยแสดงผลว่าเชื้อแบคทีเรียปฏิปักษ์ทั้ง 3 ไอโซเลท คือ *B. subtilis/amyloliquefaciens* เช่นเดียวกันกับการศึกษาของ Lee *et.al*. (2011) ได้ทำการวิเคราะห์เชื้อแบคทีเรียไอโซเลท S54 ที่มีประสิทธิภาพในการควบคุมโรครากเน่าโคนเน่าที่เกิดจากเชื้อ *Phytophthora capsici* และโรคแอนแทรคโนสของพริกที่เกิดจากเชื้อ *Collectotrichum gloeosporioides* ร่วมกับชุด API 50 CHB พบว่าเมื่อทำการทดสอบไอโซเลท S54 ถูกระบุว่าเป็น *B. subtilis* และบุญญวดี และคณะ (2560) ทดสอบการจัดจำแนกชนิดด้วยชุดตรวจสอบ API test kit 50 CHB โดยการใช้โปรแกรม APIWEB ในการวิเคราะห์ พบว่าแบคทีเรียปฏิปักษ์ 3 ไอโซเลท PN10 DL7 และ DL9 คือ แบคทีเรีย *B. subtillis/ amyloliquefaciens* เช่นเดียวกัน

การเปรียบเทียบลำดับนิวคลีโอไทด์บริเวณ 16S rDNA gene ของเชื้อแบคทีเรียปฏิปักษ์จำนวน 3 ไอโซเลท คือ B10, B22 และ B27 โดยใช้ sequencing primer sequences คือ 785F 5' (GGA TTA GAT ACC CTG GTA) 3' และ 907R 5' (CCG TCA ATT CMT TTR AGT TT) 3' วิเคราะห์ลำดับนิวคลีโอไทด์ของ 16S rDNA gene ที่ได้ไปเปรียบเทียบกับฐานข้อมูลใน GenBank ของ National Center for Biotechnology Information (NCBI) โดยใช้โปรแกรม BLAST พบว่าเชื้อแบคทีเรียปฏิปักษ์ไอโซเลท B10, B22 และ B27 มีจำนวนนิวคลีโอไทด์คือ 1,475 bp 1,474 bp และ 1,478 bp ตามลำดับ ซึ่งเหมือนกับลำดับนิวคลีโอไทด์ของเชื้อ *B. subtilis* สอดคล้องกับงานของ Huang *et. al*. (2012) ได้นำเชื้อแบคทีเรียจากวัสดุปลูก และดินรอบราก จำนวน 7 ไอโซเลท ได้แก่ TKS1-1, OF3-16, SP4-17, HSP1, WG6-14, TLB7-7 และ WP8-12 ที่มีประสิทธิภาพในการควบคุมโรคแคงเกอร์ที่เกิดจากเชื้อ *Xanthomonas axonopodis* pv. *citri* มาวิเคราะห์หาลำดับเบส 16S rDNA ระบุว่าทั้ง 7 ไอโซเลท จัดอยู่ในกลุ่ม *Bacillus subtilis* และ Dash *et. al*. (2015) ศึกษาแบคทีเรียสายพันธุ์ BI19 ที่แยกได้ใหม่ เป็นแบคทีเรียที่ผลิตอะไมเลส นำมาวิเคราะห์หาลำดับเบส 16S rDNA พบว่ามีลำดับเบสใกล้เคียงกลุ่ม

กรมวิชาการเกษตร

Bacillus sp. ที่สุด เมื่อนำไปเทียบ GenBank ของ National Center for Biotechnology Information ระบุว่าเป็น *Bacillus subtilis* BI19

การทดสอบความสามารถของเชื้อแบคทีเรียปฏิปักษ์ ในการควบคุมโรคแคงเกอร์ของมะนาวในสภาพโรงเรือนปลูกพืชทดลอง ทำการพ่นเชื้อ *X. citri* subsp. *citri* ลงบนต้นมะนาวแป้นท่ายางอายุประมาณ 2 ปี จากนั้นพ่นเชื้อแบคทีเรียปฏิปักษ์ที่มีประสิทธิภาพการยับยั้งเชื้อ *X. citri* subsp. *citri* สูงสุดในห้องปฏิบัติการ จำนวน 5 ไอโซเลท คือ ไอโซเลท B10, B22, B27, BS-5, 2G10, สารไตรเบสิคคอปเปอร์ซัลเฟต 34.5% W/V SC (สารเปรียบเทียบ) และน้ำกลั่นนึ่งฆ่าเชื้อ (ชุดควบคุม) วางแผนการทดลองแบบ RCBD มี 5 ซ้ำ ๆ ละ 1 ต้น 7 กรรมวิธี พ่นทุก 7 วัน จำนวน 4 ครั้ง พบว่าหลังการพ่นเชื้อ *X. citri* subsp. *citri* เป็นเวลา 5 วัน ใบมะนาวแป้นท่ายางเริ่มแสดงอาการของโรคแคงเกอร์ โดยอาการเริ่มแรกเป็นจุดสีขาวเล็ก ๆ เป็นรอยด่างที่มีขนาดเล็กมากเท่าหัวเข็มหมุดสีขาว จะเริ่มหนาและนูนเหมือนฟองน้ำ จากนั้นจะเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาล (ภาพที่ 2) และหลังพ่นครบ 4 ครั้ง พบว่ากรรมวิธีพ่นเชื้อแบคทีเรียปฏิปักษ์ไอโซเลท B27 และกรรมวิธีพ่นสารไตรเบสิคคอปเปอร์ซัลเฟต 34.5% W/V SC มีค่าดัชนีความรุนแรงของโรคเท่ากับ 32.53 และ 31.50 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ส่วนกรรมวิธีพ่นเชื้อแบคทีเรียปฏิปักษ์ไอโซเลท BS-5, 2G10, B22 และ B10 มีค่าดัชนีความรุนแรงของโรคเท่ากับ 34.10, 34.97, 35.42 และ 36.46 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ เมื่อเทียบกับกรรมวิธีที่พ่นน้ำกลั่นฆ่าเชื้อ มีค่าดัชนีความรุนแรงของโรคสูงสุดเท่ากับ 42.13 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ตารางที่ 4 และภาพที่ 3) และหลังจากการหยุดพ่นเป็นเวลา7 และ 14 วัน พบว่าทุกกรรมวิธีที่พ่นด้วยเชื้อแบคทีเรียปฏิปักษ์และสารไตรเบสิคคอปเปอร์ซัลเฟต 34.5% W/V SC มีค่าดัชนีความรุนแรงของโรคแคงเกอร์น้อยกว่า และมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธีพ่นด้วยน้ำกลั่นนึ่งฆ่าเชื้อ (กรรมวิธีควบคุม)

กรมวิชาการเกษตร

ตารางที่ 2.12.1 แหล่งที่มาของเชื้อแบคทีเรียปฏิปักษ์ 5 ไอโซเลท ที่มีประสิทธิภาพในการยับยั้งการเจริญของเชื้อ *Xanthomonas citri* subsp. *citri*

ลำดับที่	ไอโซเลท	แหล่งที่มา
1	B22	จากผิวใบของมะนาว ต.เกษตรพัฒนา อ.บ้านแพ้ว จ.สมุทรสาคร
2	B27	จากผิวใบมะนาว ต.โรงเข้ อ.บ้านลาด จ.เพชรบุรี
3	BS-5	คลังเก็บรักษาสายพันธุ์จุลินทรีย์
4	2G10	จากเมล็ดข้าวกำลังงอก คลังเก็บรักษาสายพันธุ์จุลินทรีย์
5	B10	ดินรอบรากผักคะน้า ต.แก้มอ้น อ.จอมบึง จ.ราชบุรี

ตารางที่ 2.12.2 ขนาดความกว้างของบริเวณใส (clear zone) ที่เกิดจากเชื้อแบคทีเรียปฏิปักษ์ยับยั้งการเจริญของเชื้อ *Xanthomonas citri* subsp. *citri* บนอาหาร Nutrient Agar เป็นเวลา 48-72 ชั่วโมง

เชื้อแบคทีเรียปฏิปักษ์	ความกว้างของบริเวณใส (มิลลิเมตร)
	Xanthomonas citri subsp. *citri*
B10	8.41
B22	7.44
B27	8.65
BS-5	7.36
2G10	7.23

กรมวิชาการเกษตร

ตารางที่ 2.12.3 การทดสอบคุณสมบัติทางสัณฐานวิทยา และคุณสมบัติทางชีวเคมีของเชื้อแบคทีเรียปฏิปักษ์ทั้ง 3 ไอโซเลท และเชื้อแบคทีเรียปฏิปักษ์ BS-DOA24

คุณสมบัติทางสัณฐานวิทยา	ไอโซเลท			
	B10	B22	B27	BS-DOA 24
Spore shape	rod	rod	rod	rod
Spore position	central	central	central	central
Gram staining	+	+	+	+
คุณสมบัติทางชีวเคมี				
Motility test	+	+	+	+
Starch hydrolysis;	+	+	+	+
Catalase	+	+	+	+
Nitrate reduction	+	+	+	+
Utilization of citrate	+	-	d	+
Gelatin	+	+	+	+
Methyl Red	+	+	+	+
Voges-Proskauer	+	+	+	+
Acid from: Arabinose	d	-	+	+
Mannitol	+	+	+	+
Maltose	+	d	+	+
Xylose	d	d	-	d
Fructose	+	+	+	+
Glucose	+	+	+	+
Growth in 3% NaCl	+	+	+	+
Growth in 5% NaCl	+	+	+	+
Growth in 7% NaCl	+	+	+	+
Growth in 10% NaCl	+	+	+	d
Growth at 4-8 °C	-	-	-	-
Growth at 25 °C	+	+	+	+
Growth at 30 °C	+	+	+	+
Growth at 35 °C	+	+	+	+
Growth at 40 °C	+	+	+	+
Growth at 45 °C	+	+	+	+
Growth at 50 °C	+	+	+	+
Growth at 55 °C	-	-	-	-
API 50 CHB	*Bacillus subtilis*	*Bacillus subtilis*	*Bacillus subtilis*	*Bacillus subtilis*

Symbols: -, 90% or more of strains are negative; +, 90% or more of strains are positive; d, 11-89% of strains are positive (Bergey's Manual of Systematic Bacteriology Second Edition (Logan and De Vos, 2009) and Laboratory Guide for Identification of Plant Pathogenic Bacteria Third Edition (Schaad *et al*., 2001)

กรมวิชาการเกษตร

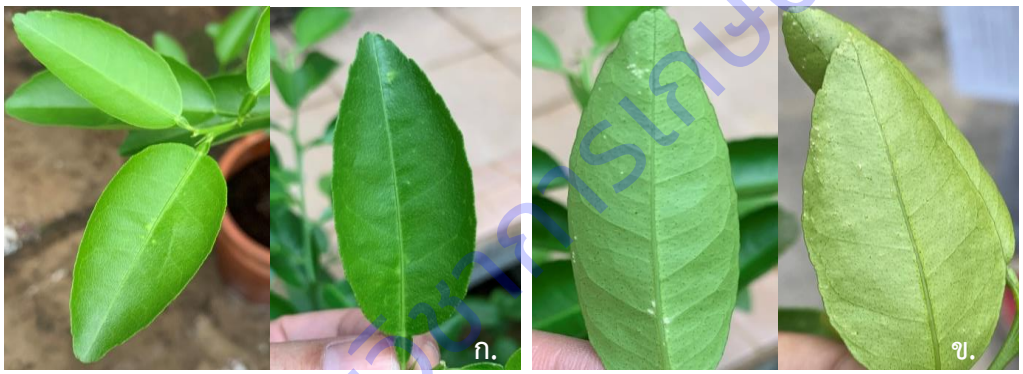
ตารางที่ 2.12.4 เปรียบเทียบประสิทธิภาพของเชื้อแบคทีเรียปฏิปักษ์ในการควบคุมโรคแคงเกอร์ของมะนาวแป้นท่ายางในสภาพโรงเรือนปลูกพืชทดลอง

กรรมวิธี	ดัชนีความรุนแรงของโรค (%)					
	หลังพ่นครั้งที่ 1	หลังพ่นครั้งที่ 2	หลังพ่นครั้งที่ 3	หลังพ่นครั้งที่4 4	หลังพ่นครั้งสุดท้าย 7 วัน	หลังพ่นครั้งสุดท้าย 14 วัน
กรรมวิธีที่ 1 พ่นเชื้อแบคทีเรียปฏิปักษ์ไอโซเลทที่ B10	19.20 ab[1/]	23.67 ab	31.01 ab	36.46 ab	39.96 ab	44.80 ab
กรรมวิธีที่ 2 พ่นเชื้อแบคทีเรียปฏิปักษ์ไอโซเลทที่ B22	20.40 ab	28.00 ab	30.21 ab	35.42 ab	38.81 ab	42.57 ab
กรรมวิธีที่ 3 พ่นเชื้อแบคทีเรียปฏิปักษ์ไอโซเลทที่ B27	18.67 ab	23.34 ab	29.55 ab	32.53 a	36.60 ab	40.03 a
กรรมวิธีที่ 4 พ่นเชื้อแบคทีเรียปฏิปักษ์ไอโซเลทที่ BS-5	18.27 ab	24.59 ab	30.57 ab	34.10 ab	40.27 ab	43.18 ab
กรรมวิธีที่ 5 พ่นเชื้อแบคทีเรียปฏิปักษ์ไอโซเลทที่ 2G10	21.47 ab	26.87 ab	31.45 ab	34.97 ab	41.17 ab	45.30 ab
กรรมวิธีที่ 6 พ่นสารไตรเบสิคคอปเปอร์ซัลเฟต อัตรา 40 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร (สารเปรียบเทียบ)	16.37 a	21.79 a	28.85 a	31.50 a	35.65 a	39.67 a
กรรมวิธีที่ 7 พ่นน้ำกลั่นนึ่งฆ่าเชื้อ (control)	22.90 b	30.68 b	39.19 b	42.13 b	46.20 b	51.03 b
CV (%)	24.72	20.67	21.61	18.45	17.71	16.99

[1/]ค่าเฉลี่ยตามด้วยตัวอักษรที่ต่างกันในคอลัมน์แสดงถึงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's New Multiple Range Test (DMRT)

กรมวิชาการเกษตร

ภาพที่ 2.12.1 ลักษณะโคโลนีของเชื้อแบคทีเรียปฏิปักษ์ ทั้ง 3 ไอโซเลท บนอาหาร Nutrient Agar (NA) อายุ 48 ชั่วโมง



ภาพที่ 2.12.2 ลักษณะอาการของโรคแคงเกอร์บนใบมะนาวแป้นท่ายางอายุประมาณ 2 ปี หลังพ่นเชื้อ *Xanthomonas citri* subsp. *citri* เป็นเวลา 5 วัน

ก. ลักษณะอาการของโรคแคงเกอร์บนใบ (ด้านหน้าใบ) ของมะนาว

ข. ลักษณะอาการของโรคแคงเกอร์บนใบ (ด้านหลังใบ) ของมะนาว

กรมวิชาการเกษตร

ภาพที่ 2.12.3 การทดสอบความสามารถของเชื้อแบคทีเรียปฏิปักษ์ในการควบคุมโรคแคงเกอร์ของมะนาวแป้นท่ายาง ในสภาพโรงเรือนปลูกพืชทดลอง

ก. กรรมวิธีที่ 1 พ่นเชื้อแบคทีเรียปฏิปักษ์ไอโซเลท B10

ข. กรรมวิธีที่ 2 พ่นเชื้อแบคทีเรียปฏิปักษ์ไอโซเลท B22

ค. กรรมวิธีที่ 3 พ่นเชื้อแบคทีเรียปฏิปักษ์ไอโซเลท B27

ง. กรรมวิธีที่ 4 พ่นเชื้อแบคทีเรียปฏิปักษ์ไอโซเลท BS-5

จ. กรรมวิธีที่ 5 พ่นเชื้อแบคทีเรียปฏิปักษ์ไอโซเลท 2G10

ฉ. กรรมวิธีที่ 6 พ่นสารไตรเบสิคคอปเปอร์ซัลเฟต 34.5% W/V SC อัตรา 40 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร (สารเปรียบเทียบ)

ช. กรรมวิธีที่ 7 พ่นน้ำกลั่นนึ่งฆ่าเชื้อ (ชุดควบคุม)

สรุปผลการวิจัย และข้อเสนอแนะ

กิจกรรมที่ 2 สำรวจและศึกษาศักยภาพของชีวภัณฑ์ในการควบคุมโรคพืช

จากผลการดำเนินงานกิจกรรมสำรวจและศึกษาศักยภาพของชีวภัณฑ์ในการควบคุมโรคพืช สามารถคัดเลือกชีวภัณฑ์ที่มีศักยภาพในการควบคุมโรคพืช จำนวน 31 ชนิด ดังนี้

คัดเลือกเชื้อรา *Trichoderma* spp. ที่มีประสิทธิภาพในการยับยั้งเชื้อรา Didymella bryoniae สาเหตุการเกิดโรคยางไหลในพืชตระกูลแตงในสภาพโรงเรือนได้ดี จำนวน 5 ไอโซเลท ได้แก่ ไอโซเลท TC59-05, TC59-07, TC59-26, TC59-16 และ TC59-19

การศึกษาประสิทธิภาพและระยะเวลาในการพ่นสารออกฤทธิ์จากเห็ดเรืองแสงควบคุมโรคเน่าดำในกล้วยไม้ ที่มีสาเหตุจากเชื้อ *Phytophthora palmivora* พบว่าการพ่นสารออกฤทธิ์จากเห็ดเรืองแสงทุก 3 วัน มีประสิทธิภาพในการยับยั้งเชื้อรา *P. palmivora* ดีกว่าหลังการพ่นสารทุก 5 วัน

ทดสอบประสิทธิภาพของแบคทีเรียปฏิปักษ์ในการป้องกันกำจัดเชื้อรา *F. moniliforme* สาเหตุโรคต้นเน่าของข้าวโพดในสภาพไร่ พบว่าแบคทีเรียปฏิปักษ์จำนวน 2 ไอโซเลท ได้แก่ 16W5 และ 19W5 มีแนวโน้มในในการควบคุมโรคได้ดีที่สุด

การคัดเลือกแบคทีเรียปฏิปักษ์ในการยับยั้งการเจริญของเชื้อ *Xanthomonas campestris* pv. *Campestris* สาเหตุโรคเน่าดำของคะน้า พบว่า แบคทีเรีย *Bacillus subtilis* ไอโซเลท B10 และ BS-2 มีประสิทธิภาพในการควบคุมโรคเน่าดำได้เช่นเดียวกับการใช้สารคอปเปอร์ไฮดรอกไซด์ 77% WP

การคัดเลือกแบคทีเรียปฏิปักษ์ที่มีประสิทธิภาพยับยั้งการฟักไข่ของไส้เดือนฝอยรากปม *Meloidogyne incognita* ในสภาพห้องปฏิบัติการ พบว่า เชื้อ *Bacillus* spp. ไอโซเลท B37 คือ *Bacillus subtilis* ไอโซเลท B43 คือ *Bacillus subtilis* และ ไอโซเลท B45 คือ *Bacillus amyloliquefaciens* ส่วนเชื้อ *Streptomyces* spp. ไอโซเลท S8 คือ *Streptomyces canus* ไอโซเลท S13 คือ *Streptomyces diastaticus* และไอโซเลท S33 คือ *Streptomyces albus* จากการทดสอบประสิทธิภาพของเชื้อ *Bacillus* spp. และ *Streptomyces* spp. ในการควบคุมไส้เดือนฝอยรากปมในพริกในสภาพเรือนทดลอง พบว่า กรรมวิธีที่ใช้ cell suspension *Bacillus* ไอโซเลท B45 ส่งเสริมการเจริญเติบโตกับพริกได้ดีที่สุด

ทดสอบศักยภาพเชื้อราปฏิปักษ์การควบคุมโรคเหี่ยวพริกที่เกิดจากเชื้อรา *F. oxysporium* ในโรงเรือนทดลอง พบว่า เชื้อรา *Trichoderma* ไอโซเลท 21 และ 24 มีเปอร์เซ็นต์การเกิดโรคที่น้อยที่สุด 25.00 และ 32.50 ตามลำดับ

การคัดเลือกแบคทีเรีย *Bacillus* spp. ที่มีศักยภาพในการควบคุมโรคใบจุดพริก ที่เกิดจากแบคทีเรีย *Xanthomonas axonopodis pv. Vesicatoria* โดยการฉีดพ่นเซลล์แขวนลอยเชื้อบาซิลัสทั้ง 3 ไอโซเลท พบว่า เชื้อแบคทีเรียปฏิปักษ์ ไอโซเลทสกลนคร (BS24) ประสิทธิภาพในการควบคุมโรคใบจุดพริกได้ดีที่สุด รองลงมา คือ ไอโซเลทตาก (BS19) ส่วน ไอโซเลทกาญจนบุรี (BS3) ควบคุมโรคใบจุดได้น้อยที่สุด

กรมวิชาการเกษตร

การคัดเลือกแบคทีเรีย *Bacillus* spp. ที่มีศักยภาพในการควบคุมโรคเน่าคอดิน (damping-off) และโรคลำต้นเน่า (stem rot) สาเหตุจากเชื้อรา *Pythium aphanidermatum* ในมะเขือเทศ พบว่า กรรมวิธีที่ราดด้วยชีวภัณฑ์ BS 19W12 19W32 และ19W33 มีประสิทธิภาพควบคุมโรคไม่แตกต่างกับกรรมวิธีที่ราดด้วยสาร metalaxyl 25% WP

คัดเลือกเชื้อแบคทีเรียปฏิปักษ์ที่มีประสิทธิภาพในการควบคุมโรคราแป้งในแตงเมล่อนในสภาพโรงเรือนทดลอง พบว่า ไอโซเลทที่สามารถควบคุมโรคราแป้งได้ดีที่สุด มี 4 ไอโซเลท คือ DPD 3, DPD 24, DPD 5 และ DPD 22

การคัดเลือกเชื้อแบคทีเรียปฏิปักษ์ที่มีประสิทธิภาพของในการยับยั้งการเจริญของเชื้อ *Xanthomonas axonopodis* pv. *citri* สาเหตุโรคแคงเกอร์ พบว่า เชื้อแบคทีเรียปฏิปักษ์ 5 ไอโซเลท ได้แก่ ไอโซเลท B10 B22 B27 BS-5 และ 2G10 มีประสิทธิภาพสูงสุดในการยับยั้งการเจริญของเชื้อ *X. axonopodis* pv. *Citri* เพื่อนำไปพัฒนาให้เหมาะสมต่อการนำไปใช้ควบคุมโรคพืช

กรมวิชาการเกษตร

กิจกรรมที่ 3 สำรวจและศึกษาศักยภาพของชีวภัณฑ์ในการควบคุมวัชพืช

Survey and Potential Study of Biological Agents to Control Weed

ผู้วิจัย

ภัทร์พิชชา รุจิระพงศ์ชัย Phatphitcha Rujirapongchai

อัณศยา พรมมา Ansaya Promma

คำสำคัญ (Key words)

คำสำคัญ (TH) การป้องกันกำจัดโดยชีววิธี, ชีวภัณฑ์, , การคัดเลือก, สารสกัดธรรมชาติจากพืช, การควบคุมวัชพืช, ศักยภาพการควบคุมวัชพืช, ถั่วบราซิล, คลุมดิน,

คำสำคัญ (EN) Biological control, biological control agents, screening, Natural extract of Plants, Weed control, Potential for weed control, Pinto peanut, Cover crop,

กรมวิชาการเกษตร

บทคัดย่อ

กิจกรรม**สำรวจและศึกษาศักยภาพของชีวภัณฑ์ในการควบคุมวัชพืช** ดำเนินการระหว่างเดือนตุลาคม 2558 ถึง กันยายน 2560 ที่ห้องปฏิบัติการสำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช กรมวิชาการเกษตร และจังหวัดกาญจนบุรี มีวัตถุประสงค์คัดเลือกพืชคลุมดินหรือสารสกัดจากพืชที่มีศักยภาพในการควบคุมวัชพืช เพื่อนำไปพัฒนาให้เหมาะสมต่อการนำไปใช้ควบคุมวัชพืชโดยไม่ใช้สารเคมี รวมทั้งสิ้น 2 การทดลอง พบว่า การศึกษาศักยภาพการปลูกถั่วบราซิลจำนวน 6 และ 5 ต้นต่อตารางเมตรคลุมดินเพื่อควบคุมวัชพืชในสับปะรด มีเปอร์เซ็นต์การคลุมพื้นที่ของถั่วบราซิลสูงที่สุด 93 และ 83 เปอร์เซ็นต์ ส่วนการศึกษาความเข้มข้นของสารสกัดจากพลูควบคุมวัชพืชในสภาพเรือนทดลองพบว่าสารสกัดพลูมีประสิทธิภาพในการควบคุมวัชพืชประเภทใบกว้างได้ดีกว่าใบแคบ โดยสารสกัดพลูอัตรา 20 กรัม มีประสิทธิภาพในการควบคุมผักโขมหนามในระยะที่มีใบ 2-3 ใบ ได้ 100 เปอร์เซ็นต์

กรมวิชาการเกษตร

Abstracts

The Survey and potential study of biological agents to control to control weeds activity has been conducted between October 2015 to September 2017 at the Plant Protection Research Development Office, Department of Agriculture and Kanchanaburi province. This project aims to select plant or plant extracts with potential for weeds control. The selected biological agents can be developed into a product that suitable for controlling weed effectively. A total of 2 experiments The results showed that among two methods of weed controls by using Pinto peanut as ground cover crop and Betel Vine extracts.

กรมวิชาการเกษตร

บทนำ (Introduction)

การควบคุมวัชพืช

Mitchele (2007) ได้รายงานการทดลองปลูกถั่วบราซิลเพื่อศึกษาชีวมวล(Biomass) ส่วนที่อยู่เหนือดิน พบว่า น้ำหนักชีวมวลของถั่วบราซิลอายุ 3 ปี จะอยู่ในช่วง 0.2-4.0 กิโลกรัมต่อตารางเมตร ขึ้นอยู่กับ ความหนาแน่นของต้น ฤดูกาล การจัดการ และชนิดของดิน

Anonymous (2014c) ได้รายงานการใช้ถั่วบราซิลปลูกคลุมดินในผักที่เป็นไม้ยืนต้น ซึ่งในระยะ 6 เดือนแรกจะต้องดูแลรักษาและกำจัดวัชพืชออกจากถั่วบราซิลก่อนเพื่อให้ถั่วได้ตั้งตัวได้เร็วขึ้น และสามารถคลุมพื้นที่ได้อย่างทั่วถึงนอกจากนั้น พบว่า ถั่วบราซิลจะไม่เลื้อยพันกับต้นพืชผักยืนต้นนั้นๆ

คมสัน และคณะ(2557) ได้รายงานการใช้ถั่วซีรูเลียม(*Calopogonium caeruleum*) จำนวน 1, 2, 3 และ 4 ต้นต่อตารางเมตร ควบคุมหญ้าคา พบว่า จำนวนต้นซีรูเลียมตั้งแต่ 2, 3 และ 4 ต้นต่อตารางเมตรหลังปลูกซีรูเลียมได้ 5 เดือน สามารถคลุมพื้นที่ได้ 90 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งพบจำนวนต้นของหญ้าคาน้อยกว่าและแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธีไม่ได้ปลูกถั่วซีรูเลียม

Anonymous (2014ก) ได้รายงานการปลูกหรือการขยายพันธุ์ของถั่วบราซิลมี 3 วิธี ได้แก่ วิธีแรก การใช้เมล็ด 4-5 กรัมต่อตารางเมตร เมล็ดจะงอกภายใน 10-14 วัน และจะกระจายคลุมพื้นที่ได้ภายใน 2-5 เดือน วิธีที่ 2 การใช้ลำต้นถั่วบราซิล ความยาว 10-20 เซนติเมตร ฝังกลบดินลึก 3-5 เซนติเมตร รากจะงอกจากข้อลำต้นภายใน 2-4 สัปดาห์ และกระจายเต็มพื้นที่ 2-5 เดือน และวิธีที่ 3 การใช้ไหลบนดิน(stolon) ความยาว 20-30 เซนติเมตร ฝังกลบดินลึก 1-2 เซนติเมตร จะกระจายเต็มที่ 2-5 เดือน

พลู อยู่ในวงศ์ Piperaceae มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Piper betle* L. พลูเป็นไม้เลื้อย ออกรากที่ข้อสำหรับยึดเกาะ มีข้อและปล้องชัดเจน ใบเป็นใบเดี่ยว เรียงสลับเวียนขึ้นปลายยอด รูปคล้ายหัวใจ ใบพลูมีน้ำมันหอมระเหย(Essential oil) ประกอบด้วย chavibetol, chavibitol acetate, cineol, eugenol, campene, caryophyllene และ safrole เป็นต้น (ยุวดี,2557; Pradhan *et. al*., 2014) ส่วน Rimando *et. al*., (1986) ได้วิเคราะห์ส่วนประกอบของน้ำมันระเหยในใบพลู พบว่า มีส่วนประกอบของ chavibetol (53.1%), chavibetol acetate (15.5%), caryophyllene (3.79%), allypyroacatechol diacetate (0.71%), campene (0.48%), chavibetol methyl ether (=methyl eugenol, 0.48%), eugenol (0.32%), α-pinene (0.21%), β-pinene (0.21%), α-limonene (0,14%), safrole (0.11%), 1,8-cineole (0.04%), and allylpyrocatechol monoacetate(2.38%) Milhau *et. al*.,(1997) ได้รายงานว่า น้ำมันหอมระเหยของยูคาลิปตัสที่สกัดได้จากใบมีส่วนประกอบของ eucalyptol หรือ 1,8-ciniole ซึ่ง Singh *et. al*., (2002) ได้ใช้สารประกอบ monoterpenes 2 ชนิด คือ cineole และ citronellol ในการควบคุมวัชพืช สาบแร้งสาบกา (*Ageratum conyzoides* L.) พบว่า สารประกอบทั้ง 2 ชนิดมีผลต่อการงอก และการเจริญเติบโตต้นอ่อน แต่ สาร cineole จะมีผลที่รุนแรงกว่า ส่วน Jawahar *et.al*., (2013) ได้ใช้

กรมวิชาการเกษตร

น้ำมันยูคาลิปตัส (eucalyptus oil) เพื่อควบคุมการเจริญเติบโตของต้นอ่อนวัชพืช *Parthenium hysterophorus* L. โดยนำน้ำมันยูคาลิปตัสมาทำละลายด้วย ethanol ในอัตราส่วน 1:5 และนำมาทดลองที่ความเข้มข้น 0, 10, 20, 30, 40 และ 50 ppm. พบว่า น้ำมันยูคาลิปตัสความเข้มข้น 50 ppm. สามารถลดความหนาแน่นสัมพันธ์(Relative plant density) ต้นอ่อนของ *Parthenium hysterophorus* L. ได้ถึง 75.9 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเทียบกับความเข้มข้นที่ 0 ppm. Rassacifar *et.al*.,(2013) ได้ใช้น้ำมันยูคาลิปตัสควบคุมการงอกและการเจริญเติบโตของต้นอ่อน ของ *Amarathus blitoides* และ *Cynodon dactylon* ในสภาพเรือนทดลอง โดยใช้น้ำมันยูคาลิปตัสความเข้มข้น 0, 0.25, 0.5, 0.75 และ 1.0 (v/v) พบว่า วัชพืชทั้ง 2 ชนิดจะมีความยาวของรากและความสูงของต้นอ่อนน้อยลงตามความเข้มข้นที่สูงขึ้น จากคุณสมบัติของพลู ที่มีน้ำมันหอมระเหยดังกล่าวจึงได้นำสารสกัดจากพลูมาใช้ควบคุมวัชพืชเพื่อทดแทนการใช้สารเคมีกำจัดวัชพืชสังเคราะห์ต่อไป

กรมวิชาการเกษตร

ระเบียบวิธีการวิจัย

กิจกรรมที่ 3 สำรวจและศึกษาศักยภาพของชีวภัณฑ์ในการควบคุมวัชพืช

การทดลองที่ 3.1 ศักยภาพของถั่วบราซิล(pinto peanut, *Arachis pintoi* Krapov. & W.C. Greg.)คลุมดินเพื่อควบคุมวัชพืชในสับปะรด

วิธีการดำเนินตามขั้นตอนดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 ศึกษาการเจริญเติบโตของถั่วบราซิลจากเมล็ด

1.1 ศึกษางอกและการเจริญเติบโตของถั่วบราซิลในดินทราย

นำเมล็ดถั่วบราซิลมาปลูกในกระบะปูน ขนาด 1×1 เมตร กระบะละ 50 เมล็ด จำนวน 20 กระบะในสภาพดินร่วนปนทราย (นำมาจากพื้นที่ปลูกสับปะรด หรือผสมเอง?) หยอดเมล็ดลงหลุม รดน้ำทุกวัน เมื่อเมล็ดงอกคัดเลือกต้นที่มีขนาดเท่ากัน (งอกวันเดียวกัน) ลักษณะสมบูรณ์ แข็งแรง บันทึกการเจริญเติบโต

1) เตรียมดินผสมทรายในสัดส่วน m n คลุกเคล้าให้เข้ากันดี นำไปเติมในกระบะขนาด 1x1 เมตร สูง 20 เซนติเมตร จนเต็ม

2) นำเมล็ดถั่วบราซิล จำนวน 50 เมล็ด โรยให้ทั่วหน้าดิน และโรยทับด้วยดินปนทรายหนาประมาณ 0.5 เซนติเมตร จำนวน 5 กระบะ รดน้ำให้ชุ่ม หลังจากนั้นให้น้ำทุกวัน ๆ ละ 1 ครั้ง

3) หลังพืชงอก 2 สัปดาห์ (14 วัน) ถอนออกให้เหลือต้นที่สมบูรณ์ มีขนาดเท่าๆ กัน จำนวน 1, 2, 3 และ 4 ต้นต่อกระบะ (ความหนาแน่นละ 3 ซ้ำ) ต้นอ่อนที่งอกหลังจากสัปดาห์ที่ 2 ถอนออกหมด หลังบันทึกจำนวนต้นงอก

4) บันทึกข้อมูล :

- จำนวนต้นอ่อนที่โผล่พ้นดินในแต่ละวัน ในช่วง 10 วันหลังการทดลอง หลังจากนั้นบันทึกทุก 7 วัน จนกว่าจะงอกหมด หรือไม่มีต้นใหม่เพิ่มขึ้น

- จำนวนใบ จำนวนสาขา ความยาว ของถั่วแต่ละต้น ทุก 7 วัน เป็นระยะเวลานาน 3 เดือน หรือเมื่อพืชทดลองโตเต็มพื้นที่กระบะ ถอนต้นถั่วแต่ละกระถาง ล้างให้สะอาด บันทึกความยาวต้น จำนวนสาขา ความยาวสาขา จำนวนใบ พื้นที่ใบ น้ำหนักสด และน้ำหนักแห้ง คำนวณเปรียบเทียบการเจริญเติบโตของถั่วบราซิลในความหนาแน่นต่างๆ กัน

บันทึกข้อมูล

- บันทึกเปอร์เซ็นต์การงอก และวันงอก
- จำนวนใบต่อต้น
- การแตกกิ่ง
- ความยาวแขนง
- จำนวนกิ่งต่อต้น
- การออกดอก และการติดเมล็ด

กรมวิชาการเกษตร

1.2 ศึกษาการเจริญเติบโตของถั่วบราซิลที่ขยายพันธุ์จากกิ่งปักชำ

วางแผนการทดลองแบบ RCB จำนวน 5 กรรมวิธี 4 ซ้ำ ประกอบด้วย

1. กิ่งหลักส่วนโคน
2. กิ่งหลักส่วนกลาง
3. กิ่งหลักส่วนปลาย
4. กิ่งแขนงส่วนโคน
5. กิ่งแขนงส่วนปลาย

น้ำต้นถั่วบราซิลที่มีการเจริญเติบโตต้นสมบูรณ์แข็งแรง มาตัดตามกรรมวิธีที่กำหนด ยาวประมาณ 10 ซม. แล้วปักชำในกระบะสี่เหลี่ยม ขนาด 1×1 เมตร ลึก 20 เซนติเมตร ในสภาพดินร่วนปนทราย จำนวน 10 กิ่งต่อกระบะ จำนวน 20 กระบะ รดน้ำทำวัน

บันทึกข้อมูล บันทึกข้อมูลการเกิดยอดใหม่และการเจริญเติบโตดังต่อไปนี้

- บันทึกเปอร์เซ็นต์การอดตาย
- การแตกยอดใหม่ ทุกสัปดาห์
- การแตกกิ่ง
- ความยาวแขนง
- จำนวนกิ่งต่อต้น
- การออกดอก และการติดเมล็ด

1.3 ศึกษาการเจริญเติบโตของถั่วบราซิลจากเมล็ด

วางแผนการทดลองแบบ RCB จำนวน 4 กรรมวิธี 5 ซ้ำ ประกอบด้วย

1. จำนวนต้นถั่วบราซิล 1 ต้น
2. จำนวนต้นถั่วบราซิล 2 ต้น
3. จำนวนต้นถั่วบราซิล 3 ต้น
4. จำนวนต้นถั่วบราซิล 4 ต้น

เมล็ดถั่วบราซิลมาปลูกในกระบะปูน ขนาด 1×1 เมตร ตามกรรมวิธีในสภาพดินร่วนปนทราย หยอดเมล็ดลงหลุม รดน้ำทุกวัน เมื่อเมล็ดงอกคัดเลือกต้นที่มีขนาดเท่ากัน (งอกวันเดียวกัน) ลักษณะสมบูรณ์ แข็งแรง ให้เหลือตามกรรมวิธีทดลอง

บันทึกข้อมูล

- วัดความยาวกิ่ง
- จำนวนกิ่ง
- จำนวนใบ
- วันออกดอก
- พื้นที่ใบ

กรมวิชาการเกษตร

- การติดผล
- ความกว้างยาวทรงพุ่ม

<u>ขั้นตอนที่ 2</u> ศึกษาศักยาภาพในการควบคุมวัชพืชในสับปะรด

-แผนการทดลอง วางแผนการทดลองแบบ RCB มี 4 ซ้ำ

-กรรมวิธี การทดลองมี 7 กรรมวิธี ประกอบด้วย

1. จำนวนเมล็ดถั่วบราซิล 1
2. จำนวนเมล็ดถั่วบราซิล 2
3. กิ่งปักชำ 1
4. กิ่งปักชำ 2
5. สารกำจัดวัชพืช diuron 80% WP อัตรา 400 กรัมสารออกฤทธิ์ต่อไร่
6. สารกำจัดวัชพืช bromacil 80% WP อัตรา 400 กรัมสารออกฤทธิ์ต่อไร่
7. กรรมวิธีกำจัดวัชพืชด้วยมือ
8. วิธีไม่กำจัดวัชพืช

-วิธีปฏิบัติการทดลอง

คัดเลือกผลการทดลองที่ดีที่สุด สองลำดับ จากข้อ 1.2 และ 1.3 นำมาทดลองทดลองในแปลงขนาด 4X5 เมตร ปลูกสับปะรดเป็นแบบแถวเดี่ยว ใช้ระยะระหว่างแถว 100 เซนติเมตร หลังปลูกสับปะรดแล้ว จึงปลูกต้นถั่วบราซิลในระหว่างตามอัตราที่กำหนด การกำจัดวัชพืชให้กับถั่วบราซิลในระยะแรกของการเจริญเติบโต

ส่วนกรรมวิธีที่ 5 การพ่นสารกำจัดวัชพืช diuron 80% WP พ่นคลุมดินก่อนปลูกสับปะรด และกรรมวิธีที่ 6 พ่นสารกำจัดวัชพืช bromacil 80% WP หลังวัชพืชงอกที่ระยะ 30 วันหลังปลูก กำจัดวัชพืชด้วยมือที่ 30 และ 60 วันหลังปลูก

การบันทึกข้อมูล

- บันทึกการเจริญเติบโตของถั่วบราซิล ได้แก่ ความยาวกิ่ง จำนวนกิ่งต่อต้น ความสามารถในการคลุมพื้นที่

- จำนวนต้นและน้ำหนักแห้งของวัชพืช ในทุกกรรมวิธี กรรมวิธีละ 2 จุด จุดละ 1 ตารางเมตร ที่ระยะ 1, 2, 3, 6 และ 8 เดือนหลังปลูก นำข้อมูลมาวิเคราะห์ผลทางสถิติ อธิบายผลและเขียนรายงานผลการทดลอง

- วัดการเจริญเติบโตของสับปะรด ได้แก่ ความสูง และความกว้างทรงพุ่ม โดยสุ่มจากจำนวน 10 ต้น ที่เป็นตัวแทนของสับปะรดในแต่ละกรรมวิธี บันทึกข้อมูล 3 ครั้งที่ที่ระยะ 1, 2, 3, 6 และ 8 เดือนหลังปลูก

-สถานที่ทดลอง ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรกาญจนบุรี จังหวัดกาญจนบุรี

กรมวิชาการเกษตร

การทดลองที่ 3.2 ทดสอบประสิทธิของสารสกัดจากพลูควบคุมวัชพืชในสภาพเรือนทดลอง
วิธีการดำเนินตามขั้นตอนดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 การเลือกส่วนของพลูที่มีประสิทธิภาพในการยับยั้งการเจริญของวัชพืช

1) การเก็บรวบรวมพลู ทำการเก็บพลูจากแหล่งต่างๆ แยกเป็นใบแก่เต็มที่ (เริ่มมีสีเหลือง) ใบแก่ (ใบที่แผ่นใบมีสีเขียวเข้ม แผ่เต็มที่) ใบอ่อน (ใบมีสีเขียวอ่อน แผ่นใบยังไม่แผ่เต็มที่) และกิ่ง แต่ละส่วนของพืช แยกเป็นตัวอย่างสด และตัวอย่างแห้ง

2) การเตรียมสารสกัดจากตัวอย่างสด นำตัวอย่างพืช 10 กรัม มาตัดเป็นชิ้นเล็กๆ แล้วนำไปบดกับสารละลาย 70% เมทานอล 100 มิลลิลิตร ด้วยเครื่องบดละเอียด แล้วแช่ไว้ที่อุณหภูมิห้องนาน 48-72 ชั่วโมง นำมากรองเอากากออกด้วยกระดาษกรอง วัดปริมาตร และนำสารละลายที่ได้ไปเก็บในตู้เย็นที่ 4 องศาเซลเซียส จนกว่าจะใช้ (ทำส่วนละ 3 ซ้ำ)

3) การเตรียมสารสกัดจากตัวอย่างแห้ง นำตัวอย่างพืชไปตากให้แห้งภายใต้ร่มเงา หรืออบในตู้อบที่อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส นาน 48 ชั่วโมง ชั่งตัวอย่าง 10 กรัม ตัดเป็นชิ้นเล็ก ๆ และบดด้วยเครื่องบดละเอียด ปฏิบัติเช่นเดียวกับการเตรียมสารสกัดจากตัวอย่างสด

4) การทดสอบผลต่อการงอกและการเจริญเติบโตของวัชพืชทดสอบ นำสารสกัดจากส่วนต่างๆ ของพลูสดและแห้งที่เตรียมไว้ นำมากลั่นระเหยแห้งให้มีปริมาตร 30 มิลลิลิตร ตวง 6 มิลลิลิตร (เทียบเท่าสกัดจากพลู 2 กรัม) แบ่งออก 3 มิลลิลิตร (เทียบเท่าสกัดจากพลู 1 กรัม) ใส่ในจานแก้วที่บรรจุกระดาษกรอง (Whatman no.4) 1 แผ่น เติมสารละลายที่เหลือด้วย 70% เมทานอล 3 มิลลิลิตร ตวง 3 มิลลิลิตร (เทียบเท่าสกัดจากพืช 0.5 กรัม) ใส่ในจานแก้วบรรจุกระดาษกรอง 1 แผ่น เติมสารละลายที่เหลือด้วย 70% เมทานอล 12 มิลลิลิตร ตวง 3 มิลลิลิตร (เทียบเท่าสกัดจากพืช 0.1 กรัม) ใส่ในจานแก้วบรรจุกระดาษกรอง 1แผ่น และทำเช่นเดียวกันนี้ จนได้สารสกัดเทียบเท่าสกัดจากพืช 1.0, 0.5, 0.1, 0.05 และ 0.01 กรัม ตามลำดับ ทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้อง 24 ชั่วโมง เพื่อให้เมทานอลระเหยแห้ง สำหรับชุดควบคุมให้ตวง 70% เมทานอล 3 มิลลิลิตร ใส่ในจานแก้วบรรจุกระดาษกรอง และทิ้งไว้ให้แห้งเช่นเดียวกัน ทำ 3 ซ้ำ

นำเมล็ดไมยราบยักษ์แช่ในน้ำร้อน และปล่อยให้เย็นทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้อง 12 ชั่วโมง เลือกเมล็ดพองเต่ง ไม่มีร่องรอยแมลงกัดกิน จำนวน 50 เมล็ด ใส่ในจานแก้วที่ใส่สารสกัดจากส่วนต่างๆ ของพลูที่เตรียมไว้ เติมน้ำกลั่น 5 มิลลิลิตร ปิดฝา วางไว้ที่อุณหภูมิห้อง บันทึกจำนวนเมล็ดงอก สุ่มวัดความยาวรากและต้น จำนวนซ้ำละ 10 ต้น หลังเริ่มทดลอง 7 วัน นำผลที่ได้ไปคำนวณหาค่าเฉลี่ย และนำค่าเฉลี่ยไปคำนวณประสิทธิภาพการยับยั้งการงอกและการเจริญ ดังนี้

- การยับยั้งการงอก (%) = [(A-B)/A] x 100

A = ค่าเฉลี่ย (จาก 3 ซ้ำ) จำนวนเมล็ดงอกในชุดควบคุม

B = ค่าเฉลี่ย (จาก 3 ซ้ำ) จำนวนเมล็ดงอกในชุดที่ได้รับสารสกัด

กรมวิชาการเกษตร

- การยับยั้งการเจริญ (%) = [(A-B)/A] x 100

A = ค่าเฉลี่ย (จาก 3 ซ้ำ) ความยาวราก/ต้นไมยราบเลื้อยในชุดควบคุม

B = ค่าเฉลี่ย (จาก 3 ซ้ำ) ความยาวราก/ต้นไมยราบเลื้อยในชุดที่ได้รับสารสกัด

ขั้นตอนที่ 2 การเลือกตัวทำละลายสำหรับสกัดพลูที่มีประสิทธิภาพในการยับยั้งการเจริญของวัชพืช

นำส่วนของพืชที่ให้ผลยับยั้งการงอกและการเจริญของไมยราบยักษ์ที่ดีที่สุดในขั้นตอนที่ 1 หนัก 10 กรัม มาบดละเอียดในตัวทำละลายแต่ละชนิด ปริมาตร 100 มิลลิลิตร และแช่ทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้อง นาน 48-72 ชั่วโมง กรองกากออก และลดปริมาตรให้เหลือ 30 มิลลิลิตร และนำไปทดสอบกับการงอกและการเจริญของไมยราบเลื้อย บันทึกผล เช่นเดียวกับขั้นตอนที่ 1

ขั้นตอนที่ 3 ประสิทธิภาพของสารสกัดจากพลูในการยับยั้งการเจริญของวัชพืชในสภาพห้องปฏิบัติการ

ใช้สารละลายที่ให้ผลในการยับยั้งการงอกและการเจริญเติบโตของไมยราบยักษ์ที่ดีสุดนำมาใช้สกัดตัวอย่างพลู น้ำหนัก 100 กรัม ตามวิธีการเช่นเดียวกับขั้นตอนที่ 1 (3 ซ้ำ) และนำไปทดสอบกับการงอกของวัชพืชจำนวน 6 ชนิด ได้แก่ หญ้าขาวนก หญ้าปากควาย ถั่วผี ไมยราบเลื้อย ผักโขมหนาม และหงอนไก่ป่า โดยปฏิบัติและบันทึกผลเช่นเดียวกับขั้นตอนที่ 1 สารสกัดที่เหลือแช่ในตู้เย็นที่ 4 องศาเซลเซียส จนกว่าจะใช้

สำหรับผลต่อการเจริญเติบโตของวัชพืชชนิดต่างๆ มีขั้นตอนการปฏิบัติดังนี้

1) นำสารสกัดเทียบเท่าสกัดจากพืช 10 กรัม ระเหยแห้งด้วยเครื่องกลั่นระเหยความดันต่ำ นำมาล้างออกด้วยน้ำกลั่น 10-20 มิลลิลิตร

2) ชั่งผงวุ้น 1.5 กรัม ละลายในน้ำกลั่นร้อน 30 มิลลิลิตร นำสารละลายในข้อ 1) เติมคนให้เข้ากันดี แล้วน้ำกลั่นให้ได้ปริมาตรรวม 50 มิลลิลิตร คนจนสารละลายเป็นเนื้อเดียวกัน ตวงสารละลายวุ้น 5 มิลลิลิตร (เทียบเท่าสกัดจากพืช 1 กรัม ในสารละลายวุ้น 3%) ใส่ในหลอดแก้วก้นตัด (เส้นผ่าศูนย์กลาง 29 มิลลิเมตร ยาว 130 มิลลิเมตร) จำนวน 6 หลอด นำสารละลายวุ้น 3% เติมลงในสารสกัดจากพลูในวุ้น ให้มีปริมาตรเป็น 2 เท่าของสารสกัดวุ้นที่เหลือ (20 มิลลิลิตร) คนให้เข้ากันดี ตวง 5 มิลลิลิตร (เทียบเท่าสกัดจากพืช 0.5 กรัม) ใส่ในหลอดแก้วก้นตัด จำนวน 6 หลอด เติมสารสกัด-วุ้นที่เหลือ (10 มิลลิลิตร) ด้วยสารละลายวุ้น 3% จนมีปริมาตรเป็น 5 เท่า (50 มิลลิลิตร) ตวง 5 มิลลิลิตร (เทียบเท่าสกัดจาพืช 0.1 กรัม) ใส่หลอดแก้วก้นตัด 6 หลอด ทำเช่นเดียวกันนี้ เพื่อให้ได้สารสกัดเทียบเท่าสกัดพลู 0.05 และ 0.01กรัม สำหรับชุดควบคุม ตวงสารละลายวุ้น 5 มิลลิลิตร (ความเข้มของสารสกัดจากพลูที่ทดสอบ 1, 0.5, 0.1, 0.05, 0.01 กรัม (เทียบเท่าสกัดจากพืช จำนวน 3 ซ้ำ) ปล่อยให้เย็นที่อุณหภูมิห้อง

3) นำเมล็ดวัชพืชที่จะทดสอบ แช่น้ำ และนำมาเพาะให้งอกในจานรองแก้ว เลือกเมล็ดที่เริ่มงอก (มีรากยาว 1-2 มิลลิเมตร) จำนวน 6 เมล็ด ใส่ลงในหลอดแก้วที่เตรียมในไว้ในข้อ 2) ชนิดละ 1 หลอดในแต่ละความเข้มข้น ความเข้มข้นละ 3 ซ้ำ ปิดปากหลอดด้วยพลาสติกใส นำไปวางใน

ลิขสิทธิ์การเกษตร

ตู้ควบคุมอุณหภูมิที่ 30 องศาเซลเซียส แสง 24 ชั่วโมง เมื่อครบ 7 วัน ล้างต้นอ่อนวัชพืชทดสอบ นำมาวัดความยาวราก และความสูงต้น คำนวณหาค่าเฉลี่ย และนำค่าเฉลี่ยไปคำนวณหาค่าการยับยั้ง เช่นเดียวกับการทดลองในขั้นตอนที่ 1

ขั้นตอนที่ 4 ความเข้มข้นและระยะเวลาในการใช้สารสกัดจากพลูควบคุมวัชพืชในสภาพเรือนทดลอง

ประกอบด้วยขั้นตอนต่างๆ ดังนี้

1) เลือกวัชพืชชนิดที่ไวต่อการทดสอบสูงสุดในขั้นตอนที่ 3 นำมาปลูกในกระถาง โดยหว่านเมล็ดจำนวน 50 เมล็ด เมื่องอกแล้ว 10 วัน ถอนให้เหลือ 25 ต้น/กระถาง จำนวน 15 กระถาง (สำหรับการพ่นสารสกัดหลังวัชพืชงอกประมาณ 1 เดือน) และนำเมล็ดวัชพืชชนิดเดียวกัน จำนวน 50 เมล็ดมาหว่านในกระถางขนาดเดียวกัน อีก 15 กระถาง หลังจากเพาะในชุดแรก 20-25 วัน (สำหรับการพ่นสารสกัดก่อนวัชพืชงอก)

2) นำสารสกัดพลูในขั้นตอนที่ 3 ปริมาตรเทียบเท่าสกัดจากพืช 20 กรัม กลั่นระเหยตัวทำละลายด้วยเครื่องกลั่นระเหยความดันต่ำ แล้วนำมาละลายในน้ำ ให้มีปริมาตร 80 มิลลิลิตร ตวง 40 มิลลิลิตร (เทียบเท่าสกัดจากพืช 10 กรัม) ใส่ในขวดแก้วรูปกรวย ปิดปากขวดด้วยพลาสติกใสและอลูมิเนียมฟอยล์ นำสารสกัดส่วนที่เหลือ 40 มิลลิลิตร เติมด้วยกลั่น 40 มิลลิลิตร เขย่าให้เข้ากันดี ตวง 40 มิลลิลิตร (เทียบเท่าสกัดจากพืช 5 กรัม) ใส่ในขวดแก้วรูปกรวย ปิดปากขวดด้วยพลาสติกใสและอลูมิเนียมฟอยล์ นำสารสกัดส่วนที่เหลือ 40 มิลลิลิตร เติมด้วยกลั่น 26.7 มิลลิลิตร เขย่าให้เข้ากันดี ตวง 40 มิลลิลิตร (เทียบเท่าสกัดจากพืช 3 กรัม) ใส่ในขวดแก้วรูปกรวย ปิดปากขวดด้วยพลาสติกใส และอลูมิเนียมฟอยล์ นำสารสกัดส่วนที่เหลือ 26.7 มิลลิลิตร เติมด้วยกลั่น 40 มิลลิลิตร ให้มีปริมาตรรวม 60 มิลลิลิตร เขย่าให้เข้ากันดี ตวง 40 มิลลิลิตร (เทียบเท่าสกัดจากพืช 1 กรัม) ใส่ในขวดแก้วรูปกรวย ปิดปากขวดด้วยพลาสติกใส และอลูมิเนียมฟอยล์

3) การพ่นสารสกัดในพืชทดสอบ นำกระถางพืชทดสอบ 1 กระถาง (1 ซ้ำ) มาวางในพื้นที่ 1 ตารางเมตร พ่นด้วยสารสกัดที่เตรียมไว้ในขั้นตอนที่ 2) จนหมด (เท่ากับน้ำ 64 ลิตร/ไร่) ปล่อยให้แห้งจึงเคลื่อนย้าย สำหรับชุดควบคุมใช้น้ำกลั่นปริมาตรเท่ากัน (40 มิลลิลิตร) พ่นให้พืชทดสอบในพื้นที่ 1 ตารางเมตรเช่นกัน

4) การบันทึกผลการทดลอง สังเกตอาการเป็นพิษ จำนวนต้นพืชงอก ตาย ในแต่ละกระถาง เมื่อครบ 28-30 วันหลังพ่นสาร นำพืชทดสอบในแต่ละกระถาง ล้างให้สะอาด นับจำนวนต้นที่มีชีวิต วัดความยาวราก ความยาวต้น น้ำหนักสด และน้ำหนักแห้ง นำมาหาค่าเฉลี่ย และนำค่าเฉลี่ยแต่ละซ้ำไปวิเคราะห์สถิติ เพื่อหาความเข้มข้นและระยะเวลาการใช้ที่เหมาะสมสำหรับวัชพืช

กรมวิชาการเกษตร

ขั้นตอนที่ 5 ประสิทธิภาพของสารสกัดจากพลูควบคุมวัชพืชในสภาพเรือนทดลอง

1) นำผลที่ได้จากขั้นตอนที่ 4 คือระยะเวลาการใช้ (ก่อนวัชพืชงอก / หลังวัชพืชงอก ประมาณ 1 เดือน) และความเข้มข้นที่ให้ผลการยับยั้งการเจริญของวัชพืชมากที่สุด มาทดสอบกับวัชพืชชนิดต่างๆ 6 ชนิด ได้แก่ หญ้าขาวนก หญ้าปากควาย ถั่วผี ไมยราบเลื้อย ผักโขมหนาม และหงอนไก่ป่า ชนิดละ 6 กระถาง ตามวิธีการเช่นเดียวกับขั้นตอนที่ 4 และใช้น้ำเปล่าสำหรับชุดควบคุม

2) การบันทึกผลการทดลอง สังเกตอาการเป็นพิษ จำนวนต้นพืชงอก ตาย ในแต่ละกระถาง เมื่อครบ 28-30 วันหลังพ่นสาร นำพืชทดสอบในแต่ละกระถาง ล้างให้สะอาด นับจำนวนต้นที่มีชีวิต วัดความยาวราก ความยาวต้น น้ำหนักสด และน้ำหนักแห้ง นำมาหาค่าเฉลี่ย เปรียบเทียบกับวัชพืชชนิดเดียวกันในชุดควบคุม

สถานที่ทำการทดลอง

- ห้องปฏิบัติการ และเรือนทดลอง กลุ่มวิจัยวัชพืช สำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช

กรมวิชาการเกษตร

ผลการวิจัย (Results)

การทดลองที่ 3.1 ศักยภาพของถั่วบราซิล(pinto peanut, *Arachis pintoi* Krapov. & W.C. Greg.)คลุมดินเพื่อควบคุมวัชพืชในสับปะรด

ผลการทดลอง

ศึกษาการเจริญเติบโตของถั่วบราซิลจากกิ่งปักชำในการควบคุมวัชพืชในสับปะรด

เนื่องจากแหล่งผลิตเมล็ดถั่วบราซิล ณ ศูนย์วิจัยและพัฒนาอาหารสัตว์สุพรรณบุรี มีปัญหาเรื่องการผลิตเมล็ดพันธุ์ถั่วบราซิลทำให้เมล็ดพันธุ์ที่ได้มีปริมาณน้อย ไม่เพียงพอต่อการนำไปใช้ประโยชน์ และเมล็ดพันธุ์ที่ผลิตได้มีความสมบูรณ์ต่ำส่งผลต่อการงอกทำให้ไม่สามารถทำการทดลองนี้ จึงปรับใช้เป็นกิ่งปักชำได้ โดยเตรียมกิ่งปักชำจำนวน 1,500 ต้น อายุ 1 เดือน ดำเนินการทดลองที่แปลงเกษตรกรในอำเภอพนมทวน จังหวัดกาญจนบุรี โดยไถเตรียมดิน ตากดิน เก็บเศษวัชพืช ออกจากแปลงทดลองและเตรียมหน่อสับปะรด ปลูกสับปะรดและปลูกถั่วบราซิลตามกรรมวิธีที่กำหนด หลังปลูกสับปะรด 1 เดือน สับปะรดมีการเจริญเติบโตตามปกติขณะที่ถั่วบราซิล จำเป็นต้องให้น้ำและดูแลอย่างดีระยะแรก จนถั่วบราซิลจะตั้งตัวได้ ระยะแรกถั่วบราซิลมีการเจริญเติบโตค่อนข้างช้าโดยมีความยาวเฉลี่ย16.4-20.2 เซนติเมตร และมีปัญหาเรื่องความอุดมสมบูรณ์ของดิน ส่งผลให้ต้นถั่วมีการเจริญเติบโตช้าเนื่องจากไม่สามารถตรึงไนโตรเจนได้ เมื่อมีการใส่ปุ๋ยและให้อาหารเสริมต้นถั่วจะค่อย ๆ เจริญเติบโตและสามารถแตกกิ่งแขนงในระยะ 2-3 เดือนหลังปลูก (ตารางที่ 3.1.1) ในระยะ 1-2 เดือนหลังปลูก การคลุมพื้นที่ของถั่วบราซิลจะเป็นไปอย่างช้า ๆ ในทุกกรรมวิธีจึงจำเป็นต้องมีการกำจัดวัชพืชในระยะนี้ และพบว่าที่ระยะ 3 เดือนหลังปลูก ถั่วบราซิลสามารถเจริญเติบโตได้อย่างรวดเร็ว และในกรรมวิธีที่ มีจำนวนต้นถั่วบราซิล 5 และ 6 ต้นต่อตารางเมตร มีเปอร์เซ็นต์การคลุมพื้นที่ของถั่วบราซิล 83 และ 93 เปอร์เซ็นต์ สูงที่สุด (ตารางที่ 3.1.2) และพบว่ามีจำนวนต้นวัชพืชงอกมาแข่งขันเพียงเล็กน้อย (ภาพที่ 3.1.2)

ปัญหา/อุปสรรค

1. แหล่งผลิตเมล็ดถั่วบราซิลไม่มีการผลิตเมล็ดพันธุ์ ทำให้ไม่สามารถทดลองได้
2. สภาพดินมีผลต่อการเจริญเติบโตของถั่วบราซิล
3. ในระยะแรกถั่วบราซิลจำเป็นต้องให้น้ำและปุ๋ยอย่างสม่ำเสมอ ในขณะที่สับปะรดไม่ต้องการน้ำมากนัก ส่งผลทำให้สับปะรดเน่าและเกิดโรคได้ง่าย

กรมวิชาการเกษตร

ตารางที่ 3.1.1 การเจริญเติบโตของถั่วบราซิลที่ระยะ 1 , 2 และ 3 เดือนหลังปลูก

กรรมวิธี	ความยาวกิ่งหลัก (ซม.)				จำนวนกิ่งแขนง (ซม.)			
	ก่อนปลูก	1 เดือน	2 เดือน	3 เดือน	ก่อนปลูก	1 เดือน	2 เดือน	3 เดือน
2 ต้นต่อตรม.	16.4	24.7 b	41.7	51.3 ab	1.7	2.3 b	3.0 b	4.7 b
3 ต้นต่อตรม.	19.5	25.1 ab	39.7	47.3 b	2.0	2.7 ab	3.3 b	5.3 b
4 ต้นต่อตรม.	18.1	25.3 ab	39.5	46.7 b	2.0	2.7 ab	3.6 b	6.7 ab
5 ต้นต่อตรม.	17.8	27.2 a	45.5	59.8 a	1.7	3.0 a	4.7 ab	7.3 a
6 ต้นต่อตรม.	18.2	27.8 a	46.5	60.2 a	2.0	3.0 a	5.4 a	7.7 a
กำจัดวัชพืชด้วยมือ	20.2	27.3 a	40.7	58.7 a	1.7	3.0 a	4.8 ab	6.7 ab
ไม่กำจัดวัชพืช	-	-	-	-	-	-	-	-
C.V.(%)	11.3	12.23	10.03	21.28	18.1	21.29	15.76	14.22

กรมวิชาการเกษตร

ตารางที่ 3.1.2 เปอร์เซ็นต์การคลุมพื้นที่ของถั่วบราซิลที่ระยะ 1 , 2 และ 3 เดือนหลังปลูก ในแปลงปลูกสับปะรด

กรรมวิธี	เปอร์เซ็นต์การคลุมพื้นที่ของถั่วบราซิล (ต่อพื้นที่ 1 ตารางเมตร)					
	15 วัน	1 เดือน	2 เดือน	3 เดือน	4 เดือน	5 เดือน
2 ต้นต่อตรม.	0	10	30	50	-	-
3 ต้นต่อตรม.	0	10	30	60	-	-
4 ต้นต่อตรม.	0	10	40	63	-	-
5 ต้นต่อตรม.	0	15	50	83	-	-
6 ต้นต่อตรม.	0	15	60	93	-	-
กำจัดวัชพืชด้วยมือ	0	10	60	80	-	-
ไม่กำจัดวัชพืช	-	-	-	-	-	-

กรมวิชาการเกษตร

ก

ข

ค

ง

ภาพที่ 3.1.1 ก. เตรียมแปลงปลูกสับปะรด ข. ปลูกสับปะรดตามกรรมวิธี
ค. ปลูกถั่วบราซิลตามกรรมวิธี ง. การเจริญเติบโตของสับปะรด อายุ 1เดือน

ภาพที่ 3.1.2 การเจริญเติบโตและการคลุมวัชพืช ที่ระยะ 3 เดือนหลังปลูก

ก. 2 ต้นต่อตรม. ข. 3 ต้นต่อตรม. ค. 4 ต้นต่อตรม.

ง. 5 ต้นต่อตรม. จ. 6 ต้นต่อตรม. ฉ. ไม่ปลูกถั่วบราซิล

กรมวิชาการ

การทดลองที่ 3.2 ประสิทธิภาพสารสกัดพลู (*Piper betle* L.) เพื่อควบคุมวัชพืช

ผลการทดลอง

ความเข้มข้นและระยะเวลาในการใช้สารสกัดจากพลูควบคุมวัชพืชในสภาพเรือนทดลอง

จากผลการทดลองในห้องปฏิบัติการพบว่าสารสกัดพลูยับยั้งการงอกและการเจริญของผักโขมหนามได้ดีกว่าพืชทดสอบชนิดอื่นๆ ดังนั้นในขั้นตอนนี้จึงเลือกผักโขมหนามเป็นพืชทดสอบ โดยวางแผนการทดลองแบบ CRD 5 ซ้ำ มี 5 กรรมวิธี คือ สารสกัดเทียบเท่าสกัดจากพลู 10, 5, 3, 1 และ 0 กรัม โดยทำการปรับเปลี่ยนระยะเวลาในการพ่นสารสกัดเป็น 4 ระยะ ได้แก่

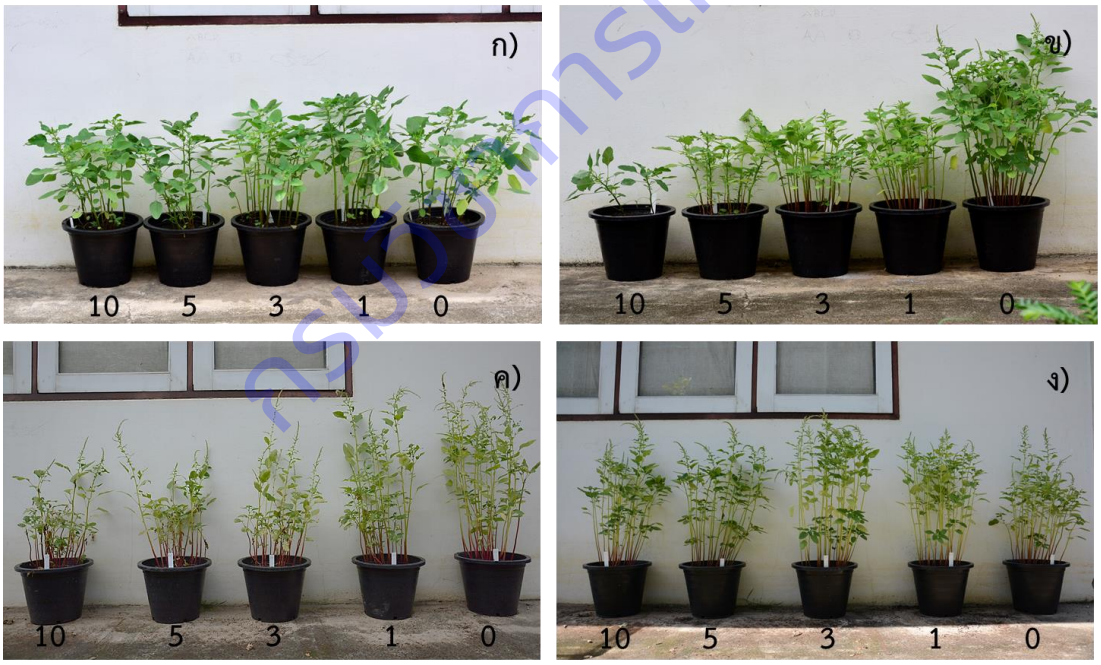
1) พ่นสารสกัดพลูก่อนผักโขมหนามงอก

2) พ่นสารสกัดพลูหลังผักโขมหนามงอกแล้วมีใบ 2-3 ใบ

3) พ่นสารสกัดพลูหลังผักโขมหนามงอกแล้วมีใบ 4-5 ใบ

4) พ่นสารสกัดพลูหลังผักโขมหนามงอกแล้วมีใบมากกว่า 5 ใบ แต่สูงไม่เกิน 30 เซนติเมตร

ผลการทดลองพบว่า หลังพ่นสารสกัดพลู 30 วัน การพ่นสารสกัดพลูหลังผักโขมหนามงอกแล้วมีใบ 2-3 ใบ และสารสกัดเทียบเท่าสกัดจากพลูอัตรา 10 และ 5 กรัม มีประสิทธิภาพในการควบคุมผักโขมหนามดีกว่าในระยะอื่นๆ (ภาพที่ 3.2.1)



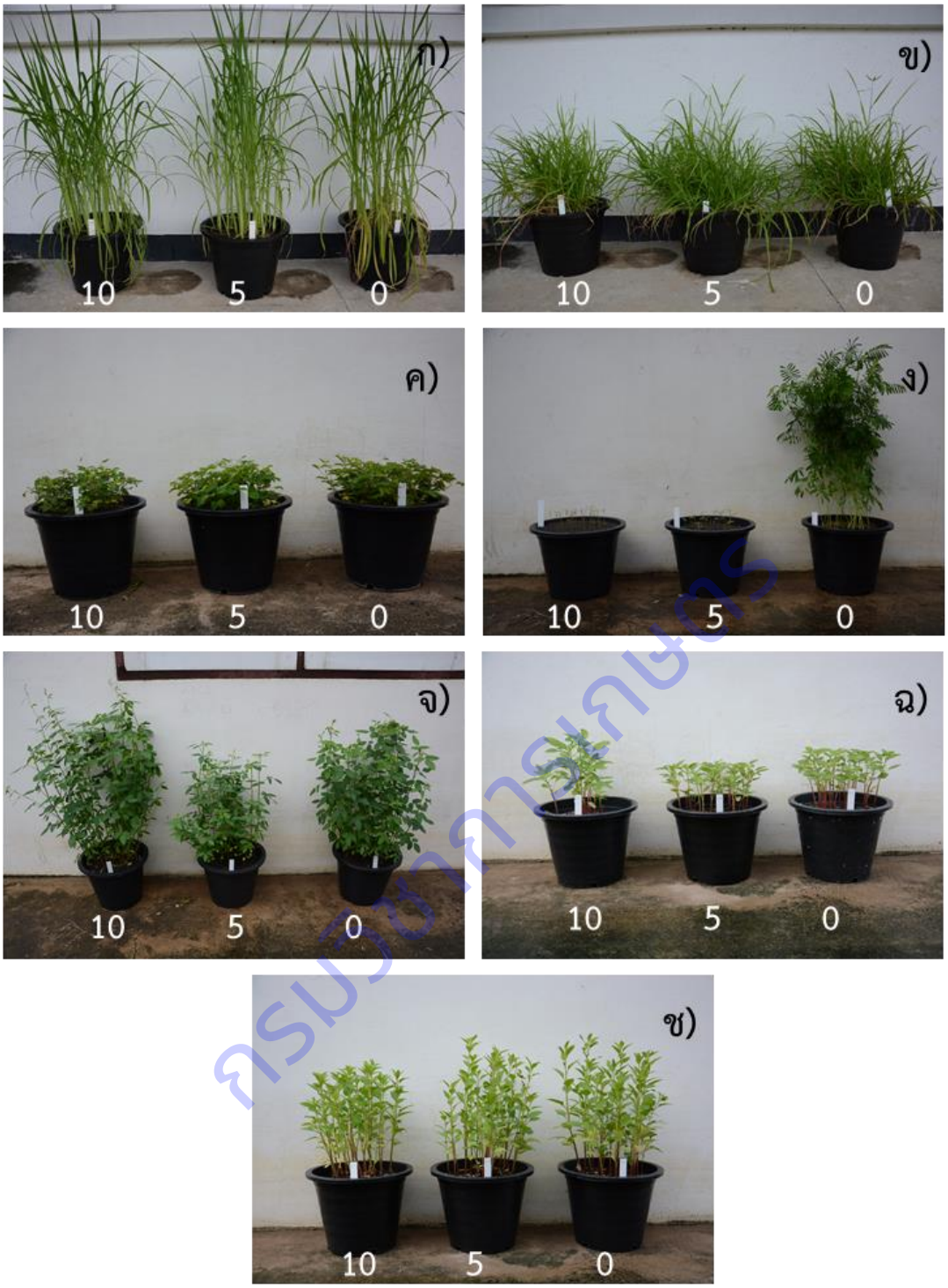
ภาพที่ 3.2.1 ลักษณะต้นผักโขมหนามหลังพ่นสารสกัดพลู 30 วัน อัตรา 10, 5, 3, 1 และ 0 กรัม ก) พ่นสารสกัดพลูก่อนผักโขมหนามงอก ข) พ่นสารสกัดพลูหลังผักโขมหนามงอกแล้วมีใบ 2-3 ใบ ค) พ่นสารสกัดพลูหลังผักโขมหนามงอกแล้วมีใบ 4-5 ใบ และ ง) พ่นสารสกัดพลูหลังผักโขมหนามงอกแล้วมีใบมากกว่า 5 ใบ แต่สูงไม่เกิน 30 เซนติเมตร

กรมวิชาการเกษตร

ประสิทธิภาพของสารสกัดจากพลูควบคุมวัชพืชในสภาพเรือนทดลอง

จากผลการทดลองในข้อ 2. ได้เลือกสารสกัดพลูอัตรา 10 และ 5 กรัม สำหรับใช้ทำการทดลองในขั้นตอนนี้ โดยใช้พืชทดสอบ 7 ชนิด ได้แก่ หญ้าข้าวนก หญ้าปากควาย ไมยราบ ไมยราบเลื้อย ถั่วผี ผักโขมหนาม และหงอนไก่ป่า โดยวางแผนการทดลองแบบ CRD 5 ซ้ำ มี 3 กรรมวิธี คือ สารสกัดเทียบเท่าสกัดจากพลูอัตรา 10, 5 และ 0 กรัม และพ่นสารเมื่อพืชทดสอบมีใบ 2-3 ใบ พบว่า สารสกัดพลูมีประสิทธิภาพในการควบคุมวัชพืชประเภทใบกว้างได้ดีกว่าใบแคบ (ภาพที่ 3.2.2) แต่อย่างไรก็ตามที่อัตราสูงสุด คือ 10 กรัม ยังไม่สามารถควบคุมวัชพืชได้ 100 เปอร์เซ็นต์ ดังนั้นจึงทำการทดลองซ้ำ โดยเพิ่มอัตราสารสกัดพลูเป็น 20 กรัม และทำการทดสอบกับวัชพืชประเภทใบกว้าง 5 ชนิด ได้แก่ ไมยราบ ไมยราบเลื้อย ถั่วผี ผักโขมหนาม และหงอนไก่ป่า วางแผนการทดลองแบบ CRD 5 ซ้ำ มี 3 กรรมวิธี คือ สารสกัดเทียบเท่าสกัดจากพลูอัตรา 20, 10 และ 0 กรัม และพ่นสารเมื่อพืชทดสอบมีใบ 2-3 ใบ พบว่า สารสกัดพลูอัตรา 20 กรัม มีประสิทธิภาพในการควบคุมผักโขมหนามได้ดีสุด 100 เปอร์เซ็นต์ (ภาพที่ 3.2.3)

กรมวิชาการเกษตร



ภาพที่ 3.2.2 ลักษณะพืชทดสอบหลังพ่นสารสกัดพลู 30 วัน อัตรา 10, 5 และ 0 กรัม ก) หญ้าข้าวนก ข) หญ้าปากควาย ค) ไมยราบ ง) ไมยราบเลื้อย จ) ถั่วผี ฉ) ผักโขมหนาม และ ช) หงอนไก่ป่า

กรมวิชาการเกษตร

ภาพที่ 3.2.3 ลักษณะผักโขมหนามหลังพ่นสารสกัดพลู ก) ก่อนพ่นสาร และ ข) หลังพ่นสาร 7 วัน

กรมวิชาการเกษตร

สรุปผลการวิจัย และข้อเสนอแนะ

สำรวจและศึกษาศักยภาพของชีวภัณฑ์ในการควบคุมวัชพืช

การศึกษาศักยภาพการปลูกถั่วบราซิลคลุมดินเพื่อควบคุมวัชพืชในสับปะรด พบว่าที่ระยะ 3 เดือนหลังปลูก ถั่วบราซิลสามารถเจริญเติบโตได้อย่างรวดเร็ว และการใช้ต้นถั่วบราซิลจำนวน 6 และ 5 ต้นต่อตารางเมตร มีเปอร์เซ็นต์การคลุมพื้นที่ของถั่วบราซิลสูงที่สุด 93 และ 83 เปอร์เซ็นต์

การศึกษาความเข้มข้นของสารสกัดจากพลูและระยะเวลาในการใช้เพื่อควบคุมวัชพืชในสภาพเรือนทดลองพบว่า สารสกัดพลูมีประสิทธิภาพในการควบคุมวัชพืชประเภทใบกว้างได้ดีกว่าใบแคบ พ่นสารเมื่อพืชทดสอบมีใบ 2-3 ใบ พบว่า สารสกัดพลูอัตรา 20 กรัม มีประสิทธิภาพในการควบคุมผักโขมหนามได้ 100 เปอร์เซ็นต์

กรมวิชาการเกษตร

บทสรุปและข้อเสนอแนะ

จากผลการวิจัยโครงการวิจัยสำรวจและศึกษาศักยภาพชีวภัณฑ์ควบคุมศัตรูพืชทางการเกษตร สามารถคัดเลือกชีวภัณฑ์ที่มีศักยภาพในการควบคุมแมลงศัตรูพืช สัตว์ศัตรูพืช โรคพืช และวัชพืช รวม 67 ชนิด จำแนกเป็น

ชีวภัณฑ์ที่มีศักยภาพในการควบคุมแมลงไรและสัตว์ศัตรูพืช จำนวน 34 ชนิด ดังนี้

ตัวห้ำตัวเบียนที่มีศักยภาพในการควบคุมแมลงศัตรูพืช จำนวน 11 ชนิด ได้แก่ แตนเบียน *Aenasius arizonensis* (Girault), แตนเบียน *Aphelinus abdominalis,* แตนเบียนหนอนใยผัก *Cotesia plutellae* ด้วงเต่าลายหยัก ด้วงเต่าลายนีฟัส มวนตาโต ด้วงเต่าสีส้ม บั่วตัวห้ำ *Dicrodiplosis* sp แมลงช้างปีกใส *C. sinica* แมลงช้างปีกใส *C. carnea* และ แมลงช้างปีกใส *C. rufirabris*

เชื้อราโรคแมลงมีศักยภาพในการควบคุมแมลงศัตรูพืช จำนวน 5 ไอโซเลท ที่ ได้แก่ เชื้อรา *M. anisopliae* สายพันธุ์ DOA-M8 มีศักยภาพควบคุมเพลี้ยจักจั่นฝ้ายในสภาพไร่ เชื้อ *M. anisopliae* สายพันธุ์ DOA-M22 และ *B. bassianna* สายพันธุ์ DOA-B4 มีศักยภาพควบคุมตัวเต็มวัยแมลงวันผลไม้ และ *M. anisopliae* สายพันธุ์ DOA-M42 มีศักยภาพควบคุมดักแด้แมลงวันผลไม้ในสภาพห้องปฏิบัติการ เชื้อ *B. bassianna* สายพันธุ์ DOA-B18 และ *B. bassianna* สายพันธุ์ DOA-B4 มีศักยภาพสูงควบคุมมอดเจาะผลกาแฟในสภาพห้องปฏิบัติการ และ *M. anisopliae* สายพันธุ์ DOA-M8 และ *B. bassianna* สายพันธุ์ DOA-B4 มีศักยภาพควบคุมเพลี้ยอ่อนดำในสภาพไร่ไส้เดือนฝอยศัตรูแมลงมีศักยภาพสูงในการควบคุมเพลี้ยแป้ง *Dysmicoccus* sp. ในสภาพโรงเรือน จำนวน 1 ชนิด ได้แก่ ไส้เดือนฝอย *Steinernama. Carpocapsae*

ชีวภัณฑ์ที่มีศักยภาพในการสัตว์ศัตรูพืชจำนวน 17 ชนิด ได้แก่ หอยตัวห้ำ *Clea helena* เชื้อราที่มีประสิทธิภาพสูงในการฆ่าหอย (>90เปอร์เซ็นต์) จำนวน 2 ไอโซเลท ได้แก่ LO03 I1 และ RC1-33-UN02 แบคทีเรีย *Streptomyces* ที่มีประสิทธิภาพทำให้หอยศัตรูพืชตาย 100เปอร์เซ็นต์ ในสภาพห้องปฏิบัติการ จำนวน 5 ไอโซเลท ได้แก่ FRY-04, FRY-07, FRY-08 UN-03 และ UN-05 ไส้เดือนฝอยในวงศ์ Rhabditidae ที่มีศักยภาพสูงในการกำจัดหอยศัตรูพืชจำนวน 7 ไอโซเลท ได้แก่ Kan01, PCB1, PCB2, PCB3, PCB4, PCB5 และ PCB6 และสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินที่มีแนวโน้มมีศักยภาพสูงในการกำจัดหอยศัตรูพืชจำนวน 3 ไอโซเลท ได้แก่ HMLB05, OTCK04 และ SMSP06 และพบโปรโตซัว *Eimeria ferrisi* ที่มีศักยภาพทำให้หนูทดลองป่วยและตายได้ จำนวน 1 ไอโซเลท คือ Ra.Uthai05

ชีวภัณฑ์ที่มีศักยภาพในการควบคุมโรคพืช จำนวน 31 ไอโซเลท ดังนี้

เชื้อราปฏิปักษ์ *Trichoderma* spp. ที่มีประสิทธิภาพในการยับยั้งเชื้อรา *Didymella bryoniae* สาเหตุการเกิดโรคยางไหลในพืชตระกูลแตงในสภาพโรงเรือนได้ดี จำนวน 5 ไอโซเลท ได้แก่ ไอโซเลท TC59-05, TC59-07, TC59-26, TC59-16 และ TC59-19

กรมวิชาการเกษตร

สารออกฤทธิ์จากเห็ดเรืองแสงมีประสิทธิภาพควบคุมโรคเน่าดำในกล้วยไม้ ที่มีสาเหตุจากเชื้อ *Phytophthora palmivora* ได้ดี จำนวน 1 ชนิด ได้แก่สารออกฤทธิ์จากเห็ดเรืองแสงสิรินรัศมี

แบคทีเรียปฏิปักษ์มีแนวโน้มในการป้องกันกำจัดเชื้อรา *F. moniliforme* สาเหตุโรคต้นเน่าของข้าวโพดในสภาพไร่ได้ดีที่สุดจำนวน 2 ไอโซเลท ได้แก่ 16W5 และ 19W5

แบคทีเรียปฏิปักษ์ *Bacillus subtilis* ที่มีประสิทธิภาพในการควบคุมโรคเน่าดำในการยับยั้งการเจริญของเชื้อ *Xanthomonas campestris* pv. *Campestris* สาเหตุโรคเน่าดำของคะน้า จำนวน 2 ไอโซเลท ได้แก่ B10 และ BS-2

แบคทีเรียปฏิปักษ์ที่มีประสิทธิภาพยับยั้งการฟักไข่ของไส้เดือนฝอยรากปม *Meloidogyne incognita* ในสภาพห้องปฏิบัติการ จำนวน 6 ไอโซเลท ได้แก่พบว่า เชื้อ *Bacillus subtilis* ไอโซเลท B37, *Bacillus subtilis* ไอโซเลท B43, *Bacillus amyloliquefaciens* ไอโซเลท B45, เชื้อ *Streptomyces canus* ไอโซเลท S8, *Streptomyces*

เชื้อราปฏิปักษ์ที่มีศักยภาพในการควบคุมเชื้อรา *Fusarium oxysporum* สาเหตุโรคเหี่ยวของพริกจำนวน 2 ไอโซเลท ได้แก่ เชื้อรา *Trichoderma* ไอโซเลท 21 และ 24

แบคทีเรีย *Bacillus* spp. ที่มีศักยภาพควบคุมโรคใบจุดพริกจากแบคทีเรีย *X. axonopodis pv. Vesicatoria* จำนวน 1 ไอโซเลท ได้แก่ เชื้อแบคทีเรียปฏิปักษ์ ไอโซเลทสกลนคร (BS24)

แบคทีเรียปฏิปักษ์ *Bacillus* spp. ที่มีศักยภาพสูงในการควบคุมโรคเน่าคอดิน (damping-off) และโรคลำต้นเน่า (stem rot) สาเหตุจากเชื้อรา *Pythium aphanidermatum* ในมะเขือเทศ จำนวน 3 ไอโซเลท ได้แก่ 19W12, 19W32 และ19W33

แบคทีเรียปฏิปักษ์ที่มีประสิทธิภาพดีที่สุด ในการควบคุมโรคราแป้งของแตงเมล่อนในสภาพโรงเรือน จำนวน 4 ไอโซเลท คือ DPD 3, DPD 24, DPD 5 และ DPD 22 แบคทีเรียปฏิปักษ์ที่มีประสิทธิภาพของในการยับยั้งการเจริญของเชื้อ *Xanthomonas axonopodis* pv. *citri* สาเหตุโรคแคงเกอร์ จำนวน 5 ไอโซเลท ได้แก่ ไอโซเลท B10 B22 B27 BS-5 และ 2G10

ชีวภัณฑ์ที่มีศักยภาพในการควบคุมวัชพืช จำนวน 2 ชนิด ดังนี้

ศักยภาพการปลูกถั่วบราซิลคลุมดินจำนวน 6 และ 5 ต้นต่อตารางเมตร เพื่อควบคุมวัชพืชในสับปะรด ในระยะ 3 เดือนหลังปลูก สามารถคลุมพื้นที่ของถั่วบราซิลสูงที่สุด 93 และ 83 เปอร์เซ็นต์

สารสกัดพลูมีประสิทธิภาพในการควบคุมวัชพืชประเภทใบกว้างได้ดีกว่าใบแคบ โดยสารสกัดพลูอัตรา 20 กรัม มีประสิทธิภาพควบคุมผักโขมหนามระยะที่มีใบ 2-3 ใบได้ 100 เปอร์เซ็นต์ ในสภาพโรงเรือนทดลอง

อย่างไรก็ตามชีวภัณฑ์ที่ผ่านการศึกษาคัดเลือกจากโครงการวิจัยนี้นั้น จะต้องมีการศึกษาวิจัยเพื่อพัฒนาต่อยอดทั้งในด้านการเพาะเลี้ยงให้มีปริมาณมาก การผลิตขยายจุลินทรีย์ปฏิปักษ์ต่าง ๆ ให้มีปริมาณมาก การทดสอบประสิทธิภาพควบคุมศัตรูพืชในสภาพไร่ วิธีการนำไปใช้ พัฒนารูปแบบของผลิตภัณฑ์ เพื่อให้ได้เป็นชีวภัณฑ์ที่มีประสิทธิภาพในการควบคุมโรคพืช วัชพืช แมลงและสัตว์ศัตรูพืช เพื่อลดหรือทดแทนการใช้สารเคมีทางการเกษตรต่อไป

ศูนย์วิทยทรัพยากร

บรรณานุกรม

กนก อุไรสกุล. 2545. สารสกัดจากเมล็ดน้อยหน่าและสมุนไพรบางชนิดต่อผลผลิตของพริก และการป้องกันกำจัดไรขาวและศัตรูสำคัญของพริก. (ระบบออนไลน์). แหล่งข้อมูล : http//www.lib.ku.ac.th/KUCONE/kc4101044.pdf.

กมล เลิศรัตน์. 2550. การผลิต การปลูก การแปรรูป และการตลาดของพริกในประเทศไทย. ประชาคมวิจัย. สานักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.). 13 (73) : หน้า15-20.

กรกช อินทราพิเชฐ และณัฐวุฒิ ธานี. 2554.การควบคุมโดยชีววิธีแมลงวันผลไม้ด้วยพืช. (ระบบออนไลน์).แหล่งข้อมูล : http//www.sutir.sut.ac.th:8088/sutir/bitstream/123456789/.../1/suti-104-48-24-05-fulltext.pdf (24 กุมภาพันธ์ 2560)

กรมทรัพยากรชายฝั่งทะเล. 2548. ระบบนิเวศน้ำกร่อยแม่น้ำบางปะกง. ศูนย์วิจัยทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่งอ่าวไทยตอนบน, กระทรวงทรัพยากรและสิ่งแวดล้อม. 189 หน้า.

กรมวิชาการเกษตร. 2547. เอกสารวิชาการกล้วยไม้. กรมวิชาการเกษตร, กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. กรุงเทพฯ. 152 หน้า.

กรมวิชาการเกษตร. 2554.เอกสารวิชาการ แมลงศัตรู ผัก เห็ด และไม้ดอก .โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย จำกัด จตุจักร กรุงเทพฯ. 74 หน้า.

กรมวิชาการเกษตร. 2558.เอกสารวิชาการมาตรฐานสินค้าเกษตร มกษ.9000 เล่ม 1-2552.โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย จำกัด จตุจักร กรุงเทพฯ. 40 หน้า.

กรมวิชาการเกษตร. 2560.รายงานการประชุม คณะทำงานขับเคลื่อนงานตามนโยบายเกษตรอินทรีย์ ครั้งที่ 1/2560 ณ. ห้องประชุม 135 ชั้น 3 กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. กรุงเทพฯ. 100 หน้า.

กรมส่งเสริมการเกษตร. 2544. ทะเบียนเกษตรกรผู้ปลูกกล้วยไม้เพื่อการส่งออกปี 2544. กลุ่มไม้ดอกไม้ประดับ, กรมส่งเสริมการเกษตร, กรมส่งเสริมการเกษตร, กระทรวงเกษตรและสหกรณ. กรุงเทพฯ. 655 หน้า.

กรมส่งเสริมการเกษตร.ม.ป.ป.สมุนไพรกำจัดศัตรูพืช.(ระบบออนไลน์).แหล่งข้อมูล : http//www.agriqua.doae.go.th/organic/input/herbal.pdf. (20กุมภาพันธ์ 2560)

กรมสงเสริมการเกษตร. 2541. การปลูกมันฝรั่ง. พิมพครั้งที่ 1 กรุงเทพฯ :โรงพิมพชุมนุมสหกรณการเกษตรแหง ประเทศไทย.

กรรณิการ์ เพ็งคุ้ม. 2540. Beauveria bassiana เชื้อราขาวที่ทำให้เกิดโรคกับแมลง. วารสารกีฏและสัตววิทยา. 19(1): 35-37.

กลุ่มบริการส่งออกสินค้าเกษตร. 2553ก. ปัญหาศัตรูพืชและการไม่ปฏิบัติตามข้อกำหนดในการนำเข้าได้รับการแจ้งเตือนจากสหภาพยุโรป ปี 2550.เอกสารเผยแพร่ กลุ่มบริการส่งออกสินค้าเกษตร สำนักควบคุมพืชและวัสดุการเกษตร กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

กรมวิชาการเกษตร

กลุ่มบริการส่งออกสินค้าเกษตร. 2553ข. สถานการณ์การตรวจพบศัตรูพืชและไม่ปฏิบัติตามประกาศกรมวิชาการเกษตรไปสหภาพยุโรป ปี 2550 ณ คลังสินค้า ท่าอากาศยานสุวรรณภูมิ.เอกสารเผยแพร่ กลุ่มบริการส่งออกสินค้าเกษตรสำนักควบคุมพืชและวัสดุการเกษตร กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

กองกีฏและสัตววิทยา. 2544. การควบคุมแมลงศัตรูพืชโดบชีววิธีเพื่อการเกษตรยั่งยืน. กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 317 หน้า. โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย.

กองกีฏและสัตววิทยา. 2545. คู่มือตรวจแมลง ไรและสัตว์ศัตรูพืชเศรษฐกิจ. เอกสารวิชาการกองกีฏและสัตววิทยา. พิมพ์ครั้งที่ 1, โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว 2249 ถนนลาดพร้าว เขตวังทองหลาง กรุงเทพมหานคร 10310. ISBN 974-436-175-1. จำนวน 275 หน้า.

กัลทิมา พิชัย. 2556. การเพาะเลี้ยงเซลล์แบคทีเรียปฏิปักษ์ Bacillus thuringiensis เพื่อควบคุมเชื้อ Xanthomonas campestris สาเหตุของโรคใบจุดแบคทีเรียในมะเขือเทศ. สาขาวิชาชีววิทยา คณะวิทยาสาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่, เชียงใหม่. 1-8 หน้า.

กุศล ถมมา. 2550. ด้วงเต่าลายในสวนพริก. นสพ.กสิกร 80 (2): 64-65.

เกษตรก้าวหน้า. 2560. การป้องกันกำจัดแมลงศัตรูพืช หนอนใยผัก. (ออนไลน์). แหล่งที่มา: http://www. agriqua.doae.go.th/forecast/week/week50/08_140150/dimon.htm (24 กุมภาพันธ์ 2560)

เกษม สร้อยทอง. 2532. การควบคุมโรคพืชโดยชีววิธี. คณะเทคโนโลยีการอาหาร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง. 326 หน้า.

คมสัน นครศรี ภัทร์พิชชา รุจิระพงศ์ชัย และ นงลักษณ์ ปั้นลาย. 2557. การศึกษาประสิทธิภาพของถั่วคาโลโปโกเนียมซีรูเลียมต่อการควบคุมหญ้าคา. 8 หน้า.(ไม่ได้ตีพิมพ์).

จรรยา มณีโชติ อมรรัตน์ ภู่ไพบูลย์ สุเทพ สหายา ศิริณี พูนไชยศรี จงรักษ์ จารุเนตร ลักขณา บำรุงศรี มนตรี เอี่ยมวิมังสา ชมัยพร บัวมาศ ชลิดา อุณหวุฒิ อิทธิพล บรรณาการ มานิตา คงชื่นสิน พลอยชมพู กรวิภาสเรือง สุนัดดา เชาวลิต ประภัสสร เชยกำแหง รจนา ไวยเจริญ กาญจนา วาระวิชนี นุชนารถ ตั้งจิตสมคิด พิเชฐ เชาวน์วัฒนวงศ์ อัมพร วิโนทัย. 2555. คู่มือสำรวจศัตรูพืชและศัตรูธรรมชาติในแหล่งปลูกมันสำปะหลัง. สำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช กรมวิชาการเกษตร จัดพิมพ์ครั้งที่ 2 สำนักพิมพ์ Post Tech จำนวน 120 หน้า.

จรัส ชื่นราม, มนตรี เอี่ยมวิมังสา, และสมควร คีรีวัลย์. 2534. การป้องกันกำจัดไส้เดือนฝอยรากปม Meloidogyne incognita (Kofoid & White) Chitwood ศัตรูพริกโดยวิธีการปลูกพืชหมุนเวียน. วารสารวิชาการเกษตร 9(2):88-92.

จักรพงษ์ หรั่งเจริญ ถนิมนันต์ เจนอักษร และ พรหมมาศ คูหากาญจน์. 2554. การยับยั้งการเจริญของเชื้อ Pythium myriotylum โดยแบคทีเรียเขตรากพืชจากระบบปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน.

(ระบบออนไลน์).แหล่งข้อมูล: http://digital_collect.lib.buu.ac.th/journal/Science/v16n1/22-31.pdf (14 กุมภาพันธ์ 2560)

ชนินทร ดวงสอาด. 2554. ผักตระกูลกะหล่ำและตระกูลผักกาด : โรคราน้ำค้าง. หน้า 93-110 ใน โรคผักและการป้องกันกำจัด. กลุ่มวิจัยโรคพืช สำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช กรมวิชาการเกษตร

ชนินทร ดวงสอาด. 2554. พืชตระกูลแตง : โรคราแป้ง. หน้า 60-72 ใน โรคผักและการป้องกันกำจัด. กลุ่มวิจัยโรคพืช สำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช กรมวิชาการเกษตร

ชนินทร ดวงสะอาด. 2552. โรคราแป้งพืชตระกูลแตง ใน คู่มือโรคผัก น.61-62. กลุ่มวิจัยโรคพืช, สำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช, กรมวิชาการเกษตร กทม.

ชลิดา เล็กสมบูรณ์ และ นวลวรรณ ฟ้ารุ่งสาง. 2543. โรคใบจุดแบคทีเรียของผักคะน้า. หน้า 316-321. ใน: การประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 38. 1-4 กุมภาพันธ์ 2543. กรุงเทพฯ.

ชลิดา เล็กสมบูรณ์ และ นิพนธ์ ทวีชัย. 2544. การแยกและคัดเลือกแบคทีเรียปฏิปักษ์เพื่อการควบคุมโรคพืชที่เกิดจากเชื้อแบคทีเรีย Xanthomonas campestris pathovars. หน้า 419-423. ใน: การประชุมทางวิชาการของ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. การประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 39. 5-7 กุมภาพันธ์ 2544. กรุงเทพฯ.

ชลิดา อุณหวุฒิ ชมัยพร บัวมาศ ลักขณา บารุงศรี และสิทธิศิโรดม แก้วสวัสดิ์. 2555. อนุกรมวิธานเพลี้ยแป้งสกุล Phenacoccus. หน้า 2099-2116. ใน รายงานผลงานวิจัยประจำปี ๒๕๕๕ สำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช กรมวิชาการเกษตร, กรุงเทพฯ.

ชุมชนคนออนไลน์. 2552. การปลูกคะน้านอกฤดู. (ออนไลน์). แหล่งที่มา: http://www.plapak.net/?p=293 [28 มีนาคม 2559]

ณัฏฐิมา โฆษิตเจริญกุล. 2551. โรคแคงเกอร์ของพืชตระกูลส้ม. เอกสารวิชาการ สำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช กรมวิชาการเกษตร. 82 หน้า.

ณัฏฐิมา บุญวัฒน์. 2534. บทบาทของพลาสมิดดีเอ็นเอของเชื้อแบคทีเรียสาเหตุโรคแคงเกอร์ของส้ม. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

ณัฐฐิญา กาญจนนิธิพัฒน์, ดาราพร รินทะรักษ์, อภินันท์ เอี่ยมสุวรรณสุข และปราสาททอง พรหมเกิด. 2558. การสำรวจปรสิตในหอยวงศ์ Ariophantidae. รายงานผลงานวิจัยประจำปีของสำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช กรมวิชาการเกษตร: หน้า 828-840.

ทวีศักดิ์ สุนทรธนสาสตร์ศิรินันท์ ทับทิมเทศ และกนก อุไรสกุล. 2540. การศึกษาองค์ประกอบและทดสอบผลการป้องกันกำจัดเพลี้ยอ่อนในพริก และหนอนห่อใบมะม่วงของสารสกัดจากแมงลัคคา. สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ. 31 หน้า

ลิขสิทธิ์กรมวิชาการเกษตร

ธิติยา สารพัฒน์ ไตรเดช ข่ายทอง และ มนตรี เอี่ยมวิมังสา. 2555. การจัดการโรครากโพรงของหน้าวัว. รายงานวิจัยสำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช กรมวิชาการเกษตร

นลินา เหมสนิท. 2554. การใช้เชื้อแบคทีเรียปฏิปักษ์ Pseudomonas fluoreacens SP007s ชักนำให้คะน้าเกิดความต้านทานต่อโรคและแมลงศัตรูพืช. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

นลินี ศิวากรณ์ พจนา ตระกูลสุขรัตน์ และ วสันต์ ผ่องสมบูรณ์. 2553. การใช้เชื้อจุลินทรีย์ปฏิปักษ์ในการควบคุมโรคแคงเกอร์ของส้มโอ. หน้า 2614-2629. ใน: รายงานผลงานวิจัยประจำปี 2553. สำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช กรมวิชาการเกษตร.

นลินี ศิวากรณ์ พจนา ตระกูลสุขรัตน์ และ วสันต์ ผ่องสมบูรณ์. 2556. ศึกษาอัตราและระยะเวลาที่เหมาะสมในการใช้ชีวภัณฑ์ที่ผลิตได้จากเชื้อ Bacillus subtilis เพื่อป้องกันกำจัดโรคแคงเกอร์ของมะนาว. หน้า 429-436. ใน: รายงานผลงานวิจัยประจำปี 2556. สำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช กรมวิชาการเกษตร.

นิพนธ์ ทวีชัย. 2533. นิเวศวิทยาของเชื้อแบคทีเรียโรคพืช. ภาควิชาโรคพืช คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

นิพนธ์ ทวีชัย. 2546. การควบคุมโรคแบคทีเรียของพืชโดยชีววิธีในการควบคุมโรคพืชและแมลงศัตรูพืชโดยชีววิธี. ภาควิชาโรคพืช คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ. หน้า 55-88.

นิภาวรรณ อ่อนบุญมา และอโนทัย วิงสระน้อย. 2557. ชนิดพืชอาหารต่อการเข้าทำลายของเพลี้ยอ่อนและการเบียนของแมลงเบียนเพลี้ยอ่อนในอำเภอพังโคนจังหวัดสกลนคร. วารสารแก่นเกษตร. 42 ฉบับพิเศษ3 :700-706

นิยมรัฐ ไตรศรี. 2544. คู่มือโรคไม้ดอกไม้ประดับและการป้องกันกำจัด. กลุ่มงานวิจัยโรคพืชผักไม้ดอกและไม้ประดับ, กองโรคพืชและจุลชีววิทยา, กรมวิชาการเกษตร. กรุงเทพฯ. 90 หน้า.

นิรนาม. 2554. คำแนะนำการควบคุมวัชพืชและการใช้สารกำจัดวัชพืช. กลุ่มวิจัยวัชพืช สำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 149 หน้า.

นิรนาม. 2555. (ออนไลน์). แหล่งที่มา: http://www.thaifeedmill .com/Portals/0/C_tfma_135_P51-67_web.pdf. 15 พฤษภาคม 2555

นิรนาม. 2557. รายงานสรุปการนำเข้าวัตถุอันตรายทางการเกษตร ปี 2556. (ออนไลน์). แหล่งที่มา: http://www.doa.go.th/ard/FileUpload/StatisticsHazardType%2056.pdf. 2 มิถุนายน 2557.

นิรนาม. 2555. (ออนไลน์). แหล่งที่มา: http://www.humblegarden.com/2007/08/30/powdery-mildew/ . 15 พฤษภาคม 2555

ศรีวิชาการเกษตร

นิรนาม. 2555. (ออนไลน์). แหล่งที่มา:http://www.gwrdc.com.au/webdata/resources/project/UA0303.pdf

นิรนาม. 2557. ปริมาณและมูลการนำเข้าสารกำจัดศัตรูพืช ปี 2555. สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร (ออนไลน์). แหล่งที่มา: http://www.oae.go.th/ewt_news.php?nid=146 1 พฤษภาคม 2557.

นิรมิต ประทุมรัตน์. 2529. แนวทางในการควบคุมไส้เดือนฝอยศัตรูพืชโดยชีววิธี. วารสารแก่นเกษตร 14(4): 175-180.

นุชนารถ ตั้งจิตสมคิด. 2551. Burrowing Nematode ศัตรูพืชกักกันของไม้น้ำส่งออก. ข่าวอารักขาพืช 3(3):3.

นุชนารถ ตั้งจิตสมคิด. 2550. การควบคุมโรครากปมในพริก. กรมวิชาการเกษตร, กระทรวงเกษตรและสหกรณ์:กรุงเทพฯ.

บัณฑูรย์ วาฤทธิ์, ชวลิต กอสัมพันธ์, เยาวลักษณ์ จันทร์บาง, วราพงษ์ บุญมา, ประเสริฐ คำออน, นิธิ ไทยสันทัด, สมบัติ ศรีชูวงศ์, และ ถาวร สุภาวงค์. 2551. การศึกษาการระบาดและป้องกันกำจัดมอดเจาะผลกาแฟอราบิก้าแบบ ผสมผสาน. รายงานการวิจัยฉบับสมบูรณ์.สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ เครือข่ายภาคเหนือ.

บุษราคัม อุดมศักดิ์ ณัฏฐิมา โฆษิตเจริญกุล บูรณี พั่ววงษ์แพทย์ และ วรางคนา แซ่อ้วง. 2556. การทดสอบประสิทธิภาพ Bacillus subtilis ในการควบคุมโรคใบจุดคะน้า สาเหตุจากเชื้อรา Alternaria brassicicola. หน้า 470-478. ใน: รายงานผลงานวิจัยประจำปี 2556. สำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช กรมวิชาการเกษตร.

ปราสาททอง พรหมเกิด, ชมพูนุท จรรยาเพศ, กรแก้ว เสือสะอาด, สาทิพย์ มาลี, วิไลวรรณ เวชยันต์, ปิยาณี หนูกาฬ และดาราพร รินทะรักษ์. 2553. การใช้ไส้เดือนฝอย Steinernema sp. ควบคุมหอยทากซัคซิเนีย (Succinea chrysis) ในสวนกล้วยไม้. รายงานผลงานวิจัยประจำปีของสำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช กรมวิชาการเกษตร: หน้า 2481-2490.

ปิยรัตน์ เขียนมีสุข กอบเกียรติ์ บันสิทธิ์ นงพร กิจบำรุง จักรพงศ์ พิริยพล ศรีสุดา โท้ทอง สมศักดิ์ ศิริพลตั้งมั่น ลัดดาวัลย์ อินทร์สังข์ อุราพร ใจเพ็ชร ศรีจำนรรจ์ พิชิตสุวรรณชัย สมรวย รุ่งรัตนวารี และ สัจจะ ประสงค์ทรัพย์. 2542. แมลงศัตรูผัก. เอกสารวิชาการ กลุ่มงานวิจัยแมลงศัตรูผักไม้ดอกไม้ประดับ กองกีฏและสัตววิทยา กรมวิชาการเกษตร. โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย จำกัด จตุจักร กรุงเทพฯ. 97 หน้า

ปิยะวรรณ สุทธิประพันธ์ และ เยาวลักษณ์ จันทร์บาง. 2557. การสำรวจแมลงศัตรูกาแฟอาราบิก้าและแมลงศัตรูธรรมชาติในจังหวัดเชียงใหม่และเชียงราย.วารสารเกษตร 30(3): ISSN 0857-0841. 233 – 242.

พรพรรณ อู่สุวรรณ, 2550. การใช้เชื้อ Bacillus spp. และ Streptomyces spp.ในการควบคุมโรคเชื้อราใน องุ่น. วิทยานิพนธ์. วิทยาศาสตรดุษฎีบัณฑิต. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี.

กรมวิชาการเกษตร

พรรณเพ็ญ ชโยภาส ปิยรัตน์ เขียนมีสุข ทวีศักดิ์ ชโยภาส กรรณิการ์ เพ็งคุ้ม และ สัญญาณี ศรีคชา. 2542. การตรวจ ความต้านทานต่อสารฆ่าแมลงของหนอนใยผักในแหล่งปลูกผักภาคต่าง ๆ. หน้า 1-15. ใน: เอกสารวิชาการ รายงานผลการค้นคว้าและวิจัย ประจำปี 2542. กลุ่มงานวิจัยแมลงศัตรูพืชสวนอุตสาหกรรม กองกีฏและสัตววิทยา กรมวิชาการเกษตร. กรุงเทพฯ

พัชรินทร์ ครุฑเมือง. 2555. เพลี้ยอ่อนแมลงพาหะนำโรคพืช.วารสารแก่นเกษตร. 40: 197-202.

พัฒนา สนธิรัตน ประไพศรี พิทักษ์ไพรวัน ธนวัฒน์ กำแหงฤทธิรงค์ วิรัช ชูบำรุง และ อุบล คือประโคน. 2537.ดรรชนีโรคพืชในประเทศไทย กองโรคพืชและจุลชีววิทยา กรมวิชาการเกษตร, 285 หน้า

พันศักดิ์ จิตสว่าง วิลาวรรณ์ เชื้อบุญ และ ดุสิต อธินุวัฒน์. 2558. เทคโนโลยีการจัดการโรคพืชในระบบการผลิตข้าวอินทรีย์. Thai Journal of Science and Technology. 4 (3) : 273-285.

พิทักษ์ เทพสมบูรณ์. 2540. การปลูกพริก. พิมพ์ครั้งที่ 1. อักษรสยามการพิมพ์, กรุงเทพฯ.

พิบูลย์ มงคลสุข. 2517. โรคเน่าดำของกล้วยไม้ซึ่งเกิดจากเชื้อ Phytophthora. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

พิมพ์เพ็ญ พรเฉลิมพงศ์ และ นิธิยา รัตนาปนนท์. 2553. โรคอาหารเป็นพิษที่มีสาเหตุ จาก Bacillus cereus (ออนไลน์). แหล่งที่มา: http://www.foodnetworksolution.com/wiki/word/3933 [27 เมษายน 2559]

พิมลพร นันทะ. 2545. ศัตรูธรรมชาติ หัวใจของ IPM. กองกีฏและสัตววิทยา, กรมวิชาการเกษตร. กรุงเทพฯ. 215 หน้า.

ฟิตรีนา ดาราแม. 2557. ปริมาณของสารซาโปนินในกากเมล็ดชา camellia ofeifera Abel. และการออกฤทธิ์ต่อแมลงวันหัวเขียว Chrysomyamegacephala(Fabricius). วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาวิชากีฏวิทยา. มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์. 113 หน้า.

มลิวัลย์ ปันยารชุน และสุรพล ตรุยานนท์. 2525. ศึกษาการพัฒนาการผลิตเชื้อรา Metarhizium anisopliae เพื่อใช้ควบคุมด้วงแรดมะพร้าว, น.1-6. ใน รายงานผลการค้นคว้าและวิจัย ประจำปี 2525 กลุ่มงานวิจัยการปราบศัตรูพืชทางชีวภาพ กองกีฏและสัตววิทยา กรมวิชาการเกษตร กรุงเทพฯ.

มลิวัลย์ ปันยารชุน สุพันธา จิตต์ชื่น และ ชาย โฆราวิส. 2532. โครงการสำรวจและคัดเลือกสายพันธุ์โรคราเพื่อควบคุมหนอนเจาะขั้วผลเงาะ. หน้า 1-7. ใน: รายงานผลการค้นคว้าและวิจัย ประจำปี 2532 กลุ่มงานวิจัยการปราบศัตรูพืชทางชีวภาพ กองกีฏและสัตววิทยา กรมวิชาการเกษตร.

มลิวัลย์ ปันยารชุน และ ปรีชา วังศิลาบัตร. 2532. ศึกษาประสิทธิภาพของเชื้อราขาว Beauveria bassiana กับเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล. หน้า 8-12. ใน: รายงานผลการค้นคว้าและวิจัย ประจำปี 2532 กลุ่มงานวิจัยการปราบศัตรูพืชทางชีวภาพ กองกีฏและสัตววิทยา กรมวิชาการเกษตร.

กรมวิชาการเกษตร

มลิวัลย์ ปันยารชุน และ พิพัฒน์ เซี่ยงหลิว. 2532. โครงการเปรียบเทียบความรุนแรงของเชื้อราขาวต่างชนิดที่มีต่อหนอนคืบกินใบเงาะ. หน้า 13-18. ใน: รายงานผลการค้นคว้าและวิจัยประจำปี 2532 กลุ่มงานวิจัยการปราบศัตรูพืชทางชีวภาพ กองกีฏและสัตววิทยา กรมวิชาการเกษตร.

มลิวัลย์ ปันยารชุน และ สุรพล ตรุยานนท์. 2537. รายงานผลวิจัยก้าวหน้าการใช้เชื้อราเขียวควบคุมด้วงแรดมะพร้าวในท้องที่ประสบวาตะภัยจากพายุเกย์. หน้า 6-15. ใน: รายงานผลการค้นคว้าและวิจัยประจำปี 2537 กลุ่มงานวิจัยการปราบศัตรูพืชทางชีวภาพ กองกีฏและสัตววิทยา กรมวิชาการเกษตร.

มลิวัลย์ ปันยารชุน. 2537ก. ศึกษาอัตราการใช้เชื้อราเขียวกำจัดมอดเจาะผลกาแฟ ในห้องปฏิบัติการ. หน้า 1-6. ใน: รายงานผลการค้นคว้าและวิจัยประจำปี 2537 กลุ่มงานวิจัยการปราบศัตรูพืชทางชีวภาพ กองกีฏและสัตววิทยา กรมวิชาการเกษตร.

มลิวัลย์ ปันยารชุน. 2537ข. รายงานผลวิจัยก้าวหน้าศึกษาเปรียบเทียบอัตราการใช้เชื้อราเขียวต่อมวนโกโก้ในห้องปฏิบัติการ. หน้า 16-19. ใน: รายงานผลการค้นคว้าและวิจัยประจำปี 2537 กลุ่มงานวิจัยการปราบศัตรูพืชทางชีวภาพ กองกีฏและสัตววิทยา กรมวิชาการเกษตร.

มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 2549. การปลูกมะเขือเทศ.(ระบบออนไลน์).แหล่งข้อมูล: http://www.ku.ac.th/e-magazine/nov49/agri/lycopersicon.htm (11 กุมภาพันธ์ 2560)

มัณฑนา มิลน์ สุรพล วิเศษสรรค์ และอุดมลักษณ์ อุ่นจิตต์วรรธนะ. 2550. การผลิตสารสกัดจากดอกบัวตองในการป้องกันกำจัดศัตรูพืชทดแทนสารเคมี. (ระบบออนไลน์).แหล่งข้อมูล : http//www.doa.go.th/doaresearch/file/398_2550.pdf (23กุมภาพันธ์ 2560)

มานะ กาญจนมณีเสถียร อัจฉรา เพ็งหนู ฤดีกร วิวัฒนปฐพี และวานิด รอดเนียม. 2556. การคัดเลือกแบคทีเรียปฏิปักษ์และการพัฒนาผลิตภัณฑ์แบคทีเรียปฏิปักษ์เพื่อควบคุมโรคพืชที่ปลูกในระบบไฮโดรโพนิกส์.(ระบบออนไลน์).แหล่งข้อมูล: http://doi.nrct.go.th/ListDoi/.../e9463a22904444282d89110ed735b9ff?... (14 กุมภาพันธ์ 2560)

ไมตรี พรหมมินทร์. 2548.เอกสารวิชาการ โรคทรุดโทรมของส้มและแนวทางฟื้นฟูการทำสวนส้มในประเทศไทย.กรม วิชาการเกษตร กรุงเทพมหานคร ประเทศไทย.

ยุทธนา แสงโชติ อิสเรส เทียนทัด และวิไลวรรณ เวชยันต์. 2555. การทดสอบประสิทธิภาพของสารป้องกันกำจัดแมลงศัตรูสำคัญในผักชีเพื่อการส่งออก. หน้า 1541-1550. ใน :รายงานผลงานวิจัยประจำปี 2555.สำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช กรมวิชาการเกษตร.

ยุวดี จอมพิทักษ์. 2557. พลู. (ออนไลน์). แหล่งที่มา: http://www.ajareeherb.com/2010-06-10-03-39-49/2010-07-05-08-34-03.html. 30 พฤษภาคม 2557.

ศูนย์วิทยทรัพยากร

ยุวดี พีรพรพิศาล. 2558. สาหร่ายน้ำจืดในประเทศไทย. ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่ 3: 32-91.

ยุวลักษณ์ ขอประเสริฐ เสริมศักดิ์ หงส์นาค กรแก้วเสือสะอาด เกรียงศักดิ์ หามะฤทธิ์ ปิยาณี หนูกาฬ และพวงทอง บุญทรง. 2544. หนูและการป้องกันกำจัด. กลุ่มงานสัตววิทยาการเกษตร กองกีฏและสัตววิทยา กรมวิชาการเกษตร โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย 136 หน้า

ยุวลักษณ์ ขอประเสริฐ วิยะดา สีหะบุตร เสริมศักดิ์ หงส์นาค และกรแก้ว เสือสะอาด . 2539. การศึกษาชนิดของโปรโตซัวที่เป็นปรสิต ในหนูพุกใหญ่และหนูพุกเล็ก. หน้า 25-40 ในรายงานผลการวิจัย ปี 2539. กองกีฏและสัตววิทยา กรมวิชาการเกษตร

เยาวลักษณ์ จันทร์บาง บัณฑูรย์ วาฤทธิ์ ชวลิต กอสัมพันธ์ วราพงษ์ บุญมา ประเสริฐ คำออน นิธิ ไทยสันทัด สมบัติ ศรีชูวงศ์ ถาวร สุภาวงค์ และ พิชญาภา ทองมาลัย. 2552. การใช้กับดัก Multiple funnel ร่วมกับสารล่อในการสำรวจมอดเจาะผลกาแฟ. ว.วิทย์ กษ. 40(3)(พิเศษ): 268-271.

เยาวลักษณ์ จันทร์บาง. 2552. การใช้กับดัก Multiple funnel ร่วมกับสารล่อในการสำรวจมอดเจาะผลกาแฟ. วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร. (40(3)) pp: 268-271

รจนา ไวยเจริญ อัมพร วิโนทัย และประภัสสร เชยคำแหง. 2553. ศึกษาพัฒนาวิธีการเพาะเลี้ยงด้วงเต่าตัวห้ำเพื่อใช้ควบคุมแมลงศัตรูพืชโดยชีววิธี. รายงานผลงานวิจัยประจำปี 2553. สำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช. 735-750.

รพีพรรณ โตหนองหว้า สรศักดิ์ หวังสินสุจริต และ ประกายจันทร์ นิ่มกิ่งรัตน์. 2557. การทดสอบประสิทธิภาพของสารป้องกันกำจัดหนอนใยผักในคะน้าจังหวัดกาญจนบุรี. แก่นเกษตร 42 ฉบับพิเศษ 3: 600-604.

รัตนา นชะพงษ์. 2544. การควบคุมแมลงศัตรูพืชโดยใช้แมลงห้ำ. ใน การควบคุมแมลงศัตรูพืชโดยชีววิธีเพื่อการเกษตรยั่งยืน. กองกีฏและสัตววิทยา กรมวิชาการเกษตร. น. 87-110.

รัติกาล ยุทธศิลป์, เพชรรัตน์ ธรรมเบญจพลและอนันต์ หิรัญสาลี. 2556. ศักยภาพของเชื้อ Streptomyces- PR87 ปฏิปักษ์และวิธีการใช้สำหรับควบคุมไส้เดือนฝอยรากปม (Meloidogyne incognita) ใน สภาพโรงเรือนปลูกพืชทดลอง. วารสารแก่นเกษตร. 41(พิเศษ 1):213-219.

วาริน อินทนา ประคอง เย็นจิตต์ ทักษิณ สุวรรณโน ศุภลักษณ์ เศรษฐสกุลชัย มนูญ สุวรรโณ และ จิระเดช แจ่มสว่าง. 2551. ประสิทธิภาพของสารต่อต้านเชื้อราจาก Bacillus spp. ในการควบคุมโรคเน่าระดับดินของมะเขือเทศที่เกิดจากเชื้อ Pythium aphanidermatum.(ระบบออนไลน์).แหล่งข้อมูล: http://wjst.wu.ac.th/index.php/wjst/article/viewFile/108/92 (14 กุมภาพันธ์ 2560)

สำนักวิชาการเกษตร

วาสนา กนกหงษ์. 2559. องค์ความรู้รักษาโรงแคงเกอร์ในมะนาวโดยไม่ต้องใช้สารเคมี. (ระบบออนไลน์). แหล่งที่มา: http://namkliang.sisaket.doae.go.th/km/16.%2016.pdf. [18 กุมภาพันธ์ 2560]

วิกันดา รัตนพันธ์. 2557. ผลของพันธุ์พริกต่อการเข้าทำลายของเพลี้ยอ่อน (Myzuspersicae). วารสารแก่นเกษตร. 42 (ฉบับพิเศษ 1): 512-517

วินัย รัชตปกรณ์ชัย. 2535. แมลงศัตรูกะหล่ำและแนวทางการ บริหาร. 142-157. ใน: แมลงและสัตว์ศัตรูที่สำคัญของ พืชเศรษฐกิจและการบริหาร. กรมวิชาการเกษตร. กรุงเทพฯ

วินิจ วงกลม. 2551. การใชเทคโนโลยีการผลิตมันฝรั่งส่งโรงงานแปรรูปของเกษตรกร อำเภอพบพระ จังหวัดตาก. สำนักงานเกษตรจังหวัดตาก กรมสงเสริมการเกษตร.

วิยะดา สีหะบุตร. 2548. หนอนตัวกลมในทางเดินอาหารของหอยทากยักษ์ (Achatina fulica) ในประเทศไทย. วิทยาสารกำแพงแสน ปีที่ 3 ฉบับที่ 1: หน้า 37-41.

วิลาวรรณ์ เชื้อบุญ ศศิธร วุฒิวณิชย์ ชัยสิทธิ์ ปรีชา สุพจน์ กาเซ็ม ณัฐธิญา เบือนสันเทียะ และ สุดฤดี ประเทิงวงศ์. 2549. การส่งเสริมการเจริญเติบโตและชักนำภูมิต้านทานโรคของกะหล่ำดอกและผักคะน้าด้วยเชื้อจุลินทรีย์และสารชีวภัณฑ์ธรรมชาติ. หน้า 795-810 ใน: เอกสารประกอบการประชุมวิชาการมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ธรรมชาติ ครั้งที่ 44. 30 มกราคม–2 กุมภาพันธ์ 2549.มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ.

วิไลลักษณ์ บุญหลาย ปวีณา รัตนเสนา และประภัสสร บุษหมั่น.ม.ป.ป.วิธีการสกัดและตัวทำละลายที่แตกต่างกันในการสกัดพืชวงศ์ขิง (Zingiberaceae) เพื่อควบคุมเชื้อรา Colletotrichumgloesporiodes(Penz)Sacc.(ระบบออนไลน์)แหล่งข้อมูล : http//www.journal.msu.ac.th/upload/articles/article 730_67633.pdf. (20กุมภาพันธ์ 2560)

วีระศักดิ์ ศักดิ์ศิริรัตน์ สุรีย์พร บัวอาจ อนันต์ หิรัญสาลี และนิวัฒ เสนาะเมือง. 2548. การศึกษาเบื้องต้นของสาร secondary metabolite จากเห็ดเรืองแสง (Omphalotus sp.) ต่อไส้เดือนฝอยรากปม (Meloidogyne incognita). วารสารเห็ดไทย: 69-79.

วีระศักดิ์ ศักดิ์ศิริรัตน์, จิรยุทย์ คำขจร, และนิวัฒ เสนาะเมือง. 2547. การเปรียบเทียบลำดับนิวคลีโอไทด์ในส่วน internal transcribes spacer region (ITS) จาก rRNA gene ของเห็ดเรืองแสง. การสัมมนาวิชาการเกษตรแห่งชาติ ประจำปี 2547, 26-27 มกราคม 2547 คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น ขอนแก่น.

เว็บเพื่อพืชเกษตรไทย. 2560. หนอนใยผัก. (ออนไลน์). แหล่งที่มา: http://puechkaset.com/หนอนใยผัก (24 กุมภาพันธ์ 2560)

ศศิธร วุฒิวณิชย์. 2545. โรคของผักและการควบคุมโรค. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ. 173 หน้า.

ศรีวิชาการเกษตร

ศักดิ์ สุนทรสิงห์. 2537. โรคของผักและการป้องกันกำจัด. ภาควิชาโรคพืช คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพ. 198 หน้า.

ศิริณี พูนไชยศรี, ปิยรัตน์ เขียนมีสุข, สมศักดิ์ ศิริพลตั้งมั่น และ ศรีสุดา โท้ทอง. 2541. เพลี้ยไฟฝ้าย (cotton thrips): Thrips palmi Karny ศัตรูสำคัญของกล้วยไม้. หน้า 153- 162. ใน รายงานการประชุมสัมมนาทางวิชาการแมลงและสัตว์ศัตรูพืช ครั้งที่ 11. กองกีฏและสัตววิทยา กรมวิชาการเกษตร. 3-6 มีนาคม 2541 ณ ห้องประชุมวิชาการเกษตร กรุงเทพฯ.

ศิริวรรณ ทุนคุ้มทอง และคณะ. 2547. การสำรวจรวบรวมและประเมินผลศัตรูธรรมชาติของแมลงศัตรูพืชที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจในประเทศไทย. รายงานผลงานประชุมวิชาการประจำปี 2547. ศูนย์ควบคุมศัตรูพืชโดยชีวินทรีย์แห่งชาติ ประจำปี 2547 (22-25 มิถุนายน 2547) โรงแรมโนโวเทล โคราเลีย ริมเพ อำเภอแกลง จังหวัดระยอง

ศุภรักษ์ ศุภเอม. 2557. โรคแคงเกอร์ การจัดการด้วยแนวคิดใหม่. (ระบบออนไลน์) แหล่งที่มา: http://limeofpharmacist.blogspot.com/2014/11/blog-post.html [21 กุมภาพันธ์ 2560]

ศูนย์สารสนเทศการเกษตร. 2544. สถิติการค้าสินค้าเกษตรกรรมไทยกับต่างประเทศ ปี 2544. สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. กรุงเทพฯ.

สมใจ เอี่ยมพรรัตน. 2531. ศึกษาการผลิตสารปฏิชีวนะจากจุลินทรียที่แยกได้และผลของสารปฏิชีวนะตอการ ยับยั้งการเจริญของบักเตรีที่ทำใหเกิดโรคในสัตว. วิทยานิพนธ. วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร.

สมศักดิ์ ศิริพลตั้งมั่น อุราพร หนูนารถ สมรวย รวมชัยอภิกุล ศรีจำนรรจ์ ศรีจันทรา. 2554. แมลงศัตรูผักและการป้องกันกำจัด หน้า 47-48. ใน: เอกสารวิชาการแมลงศัตรูผัก เห็ด และไม้ดอก. เอกสารวิชาการ ISBN 978-974-436-768-6 พ.ศ. 2554. กลุ่มบริหารศัตรูพืช และกลุ่มกีฏและสัตววิทยา สำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช กรมวิชาการเกษตร กรุงเทพฯ.

สมศักดิ์ ศิริพลตั้งมั่น. 2550. การทดสอบประสิทธิภาพสารสกัดสะเดา น้ำมันปิโตรเลียม และสารฆ่าแมลงในการป้องกันกำจัดเพลี้ยไฟพริก หน้า 180-194. ใน: รายงานผลงานวิจัยประจำปี 2550. สำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช กรมวิชาการเกษตร.

สมหมาย ชื่นราม. 2545. ด้วงเต่าในประเทศไทย. กองกีฏและสัตววิทยา, กรมวิชาการเกษตร. กรุงเทพฯ. 211 หน้า.

สรศักดิ์ มณีขาว และคณะ. 2552. การทดสอบระบบการปลูกพืชเพื่อแก้ปัญหาโรครากปมพริกที่เกิดจากไส้เดือนฝอยในเขตพื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนล่าง. เกสารประกอบการประชุมวิชาการระบบ เกษตรแห่งชาติ ครั้งที่ 5 วันที่ 2-4 กรกฎาคม 2552 ณ โรงแรมอุบลอินเตอร์เนชั่นแนล.

สรัญญา อมโร. 2542. การทดสอบพันธุ์พริกต้านทานดรคใบจุดที่เกิดจากเชื้อแบคทีเรีย Xanthomonas campestris pv. vesicatoria (Doidage) Dye. ปัญหาพิเศษปริญญาตรี.

ภาควิชาพืชสวน คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน, นครปฐม. 23 หน้า.

สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 2557. สถิติการเกษตรของประเทศไทยปี 2557.สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 240 หน้า.

สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร.2559.ร่าง ยุทธศาสตร์การพัฒนาเกษตรอินทรีย์แห่งชาติ พ.ศ. 2560-2564. ม.ป.พ. 47 หน้า.

สืบศักดิ์ สนธิรัตน์. 2541. ไส้เดือนฝอยศัตรูพืช. สำนักพิมพ์รั้วเขียว, กรุงเทพฯ.

สุชลวัจน์ ว่องไวลิขิต วัชรี สมสุข สาทิพย์ มาลี และ เสาวนิตย์ โพธิ์พูนศักดิ์. 2551. วิจัยรูปแบบการผลิตไวรัส Spodoptera exigua Multiple-nucleocapsids Nucleopolyhedrosisvirus (SeMNPV) จากเซลล์เพาะเลี้ยง (in vitro) ใน เอกสารการประชุม ผลงานวิจัยดีเด่น ประจำปี 2550 การประชุมวิชาการ ประจำปี 2551 กรมวิชาการเกษตร. 16-18 มิถุนายน, โรงแรมมิราเคิล แกรนด์ คอนเวนชั่น กรุงเทพฯ.

สุชลวัจน์ ว่องไวลิขิต พิมลพร นันทะ และ นางวัชรี สมสุข. 2545. การเพาะเลี้ยงเซลล์หนอนกระทู้ผักสายพันธุ์ไทยจากเอ็มบริโอ. น. 197-206 ใน เอกสารวิชาการประชุมสัมมนาทางวิชาการ “เทคโนโลยีการจัดการแมลงและสัตว์ศัตรูพืชเพื่อเกษตรดีที่เหมาะสม” ครั้งที่ 13 ประจำปี 2545 กองกีฏและสัตววิทยา กรมวิชาการเกษตร. 6-9 สิงหาคม, โรงแรมโกลเด้นแซนด์ อำเภอชะอำ จังหวัดเพชรบุรี.

สุชลวัจน์ ว่องไวลิขิต และ พิมลพร นันทะ. 2544. เชื้อไวรัส เอ็น พี วี ของหนอนคืบกะหล่ำปลี. หน้า 73-78. ใน เอกสารการประชุมวิชาการอารักขาพืชแห่งชาติ ครั้งที่ 5. วันที่ 21-23 พฤศจิกายน 2544. โรงแรมเฟลิกซ์ ริเวอร์แคว, กาญจนบุรี.

สุชลวัจน์ ว่องไวลิขิต และ วัชรี สมสุข 2552. การตรวจวิเคราะห์ชนิดไวรัส Nucleopolyhedrovirus ด้วย PCR-Based Typing. วารสารกรมวิชาการเกษตร ปีที่ 27 ฉบับที่ 3 (กันยายน-ธันวาคม) : 234-243.

สุชลวัจน์ ว่องไวลิขิต อุทัย เกตุนุติ และ พิมลพร นันทะ. 2543. การเพาะเลี้ยงเซลล์หนอนกระทู้หอมเพื่อการผลิตเชื้อไวรัส NPV. น. 447-458. ใน เอกสารวิชาการประชุมสัมมนาทางวิชาการ “แมลงและสัตว์ศัตรูพืช” ครั้งที่ 12 ประจำปี 2543 กองกีฏและสัตววิทยา กรมวิชาการเกษตร. 28-31 มีนาคม, โรงแรม อมารี ออคิด รีสอร์ท เมืองพัทยา จ.ชลบุรี.

สุชลวัจน์ ว่องไวลิขิต. 2550. การผลิตไวรัสจาก cell culture. น.105-117. ใน เอกสารประกอบการอบรม “แมลง-สัตว์ศัตรูพืชและการป้องกันกำจัด” ครั้งที่ 13. วันที่ 4-8 มิถุนายน 2550. กลุ่มกีฏและสัตววิทยา สำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช กรมวิชาการเกษตร.

สุชาติ ผึ่งฉิมพลี และประสิทธิ์ นิยมไทย. 2555. ความหลากหลาย ปริมาณและการแพร่กระจายของหอยน้ำจืดในแม่น้ำบางปะกงและแม่น้ำปราจีนบุรี. กรมประมง, กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 85 หน้า.

กรมวิชาการเกษตร

สุชีลา เตชะวงค์เสถียร. 2549. พริก การผลิต การจัดการและ การปรับปรุงพันธุ์. ภาควิชาพืชสวน คณะ เกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น, ขอนแก่น.

สุพจน์ กาเซ็ม. 2545. การจำแนกชนิดและคุณสมบัติของเชื้อแบคทีเรียปฏิปักษ์ที่แยกจากผิวใบและดินบริเวณรากถั่วเหลืองที่สามารถควบคุมโรคใบจุดนูนของถั่วเหลือง. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ.

สุรีย์พร บัวอาจ. 2546. ผลของสาร secondary metabolite ของเห็ดเรืองแสง (Omphalotus sp.) ต่อไส้เดือนฝอยรากปม (Meloidogyne incognita Chitwood). ปัญหาพิเศษปริญญาตรี ภาควิชาโรคพืชวิทยา คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

สุรีย์พร บัวอาจ. 2550. ข้อมูลลำดับนิวคลีโอไทด์ในส่วนไรโบโซมอลดีเอ็นเอของเห็ดเรืองแสง และผลของสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพจากเห็ดต่อไส้เดือนฝอยรากปม (Meloidogyne incognita Chitwood) วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาโรคพืชวิทยา บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

สุรีย์พร บัวอาจ. 2552. การจำแนกสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพของเห็ดเรืองแสง Neonothopanus nambi และผลของสารออกฤทธิ์ต่อไส้เดือนฝอยกำจัดแมลงศัตรูพืช (Steinernema carpocapsae). การประชุมวิชาการเสนอผลงานวิจัยระดับบัณฑิตศึกษาแห่งชาติ ครั้งที่ 12, วันที่ 12-13 กุมภาพันธ์ 2552 บัณฑิตวิทยาลัย อาคารศูนย์วิชาการ มหาวิทยาลัยขอนแก่น . ขอนแก่น.

สุรีย์พร บัวอาจ. 2554. ผลของสารออกฤทธิ์จากเห็ดเรืองแสง (Neonothopanus nambi Speg.) ต่อไส้เดือนฝอยรากปม (Meloidogyne incognita Chitwood) และสิ่งที่มีชีวิตนอกเป้าหมาย วิทยานิพนธ์ปริญญาปรัชญาดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชาโรคพืชวิทยา บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

เสมอใจ ชื่นจิตต์ วสันณ์ เพชรรัตน์ และ พรศิลป์ จันทวีเมือง. 2551. การประเมินการควบคุมโรคใบไหม้ของหน้าวัวด้วยแบคทีเรียปฏิปักษ์. วารสารวิทยาศาสตร์การเกษตร, 39(3): 195-198.

เสมอใจ ชื่นจิตต์ วสันณ์ เพชรรัตน์ และ พรศิลป์ จันทวีเมือง. 2551. การประเมินการควบคุมโรคใบไหม้ของหน้าวัวด้วยแบคทีเรียปฏิปักษ์. วารสารวิทยาศาสตร์การเกษตร, 39(3): 195-198.

เสริมศักดิ์ หงส์นาค พวงทอง บุญทรง เกษม ทองทวี ชมพูนุช จรรยาเพศ กรแก้ว เสือสะอาด ยุวลักษณ์ ขอประเสริฐ และทรงทัพ แก้วตา. 2536 การประเมินความเสียหายของข้าวที่เกิดจากหนูศัตรูข้าวในประเทศไทย. รายงานผลการค้นคว้าและวิจัยปี 2536 กลุ่มงานสัตววิทยาการเกษตร กองกีฏและสัตววิทยา กรมวิชาการเกษตร. หน้า 10-18.

เสาวนิตย์ โพธิ์พูนศักดิ์ เกรียงไกร จำเริญมา และ สาทิพย์ มาลี. 2553. การทดสอบประสิทธิภาพเชื้อราเขียวมัสคาดีน [Metarhizium anisopliae (Metsch) Sorokin] ในรูปแบบผง ในห้องปฏิบัติการ. หน้า 854-864. ใน: รายงานผลงานวิจัยประจำปี 2553 เล่ม 2 สำนักวิจัย

กรมวิชาการเกษตร

พัฒนาการอารักขาพืช. เอกสารวิชาการ ลำดับที่ 1/2554 กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

เสาวนิตย์ โพธิ์พูนศักดิ์, อภิรัชต์ สมฤทธิ์ และ อนุวัฒน์ จันทรสุวรรณ. 2548. การวิจัยและพัฒนาการผลิตและใช้เชื้อราเขียว Metarhizium anisopliae เพื่อประโยชน์ทางการเกษตร. หน้า 543 - 565. ใน รายงานผลงานวิจัยเรื่องเต็มปี 2548 เล่ม 1. กลุ่มกีฏและสัตววิทยา สำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช กรมวิชาการเกษตร กรุงเทพฯ.

อนุตร บูรณพานิชพันธุ์ และ เยาวลักษณ์ จันทร์บาง. 2557. การเข้าทำลายของมอดเจาะผลกาแฟและประสิทธิภาพของสารล่อเพื่อการควบคุม. วารสารเกษตร 30(3): ISSN 0857-0841. 223 – 231.

อภิรัชต์ สมฤทธิ์. 2557. โรคเหี่ยวฟิวซาเรียม (Fusarium wilt) ในคู่มือ ศัตรูพริก. สำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช กรมวิชาการเกษตร.หน้า 34-35. ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย จำกัด สาขา 4.

อมรรัตน์ ภู่ไพบูลย์ และพีระวรรณ วัฒนวิภาส. 2552. สำรวจ รวบรวม และจำแนกรา Pythium สาเหตุโรคพืช. (ระบบออนไลน์).แหล่งข้อมูล: http://www.doa.go.th/research/showthread.php?tid=1743 (9 กุมภาพันธ์ 2560)

อรพรรณ เกินรักษา และคณะ. 2547. การสำรวจรวบรวมและประเมินผลศัตรูธรรมชาติของแมลงศัตรูพืชที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจในเขตภาคกลางของประเทศไทย.

อังคณา สุวรรณกุฎ. 2552. จัดระบบสารเคมีทางการเกษตร. จดหมายข่าว ผลิใบ. กรมวิชาการเกษตร กรุงเทพฯ; ปีที่ 12 ฉบับที่ 10 ประจำเดือนพฤศจิกายน. หน้า 10-15.

อำนวย อิศรางกูร ณ อยุธยา.ม.ป.ป. การใช้สารสกัดจากพืชควบคุมแมลงศัตรูพืช.(ระบบออนไลน์). แหล่งข้อมูล :http//www. Eto.ku.ac.th/newento/e-book/plant/r-plant/rplant2.pdf.(8 กุมภาพันธ์ 2560)

อุทัย เกตุนุติ. 2544. การควบคุมแมลงศัตรูพืชด้วยไวรัส NPV. น. 141-177. ใน เอกสารวิชาการ การควบคุมแมลงศัตรูพืชโดยชีววิธี เพื่อการเกษตรยั่งยืน กองกีฏและสัตววิทยา กรมวิชาการเกษตร. พิมพ์ที่ โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย จำกัด กรุงเทพฯ.

ไอลดา ใจสมัคร และกาญจน์ คุ้มทรัพย์. 2557. ประสิทธิภาพสารสกัดเอทานอลจากพืชสมุนไพรกำจัดเพลี้ยแป้งแจ๊คเบียดเลย์. ใน: วารสารแก่นเกษตร 42 ฉบับพิเศษ (2557). หน้า 524-529.

Abd-El-Moity, T.H, M.L Abed –El- Moneim, M.M.M. Tia, A.Z. Aly, M.R.A. Tohomy. 2009. Biological Control of some cucumber diseases under organic agriculture. เข้าถึงข้อมูลวันที่ 1 ก.ย. 2552 http://www.actahort.org/members/showpdf?booknrarnr=608_28

ศูนย์วิทยทรัพยากร

Adam, M., Heuer, H.,andHallmann J. 2014. Bacterial Antagonists of Fungal Pathogens Also Control Root-Knot Nematodes by Induced Systemic Resistance of Tomato Plants. PLoS ONE 9(2): e90402.

Alexopoulos,C.J.,Mims,C.W and Blackwell,M.1996.Introductory Mycology. (4thed).John Wiley &Sons.Inc;869p.

Ankersmith, G.W. 1953. DDT resistance in Plutella xylostella (Curt.) in Java. Bull. Entomol. Res. 44, 421-425.

Ann, P.J. 1995. Phytophthora diseases of orchids in Taiwan.Plant Pathol. Bull. 4: 152-162.

Anonymous b. 2015. Crop Clinic+ : Pest Solution : Available Source: http://203.172.198.146/rice/rice_mix1/pest_409.html. (6/23/2015).

Anonymous. 2010. Clavicipitaceae. Available Source: http://en.wikipedia.org/wiki/Clavicipitaceae. (July 7, 2011).

Anonymous. 2006. Introduction of Diadegma semiclausum for the biological control of diamondback moth (Plutells xylostella) in Thailand. Department of Agriculture and The Ankhang Agriculture Station Royal Project Foundation . 24 pp.

Anonymous. 2014a. Arachis pintoi. [cited 2014 June 2] Available from:http://www.tropicalforages.info/key/Forages/Media/Html/Arachis_pintoi.htm.

Anonymous. 2014b.Perennial peanut.[cited 2014 June 2] Available from: http://www.ctahr.hawaii.edu/sustainag/CoverCrops/perennial_peanut.asp.

Anonymous. 2014c. Perennial peanut. [cited 2014 June 3] Available from:http://www.ctahr.hawaii.edu/sustainag/CoverCrops/perennial_peanut.asp.

Anonymous. 2014d. Perennial peanut groundcover. [cited 2014 June 5] Available from:http://www.ctahr.hawaii.edu/oc/freepuds/pdf/OF-23.pdf

Arrebola, E., Jacobs, R., and L. Korsten. 2010. Iturin A is the principal inhibitor in the biocontrol activity of Bacillus amyloliquefaciens PPCB004 against postharvest fungal pathogens. J. Appl. Microbiol.108 (2),386-395.

Arthurs, S and M.B. Thomas. 2001. Effects of temperature and relative humidity on sporulation of Metarhizium anisopliae var. acridum in mycosed cadavers of Schistocerca gregaria. J. Invertebr. Pathol. 78: 59 – 65.

Artiri, G.I. 1992. Progress of pepper veinal mottle virus disease in Capsicum peppers.Crop Protection.11: 255-259.

ATCC. Preservation and recovery of filamentous fungi. Tech bulletin no.2.

Ba-angood, S. A. and R. K. Stewart.1980. Effect of cereal aphid infestation on grain yield and percentage protein of barley, wheat, and oats in southwestern Quebec. Can. Entomol.112: 681–686.

Baker, P.S., J.F. Barrera, and A. Rivas. 1992. Life-history studies of the coffee berry borer (Hypothenemus hampei, Scolytidae) on coffee trees in southern Mexico. Journal of Applied Ecology 29(3): 656-662

Ball, S.J. and D.C. Lewis. 1984. Eimeria (protozoa: coccidia) in wild populations of some British rodents. Journal of Zoology. 202: 373-381.

Barbara Pleasant. 2012. Using Milk to Prevent Powdery Mildew: (ออนไลน์)แหล่งที่มา: http://www.growveg.com/growblogpost.aspx?id=242 เมื่อ 12 พฤษภาคม 2557

Barker, G. M., editor. 2004. Natural Enemies of Terrestrial Molluscs. CABI publishing.

Barker, K.R. 1985. Nematode extraction and bioassay. Pp: 19-35 in K.R. Barker, C.C. Carter, and J.N. Sasser (eds.) An Advanced Treatise on Meloidogyne, Vollume II, Methodogy. North Carolina State University Graphics. Raleigh, North Calorina.

Barrera, J.F. 2008. Coffee pests and their management. In: Capinera J.L, editor. Encyclopedia of Entomology. 2nd ed. Springer. pp. 961-998.

Barron, G.L. 1968. The genera of Hyphomycetes from soil. The William & Wilkins Company. 364 p.

Beattie S.E., M.A. Fernando and J.R. Barta. 2001. A comparison of sporozoite transport after homologous and heterologous challenge in chickens immunized with the Guelph strain or the Florida strain of Eimeria maxima. Parasitology Research. 87: 116-121.

Beherendt, A. 2009. Anetome helena. A flexible predator amongst freshwater snails. Datz. 62(9): 35-37.

Benavides P., G, Carmenza and B Alex . 2012. IPM Program to Control Coffee Berry Borer Hypothenemus hampei, with Emphasis on Highly Pathogenic Mixed Strains of Beauveria bassiana, to Overcome Insecticide Resistance in Colombia, Insecticides - Advances in Integrated Pest Management, Dr. Farzana Perveen (Ed.), InTech, DOI: 10.5772/28740.

ศูนย์วิทยทรัพยากร

Ben-Dov. 2009. ScaleNet, Phenacoccus solenopsis. [Online]. Available. http://www.sel.barc. usda.gov/catalogs/pseudoco/Phenacoccussolenopsis.htm [June 10, 2014].

Berto, B.P., H.R. Luz, W. Flausino, I. Ferreira and C.W. Lopes. 2009. New species of Eimeria Schneider, 1875 and Isospora Schneider, 1881 (Apicomplex: Eimeriidae) from the shortcrested flycatcher Myiarchus ferox (Gmelin) (Passeriformes: Tyrannidae) in South America. Systematic of parasitology. 74: 75-80.

Bhat, T.K. and K.P. Jithendran. 1995. Eimeria magna: the effect of varying inoculums size on the course of infection in Angora rabbit. World Rabbit Science. 163-165.

Bittenbender, H.C., M. Wright, and E. Burbano. 2007. Coffee Berry Borer (Hypothenemus hampei) (online).College of Tropical Agriculture and Human Resources.University of Hawaii. Available: http://www.ctahr.hawaii.edu/site/CBB.aspx. (June 20, 2011).

Boehlendorf, B., S. Neff., T.C. Schuez., L.P. Molleyres, T. Winkler, M. Dobler, and Y. Huang. 2004. Isolation and characterization of compounds obtained from a fungal microorganism and preparation of some derivatives thereof. Brit. UK Patent Application.

Boer, A.S. and B. Diderichsen. 1991. On the safety of Bacillus subtilis and Bacillus amyloliquefaciens. Appl. Microbiol. Biotechnol.36 : 1-4.

Boucias, D.G. and J.C. Pendland. 1998. Principles of Insect Pathology. Kluwer Academic Publishers. 537 p.

Bovè J.M. 2006. Huanglongbing: A destructive, newly-emerging, century-old disease of citrus (invited review).Journal of Plant pathology 88(1),7-37.

Brandt R.A.M. 1974. The non-marine aquatic Mollusca of Thailand. Archiv für Molluskenkunde. 105(1-4): 400-416.

Bray, R.S. 1958. On parasitic protozoa of Liberia. I. coccidian of some small mammals. Journal of Protozoology. 67: 1-25.

Brewer, M. J. and N. C. Elliott. 2004. Biological control of cereal aphids in North America and mediating effects of host plant and habitat manipulations. Annu.Rev.Entomol.49: 219–242.

Bua-art, B. Udomsak, N. Tangchitsomkid, W. Saksirirak, S. Kanokmedhakul, and R. Lekprom. 2012. Characterization and Effect of Bioactive Compounds from Luminescent Mushroom, Neonothopanus nambi Speg. on Root-Knot Nematode

(Meloidogyne incognita Chitwood) of Vegetables. Biocontrol of Plant Pathogens in Sustainable Agriculture. 24-27 June 2012, Reims Champagne Ardennes University, Reims, France.

Burnett, H.C. 1969. Orchid disease. Amer. Orchid Soc. Bull. 35: 399-400.

Burrell, M.M. and T.A. Rees, 1974. Metabolism of phenylalanine and tyrosine in rice leaves infected by Pyricularia oryzae. Physiol. Plant Pathol., 4: 497–508.

Byme, J. M.; Cuppels, D. A.; Louws, F. J.; Miller, S. A.; Jones, J. B. and Wilson, M. (2005). Biological control of bacterial spot of tomato under field conditions at several locations in North America. Biol. Cont., 32 (3):408:418.

Cabanillas, H.E. and W.A. Jones. 2009. Pathogenicitity of Isaria sp. (Hypocreales: Clavicipitaceae) against the sweet potato whitefly B biotype, Bemisia tabaci (Hemiptera: Aleyrodidae). Crop Protection, pp. 333 – 337.

Cameron, R.A.D. and Carter, M.A. 1979. Intra and Interspecific effects of population density on growth and activity in some Helicid land snails (Gastropoda: Pulmonata). Journal of Animal Ecology. 48:237-246.

Canel, C., Moraes, R. M., Dayan, F. E., and Ferreira, D. 2000. Molecular of interest podophyllotoxin. Phytochemistry 54: 115-120.

Cere, N. D. Licois and J.F. Humbert. 1995. Study of the inter- and intraspecific variation of Eimeria spp. from the rabbit using random amplified polymorphic DNA. Parasitology Research. 81: 324-328.

Charles JG.(1985) Diadiplosis koebelei Koebele (Diptera : Cecidomyiidae) , a predater of Pseudccocus longispinus T-T (Homoptera : Pseudococcidae), newly recorded from New Zealand. N Zeal J Zool. 1985. 12:3.

Chen, J., Han, B-X., Guo, S-B., Wang, Y., He, J., Zhou, X-K., Yang, X., and Han, F-A. 2009. Molluscicidal activity against Oncomelania hupensis of endophyte JJ18 from Pseudolarix kaempferi Gord.Pharmacognosy Research 1(6): 421-427.

Chika C Nwugo, Hong Lin, Yongping Duan and Edwin L Civerolo.2013. The effect of Candidatus Liberibacter asiaticus infection on the proteomic profiles and nutritional status of pre-symptomatic and symptomatic grapefruit (Citrus paradisi) plants. BMC Microbiology.13:59.

Chobchuenchom, W., and Bhumiratana, A. 2003.Isolation and Characterization of Pathogens AttackingPomacea canaliculata. World Journal of Microbiology & Biotechnology19: 903–906.

Chonudomkul, D., Yougmanitchai, W., Sookpreedee, C., Yongmanitchai, P., Arunpairojana, W., and Kermanee, P. 1998. Diversity of blue-green algae and green algae in the deciduous dipterocarp forest at Huai Kha Khang Wildlife Sanctuary. Kasetsart Journal 32: 339-346.

Chunram, S. & Sasaji, H. (1980) A contribution to the Coccinellidae (Coleoptera) of Thailand. Oriental Insects, 14 (4),473–491.

Civerolo, E.L. 1984. Bacterial canker disease of citrus. Journal Rio Grande Valley Hort. Assoc, 37: 127-146.

Civerolo, E.L. 1994. Citrus bacterial canker disease in tropical regions, pp. 45-50. In: M. Lemattre, S. Freigoun, K. Rudolph, and J.G. Swings, eds. Proceedings of the 8th International, Conference on Plant Pathogenic Bacteria. Paris.

Cobb,N.A.1915.Tylenchulussimilis, thecauseofarootdiseaseof sugarcaneandbanana. J.Agric. Res.4,561-568.

Coelho, R.A., Dinis,T.M. and Reis, J. 2013. Effect of diet and stocking densities on life history traits of Clea helena (Philippi 1847) reared in captivity. J Aquac Res Development. 4(5): 1-4.

Crook, N.E.; Kadir, H.B.A.; Payne, C.C.; Winstanley, D. 1999. Characterization and Cross-transmission of Baculoviruses Infectious to the Diamondback Moth, Plutella xylostella, and some other Lepidopteran Pests of Brassica Crops. Biocontrol Science and Technology. 9 : 227-238.

D. Godfrey, T.J.Wicks, P.R.Grbin, D.K. Taylor, D.Bruer, R.Crittenden and E.S. Scott. 2011. Control of powdery mildew in viticulture using milk and milk components. 51 p. In The ACPP APPS 2011: New Frontiers in Plant Pathology for Asia and Oceania (Handbook), 26-29 April 2011 Darwin Convention Centre, Darwin Austraria

D'Alessandro, C. P., S. Padin, M.I. Urrutia and C.C. Lopez Lastra. 2011. Interaction of fungicides with the entomopathogenic fungus Isaria fumosorosea. Biocontrol Science and Technology. Vol.21, Nos. 1-2, January-February. pp. 189 – 197.

Daane KM, Cooper,Triapitsyn, Walton M, Yokota, Haviland R, Bentley J, Godfrey, Wunderlich. 2008. Vineyard managers and researchers seek sustainable Solutions for mealybugs, a changing pest complex in California Agriculture 62(4) : 167-176. DOI 10.3733/ca.v062n04p167. October- December 2008.

ศูนย์วิทยทรัพยากร

Daane KM, Yokota GY, Rasmussen YD, et al. 1997. Effectiveness of leafhopper control varies with Lacewing release methods. Cal Ag 47(6):19-23

Darriba, D., Taboada, G. L., Doallo, R. and Posada, D. 2012. jModelTest 2: more models, new heuristics and parallel computing. Nature Methods 9(8): 772.

Das, R., B. Mondal., P. Mondal., D. C. Khatua. and N. Mukherjee. 2014. Biological management of citrus canker on acid lime through Bacillus subtilis (S-12) in West Bengal, India. Journal Biopest, 7:38-41.

Dhaliwal, G.S., V. Jindai and A.K. Dhawan. 2010. Insect Pest Problems and Crop Losses: Changing Trends. Indian J. Eco. 37(1): 1-7.

Dik Aj, Verhaar MA, Belanger RR, 1998. Comparison of three biological control agents cucumber powdery mildew (Sphaerotheca fuliginea) in semi-commercial-scale glasshouse trials. European Journal of Plant Pathology 104, 413-23.

Ding J., W. Bao, Q. Liu, Q. Yu, M.H. Abdille and Z. Wei. 2008. Immunoprotection of chickens against Eimeria acervulina by recombinant alpha-tubulin protein. Parasitology Research. 103: 1133-1140.

Dkhil, M., A.A. Abdel-Baki, D. Delic, F. Wunderlich, H. Sies and S. Al-Quraishy. 2011. Eimeria papillata: Upregulation of specific miRNA-species in the mouse jejunum. Experimental Parasitology. 127: 581-586.

Dolezel, D. 1998 . Phylogenetic analysis of Sarcocystis spp. of mammals and reptiles supports the coevolution of Sarcocystis spp. with their final hosts. International Journal for Parasitology. 29: 795-798.

Dolnik, O. 2006. The relative stability of chronic Isospora sylvianthina (Protozoa: Apicomplexa) infection in blackcaps (Sylvia atricapilla): evaluation of a simpleified method of estimating isospoan infection intensity in passerine birds. Parasitology research. 100: 155-160.

Downes F. P. and Ito K., (Eds.). 2001, Compendium of Methods for the Microbiological Examination of Foods, 4th Ed.,APHA, Washington, D.C.

Duszynski, D.W. and P.G. Wilber. 1997. A Guideline for the preparation of species descriptions in the Eimeriidae. Journal of Parasitology. 83: 333-336.

Duszynski, D.W. and S.J. Upton. 2000. Cyclospora, Eimeria, Isospora, and Cryptosporidium spp. Parasitic Diseases of wild mammals, 2nd edition. Iowa state press, pp. 416-433.

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

Duszynski, D.W. and S.L. Gardner. 1990. Fixing coccidian oocyst is not an adequate solution to the problem of preserving protozoan type material. Journal of parasitology. 77: 52-57.

Duszynski, D.W., L.couch and S.J. Upton. 2000. Coccidia of the world. Available source: http://biology.umn.edu/biology/coccidia/home.html.

Eaton A. D., Clesceri L. S. and Greenberg A. W., (Eds.). 2005, Standard methods for the examination of water andwastewater, 21st Ed., APHA, Washington, D.C.

Elad, Y. 2000. Biological Control of foliar pathogens by means of *Trichoderma harzianum* and potential modes of action. Crop Protection, 19: 709-714.

Elad, Y., Kirshner, B., Yehuda, N., Sztejnberg, A. 1998. Management of powdery mildew and gray mould of cucumber by *Trichoderma harzianum* T39 and *Ampelomyces quisqualis* AQ10. BioControl, 43: 241-251.

El-hefnyAmany S., El-Sahn Omnia M.N. and Sh.S.Yacoub. 2011. Effect of some plant Extracts on mealy bug Planococuscitri(Risso). Egypt J. Agric.Res. Vol.89(2) pp. 511-520.

Elmer, W.H. and R.J. McGovern. 2004. Efficacy of integrating biologicals with fungicides for the suppression of Fusarium wilt of cyclamen. Crop Protection 23: 909-914.

Entwisetle, P.F. 1998. A world survey of virus control of insect pests, p.186-201. In Insect viruses and pest management. Frances R. Hunter-Fujita, Philip F. Entewistle, Hugh F. Evans and Norman E. Crook. (eds). John Wiley & Sons Ltd, England. 620 p.

Essack, M., Alzubaidy, H. S., Bajic, V. B., and Archer, A. C. 2014. Chemical compound toxic to invertebrates isolation from marine cyanobacteria of potential relevance to the agricultural industry. Toxins 6: 3058-3076.

Evans, K., Trudgill, D.L. & Webster, J.M. (Eds). Plant parasitic nema- todes in temperate agriculture. Wallingford, UK, CAB Inter- national, pp. 1-59.

Fargues, J. and C. Luz. 2000. Effects of fluctuating moisture and temperature regimes on the infection potential of Beauveria bassiana for Rhodnius prolixus. J. Invertebr. Pathol. 75: 202-211.

Farrar RR Jr, Ridway RL. 1999. Relative potency of selected nuclear polyhedrosis viruses against five species of Lepidoptera. J. of Agricultural and Urban Entomol. 16 : 187-196.

ลิขสิทธิ์กรมวิทยาศาสตร์

Fayer, R. 1980 . Epidermology of protozoan infections. The Coccidian Veterinary Parasitology. 6: 75-103.

Fayer, R. 2004. Sarcocystis spp. In human infections. Clinical Microbiology Reviews. 17.4: 894-902.

Felsenstein, J. 1981. Evolutionary trees from DNA sequences. A maximum likelihood approach. Journal of Molecular Evolution. 17: 368-376.

Felsenstein, J. 2004. Inferring phylogenies sinauer associates, Sunderland, Mass. 663p.

Ferrandino. F.J and V.L. Smith. 2007. The effect of milk-based foliar sprays on yield components of field pumpkins with powdery mildew. Crop protection. 26:4. 657-663 p

Ferreira, A. L., R. M. Mauricio, L. G. R. Pereira, J. A. G. Azevedo, L. S. Oliveira and J. M. Pereira. 2012. Nutritional divergence in genotypes of forage peanut. Revista Brasileira de Zootecnia. 14(4): On-line version ISSN 1806-9290.

Ferris, M. J., and Hirsch, C. F., 1991. Method for isolation and purification of cyanobacteria. Applied and environmental microbiology 57(5): 1448-1452.

Fiebig, M. and H. M. Poehling. 1998.Host-plant selection and population dynamics of the grain aphid Sitobionavenae (F.) on wheat infected with Barley Yellow Dwarf Virus. Bull.IOBC/WPRS.21: 51–62.

Fitch, W.M. 1971. Towards defining the course of evolution: minimum change for a specific tree topology. Systematic Zoology. 20: 406-416.

Folmer, O., Black, M., Hoeh, W., Lutz, R. and Vrijenhoek, R. 1994. DNA primers for amplification of mitochondrial cytochrome c oxidase subunit I from diverse metazoan invertebrates. Molecular Marine Biology and Biotechnology 3(5): 294-299.

Frank, W.A. and Slosser, J.E. 1996. An Illustrated Guide To The Predaceous Insects of the Northern Texas Rolling Plains.Texas Agricultural Experiment Station.

Fu, J.H.B., 2001. Involvement of antioxidants and lipid peroxidation in the 284 adaptation of two cool-season grasses to localized drought stress. Environ. Exp. Bot., 45: 105–114.

Fujiwara,C.and M.Nomura (1999) Effect of photoperiod and temperature on larval development of Chrysoperla carnea Stephens (Neuroptera: Chrysopidae). Jpn. J. Appl. Entomol.Zool. 43: 175-179

Fuller, C.A., J. Hefner and E. Wrosch. 1995. The effect of inoculums level, host age and expose on oocyst output and periodicity. Journal of Parasitology. 81: 187 – 194.

Gadd, C.H. 1924. Phytophthora faberi Maubl. Ann. Roy. Bot. Gardens, Peradeniya. 9: 47-89.

Gao, M., Li, R., Dai, S., Wu, Y.,and Yi, D. 2008. Diversity ofBacillus thuringiensisStrains from Soil in Chinaand Their Pesticidal Activities. Biological Control 44: 380–388.

Gardner, S.L. and D.W. Duszynski. 1990. Polymorphism of Eimerian oocysts can be a problem in naturally infected hosts: an example from subterranean rodents in Bolivia. Journal of Parasitology. 76: 805-811.

Ghosh, S.K., and K. Chakraborty. 2015. Integrated field management of jassid (Amrasca biguttula biguttula Ishida) infesting ladysfinger (Abelmoschus esculentus L.) using bio-pesticides. International Journal of Science, Environment and Technology, Vol. 4, No. 2, pp. 459 – 467.

Guindon S., Dufayard J.F., Lefort V., Anisimova M., Hordijk W., Gascuel O. 2010. New algorithms and methods to estimate maximum-likelihood phylogenies: assessing the performance of PhyML 3.0. Systematic Biology, 59(3): 307-321.

Guo, D., Chen, J., Du, X., and Han. B. 2010. Screening Of Molluscicidal Strain Against Oncomelania hupensis From Rhizosphere Of Medicinal Plant Phytolacca acinosa Roxb. Pharmacognosy Magazine 6(23): 159-165.

Guo, D., Chen, J., Liu, Y., Yao, H., Han, F-A., and Pan, J. 2011. A high-performance molluscicidal ingredient against Oncomelania hupensis produced by a rhizospheric strain from Phytolacca acinosa Roxb. Pharmacognosy Magazine 7(28): 277–283.

H.N.Ibekwe, J.U.Ogbu, O.A.Uwalaka, S.O.Ngbede and U.N.Onyegbule. 2014.Efficacy of Plant Derived Insecticides For Control Of Insect of Garden Egg (SolanumSpp.) In Southeastern Nigeria. In: International journal of scientific&Technology research. Vol. 3 ISSUE 8,August 2014. pp.371-375

Haberkorn, A., C.W. Friis, H.P. Schulz, G. Meister and W. Feller. 1983. Control of an outbreak of mouse coccidiosis in closed colony. Laboratory Animals. 17: 59-64.

Haegeman,A.,A.Elsen,D.DeWaele,andG.Gheysen. 2010.Emerg-ingmolecularknowledgeon Radopholussimilis,animportant nematodepestofbanana.Mol.PlantPathol. 11(3),315-323.

Harmon, J.P., A.R. Ives, J.E. Losey, A.C. Olson and K.S. Rauwald. 2000. Coleomegilla maculata (Coleoptera: Coccinellidae) predation on pea aphids promoted by proximity to dandelions. Oecologia 125(4): 543-548.

Hassan, E.O. and Zyton M. A. 2017. Management of Bacterial Spot of Pepper Caused by Xanthomonas campestris pv. vesicatoria. American Journal of Bioscience and Bioengineering. 5(1): 41-49.

Hector G., N. Palenius, D. Hopkins and J. Cantliffe. Powdery Mildew of Cucurbits in Florida Available: 29 /5/2557

Hein, J., T. Jiang, L. Wang and K. Zhang. 1996. On the complexity of comparing evolutionary trees. Discrete Applied Mathematics. 71: 153-169.

Higginbotham, S. J. and Murphy, C. D. 2010. Identification and characterisation of a Streptomyces sp. isolate exhibiting activity against methicillin-resistant Staphylococcusaureus. Microbiological research 65(1): 82-86.

Hine, R.B. 1962. Pathogenicity of Phytophtora palmivola in the orchidaceae. Plant Dis. Reptr. 46: 643-645.

Hnida, J.A. and D.W. Duszynski. 1999a. Cross-transmission studies with Eimeria arizonensis, E. arizonensis-like oocysts and Eimeria langebarteli: host specificity at the genus and species level within the Muridae. Journal of Parasitology. 85: 873-877.

Hnida, J.A. and D.W. Duszynski. 1999b. Taxonomy and systematic of some Eimeria (Apicomplexa: Eimeriidae) species of rodents as determined by polymerase chain reaction/restriction-fragment-length polymorphism analysis of 18S rDNA. Parasitology Research. 85: 887-894.

Hoffman, M.P. and Frodsham, A.C. 1993. Natural Enemies of Vegetable Insect Pests. Cooperative Extension, Cornell University Ithaca, N.Y 63 pp.

Holt, J.G., N.R. Krieg, P.H.A. Sneath, J.T. Staley and S.T. Williams. 1994. Bergey's Manual of Determinative Bacteriology 9th ed. The Williams & Wilkins Co., Baltomore.

Hong-Ji Su.2002. The International Workshop on Rehabilitation of Citrus orchard in Tropical Asian Countries. Vietnam. P15 -23.

Huang, R-E., Ye, W., Ren, X. and Zhao, Z. 2015. Morphological and Molecular Characterization of Phasmarhabditis huizhouensis sp. nov. (Nematoda:

ศูนย์วิทยทรัพยากร

Rhabditidae), a New Rhabditid Nematode from South China. PLOS ONE: DOI:10.1371/journal.pone.0144386.

Huang, T.P., D.D. Tzeng., A.C.L. Wong., C.H. Chen., K.M. Lu., Y.H. Lee., W.D. Huang., B.F. Hwang and K.C. Tzeng. 2012. DNA Polymorphisms and Biocontrol of Bacillus Antagonistic to Citrus Bacterial Canker with Indication of the Interference of Phyllosphere Biofilms. Journal pone. 7:1-11.

Huang, Z., F. Sahar, S. Ren and S. Ali. 2010. Effect of Isaria fumosoroseus on Eretmocerus sp. nr. Furuhashii (Hymenoptera: Aphelinidae), a Parasitoid of Bemisia tabaci (Hemiptera: Aleyrodidae). Pakistan J. Zool., vol. 42(2), pp. 121 – 127.

Huettel,R.N. &Yaegashi,T.Y.(1988).Morphological differences between Radopholus curophilus and R.similis. J.Nematol., 20:150-157.

Huettel,R.N., Dickson, D. XI. & Kaplmj, D. T. (1984). Radopholus curophilus sp.n. (Nematoda), a sibling species of Radopholus similis.Proc. helminth.Soc. Wash.,51:32-35.

Humaydan, H.S., G.E. Harman., B.L. Nedrow. and L.v. Dinitto. 1980. Eradication of Xanthomonas campestris the causal agent of black rot from Brassica seeds with antibiotic and sodium hypochlorite. Phytopathology, 70: 127-131.

Hwang, K-S., KimH.U., Charusanti, P., Palsson,B. Ø.and Lee S. Y.2014. Systems biology and biotechnology of Streptomyces species for theproduction of secondary metabolites. Biotechnology Advances 32: 255–268.

Idris, A.B. and Grafius, E.J. 1993. Field studies on the effect of pesticides on the diamondback moth, Plutella xylostella (L.) (Lepidoptera: Plutellidae) and parasitism by Diadegma insulare (Cresson) (Hymenoptera: Ichneumonidae). J. Econ. Entomol., 86: 1196– 1202.

Idris, A.B., Norazlin, M.A. and Hussan, A.K. 2006. Does host size and virus sources influence the production of polyhedra inclusion body (PIB) by the Nuclear polyhedrosis viruses (NPV) of Plutella xylostella (PxNPV) and Spodoptera exigua (SeNPV). Malays. Appl. Biol. 35: 63-66.

Ingham, R. E., P. B. Hamm, M. Baune, N. L. David and N. M Wade. 2007. Control of Meloidogyne Chitwoodi in potato with shank-injected metam sodium and other nematicides. Journal of Nematology 39(2):161–168.

ศูนย์วิทยทรัพยากร

J.Mwine, C.Ssekyewa, K.Kalanzi and P.Van Damme.2013. Evaluation of Selected Plant Extracts agrinst major cabbage Insect Pests in the field. Journal of Medicinal Plants Research. Vol.7(22) pp.1580-1586.

Jackel, T., Y. Khoprasert, S. Endepols, C. Archer-Baumann, K. Suasa-ard, P. Promkerd, D. Kliemt, P. Boonsong and S. Hongnark. 1999. Biological control of rodents using Sarcocystis singaporensis. International Journal for Parasitology. 29: 1321-1330.

Jadhav, B.N., S.V. Nikam, S.N. Bhamre and E. Jaid. 2011. Study of Eimeria necatrix in broiler chicken from Aurangabad district of Maharashtra state India International Multidisciplinary Research Journal. 1: 11-12.

Jahn M., H. M. Munger, J. D. McCreight.2002. Breeding Cucurbit Crops for Powdery mildew Resistance. In Belanger R, WR Bushnell, AJ Dik, TLW Carver,ed, The powdery mildew. A Comprehensive Treatise. APS, St Paul, Minnesota, pp 239-248.

Jaki, B., Orjala, J., Burgi, H.-R., and Sticher, O. 1999. Biological screening of cyanobacteria for antimicrobial and molluscicidal activity, brine shrimp lethality, and cytotoxicity. Pharmaceutical Biology 37(2): 138-143.

James, R.R. and G.W. Elzen. 2001. Antagonism between Beauveria bassiana and Imidacloprid when combined for Bemisia argentifolii (Homoptera: Aleyrodidae) control. J. Econ. Entomol. 94: 357-361.

James,C. 1971 . A Manual of Assessment Keys for Plant Diseases. The Amarican

Jatala, P. 1986. Biological control of plant-parasitic nematodes. Annual Review of Phytopathology 24: 453-489.

Jaureguiberry , P., L. Buffaet and M. Delfino. 2010. Cross-habitat usage by crop aphids and their parasitoids in the crop-noncrop interface in an organic vetable farm. Rev.Bras.De Agroecologia. 5(2): 39-49.

Jawahar S., A.V. Lakshmi Deepica, C. Kalaiyarasan and K. Suseenran. 2013. Herbicidal efficacy of eucalyptus oil on Parthenium(Parthenium hysterophosrus L.) control.[cited 2014 April 25]. Available from: http://lifesciencesleaflets.ning.com/

Johnson, D.A. and M.A. Fernando. 1995. Eimeria spp. of the domestic fowl: analysis of genetic variability between species and strains using DNA polymorphism

amplified by arbitrary primers and denaturing gradient-gel electrophoresis. Parasitology Research. 81: 91-97.

Joshi, M., R. Srivastava, A.K. Sharma and A. Prakash. 2012. Screening of resistant varieties and antagonistic Fusarium oxysporum for biocontrol of Fusarium wilt of chilli. Plant Pathology & Microbiology 3(5): 1-6.

Joyner, L.P. 1982. Host and site specificity. The biology of the coccidia. University park press, Baltimore, pp. 35-62.

Juma, P., Murungi, L and Losenge, T.2015. Biological Control of Pythium aphanidermatum causing dampling off disease in Ethiopian Kales. available online at:http://journals.jkuat.ac.ke/index.php/jscp/article/download/1235/1013

Kadir H.B.A., Payne C.C., Crook N.E., Fenlon J.S., Winstanley D. 1999b. The comparative susceptibility of the diamondback moth, Plutella xylostella and some other major lepidoptern pests of Brassica crops to a range of baculoviruses. Biocontrol Science and Technology 9 : 421-433.

Kalita, P., L.C. Bora. and K.N. Bhagbati. 1996. Phylloplane microflora of citrus and their role in management of citrus canker. Indian Phytopath, 49(3): 234-237

Kariuki C.W, McIntosh A.H. 1999. Infectivity studies of a new baculovirus isolate for the control of the diamondback moth (Plutellidae: Lepidoptera). J. of Economic Entomol. 92 : 1093-1098.

Katoh, K. and Standley, D. M. 2013. MAFFT Multiple sequence alignment software version 7: Improvements in performance and usability. Molecular biology and evolution 30(4): 772-780.

Katoh, K. and Standley, D. M. 2013. MAFFT Multiple sequence alignment software version 7: Improvements in performance and usability. Molecular biology and evolution 30(4): 772-780.

Katz, E. and A.L. Demain. 1977. The peptide antibiotics of Bacillus: chemistry biogenesis and possible functions. Bacteriological Reviews, 41: 449-74.

Kawabata, A., S. Nakamoto and R. Curtiss. 2015. Recommendations for Coffee Berry BorerIntegrated Pest Management in Hawaii. CTAHR Insect Pests Report IP-33. available online at: http://www.ctahr.hawaii.edu/oc/freepubs/pdf/IP-33.pdf.

Kaya, G., C. Dale, I. Maudlin and K. Morgan. 2007. A Novel procedure for total nucleic acid extraction from small numbers of Eimeria species oocysts. Turkiye Parazitoloji Dernegi. 31: 180-183.

Keinath, A. P.,Farnham, M. W.., and Zitter, T. A. 1995. Morphological, pathological, and genetic differentiation of Didymella bryoniae and Phoma spp. Isolated from cucurbits. Phytopathology 85: 364-369.

Keller, C., Maillard, M., Keller J., and Hostettmann, K. 2002. Screening of European Fungi for Antibacterial, Antifungal, Larvicidal, Molluscicidal, Antioxidant and Free-Radical Scavenging Activities and Subsequent Isolation of Bioactive Compounds. Pharmaceutical Biology 40(7): 518-525.

Kershaw, M.J., E Moorhouse, R. Bateman, S.E. Reynolds and A.K. Charnley, 1999. The role of destruxins in the pathogenicity of Metarhizium anisopliae for three species of insect. J. Invertebr. Pathol. 74, 213–223.

Kimura, M. 1980. A simple model for estimating evolutionary rates of base substitutions through comparative studies of nucleotide sequences. Journal of Molecular Evolution. 16: 111–120.

Kinloch RA. 1990. Screening for resistance to root-knot nematodes. In: Starr JL, editor. Methods for Evaluating Plant Species for Resistance to Plant-Parasitic Nematodes. Hyattsville: The Society of Nematologists. pp. 16–23.

Kloepper J.W. 1992. Plant growth-promoting rhizobacteria as biological control agents. In FB MettingJr, ed, Soil Microbial Ecology: Applications in Agricultural and Environmental Management. Marcel Dekker Inc., New York, pp 255-274.

Komarek, J., Kastovsky, J., Mares, J., and Johansen, J. R. 2014. Taxonomic classification of cyanoprokaryotes (Cyanobacterial genera) 2014, using a polyphasic approach. Preslia 86: 295-335.

Korabecna, M. 2007. The Variability in the Fungal Ribosomal DNA (ITS1, ITS2, and 5.8 S rRNA Gene): Its Biological Meaning and Application in Medical Mycology. In Communicating Current Research and Educational Topics and Trends in Applied Microbiology, A. Méndez-Vilas, Editor. Formatex.

Krailas, D., Chotesaengsri, S., Dechruksa, W., Namchote, S., Chuanprasit, C., Veeravechsukij, N., Boonmekam, D. and Koonchornboon, T. 2012. Species diversity of aquatic mollusks and their cercarial infections; Khao Yai National Park, Thailand. J Trop Med Parasitol. 35(2): 37-47.

Kumar, S., Stecher, G. and Tamura, K. 2016. MEGA7: Molecular Evolutionary Genetics Analysis version 7.0 for bigger datasets. Molecular Biology and Evolution 33: 1870-1874.

Kumar, S., Stecher, G. and Tamura, K. 2016. MEGA7: Molecular Evolutionary Genetics Analysis version 7.0 for bigger datasets. Molecular Biology and Evolution 33:1870-1874.

Kurt Weising, Hilde Nybom, Kirsten Wolff and G**Ù**nter kahl.2005.DNA Fingerprinting in Plants Principles, Methods, and Application 2nd. CRC Press. New York, USA.

Kvicerova J., M. Pakandl and V. Hypsa. 2008. Phylogenetic relationships among Eimeria spp.(Apicomplexa, Eimeriidae) infecting rabbits: Evolutionary significance of biological andmorphological features. Parasitology 135: 443–452.

Laakkonen, J. A. Oksanen and T. Soveri. 1998. Dynamics of intestinal coccidia in peak density Microtus agrestis, Microtus oeconomus and Clethrionomys glareolus populations in Finland. Ecography. 21: 135-139.

Larkin, R.P. and D.R. Fravel. 2002. Effects of varying environmental conditions on biological control of fusarium wilt of of tomato by nonpathogenic Fusarium spp. Phytopathology 92(11): 1160-1166.

Lechevalier, H., Acker, R. F., Corke, C. T., Haenseler, C. M. & Waksman, S. A. 1953. Candicidin, a new antifungal antibiotic. Mycologia, 45, 155.

Lekagul, B. and A.M.Jeffery. 1977. Mammal of Thailand. Printed at Kurusapha Ladprao Press by Nai kamthon Sathirakul, Bangkok. 758 p.

Levine, N.D., R.S. Bray, V. Ivens and A.E. Gunders. 1959. On parasitic protozoa of Liberia.V. coccidia of Liberian rodents. Journal of Protozoology. 6: 215-222.

Lezama-Gutiérrez , R., A. Trujilo-De la Luz, J. Molina-Ochoa, O. Rebolledo-Dominguez, A.R. Pescador, M. López-Edwards and M. Aluja. 2000. Virulence of Metarhizium anisopliae (Deuteromycotina: Hyphomycetes) on Anastrepha ludens (Diptera: Tephritidae): Laboratory and Field Trials. J. Econ. Entomol. 93: 1080-1084.

Lezama-Gutiérrez, R., A. Trujillo-de la Luz, J. MolinaOchoa, O. Rebolledo-Domínguez, A. R. Pescador, M. López-Edwards, and M. Aluja. 2000. Virulence of Metarhizium anisopliae (Deuteromycotina: Hyphomycetes) on Anastrepha ludens (Diptera: Tephritidae): Laboratory and field trials. J. Econ. Entomol. 93: 1080-1084.

Logan, N.A. and P. De Vos. 2009. Genus I. Bacillus, pp. 21-128. In: P. De Vos, G. Garrity, D. Jones, N.R. Krieg, W. Ludwig, F.A. Rainey, K.-H. Schleifer and W. Whitman, eds. Bergey's Manual of Systematic Bacteriology Second Edition Volume Three The Firmicutes. Springer, New York.

ลิขสิทธิ์กรมวิทยาศาสตร์

Lopes, L.P., A.G. Oliveira., J.P.O. Beranger., C.G. Góis1, F.C.S. Vasconcellos., J.A.B. San Martin., C.G.T.J. Andrade., J.C.P. Mello. and G. Andrade. 2012. Activity of extracellular compounds of Pseudomonas sp. against Xanthomonas axonopodis in vitro and bacterial leaf blight in eucalyptus. Tropical Plant Pathology, 37(4): 233-238.

Macova, A. 2013. Systemstics of Apicomplexa parasites and coevolution with definitive and intermediate hosts. Master thesis faculty of science. University of South Bohemia.

Mahmood, R., M.N. Aslam, G.S. Solangi and A. Samad. 2011. Historical perspective and achievements in biological management of cotton mealy bug Phenacoccus solenopsis Tinsley in Pakistan. [Online]. Available. https://www.icac.org/tis/regional_ networks/asian networks/meeting_5/documents/ papers/MahmoodR.pdf. (May 20, 2014).

Maketon, M., P. Orosz-Coghlan. D. Hotaga. 2008. Field evalution of Metschnikoff (Metarhizium anisopliae) Sorokin in controlling cotton jassid (Amrasca biguttula biguttula) in Aubergine (Solanum aculeatissimum). Int. J. Agri. Biol., Vol. 10, No. 1, pp. 47-51.

Marchesi, J. R., Sato, T., Weightman, A. J., Martin, T. A., Fry, J. C., Hiom, S. J., Wade, W. G., 1998. Design and Evaluation of Useful Bacterium-Specific PCR Primers That Amplify Genes Coding for Bacterial 16S rRNA. Applied and environmental microbiology. 64(2): 795-799

Martin, J. P. 1950. Use of Acid, Rose Bengal, and Streptomycin in the Plate Method for Estimating Soil Fungi. Soil Science 69: 215-232.

Mathew Jame DeBacco. 2007. Compost Tea and Milk to Suppress Powdery Mildew (Podosphaera xanthii) (Thesis).University of Connecticut USA. (ออนไลน์) available online at: WWW.digitalcommons.uconn.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1146&context .

Mayer, A., H. Anke, and O. Sterner. 1997. Omphalotin, a new cyclic peptide with potent nematicidal activity from Omphalotus olearius I. fermentation and biological activity. Natural Product Letters 10: 25-32.

McAllister, C.T. and J.E. Kessler. 2002. Coccidian parasites (Apicomplexa: Eimeriidae) of select rodents of Western and Southwestern Arkansas and Northeastern Texas. Journal of the Arkansas Academy of Science. 56: 235-238.

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

McAllister, C.T., S.T. Upton, J.V. Planz and T.S. DeWalt. 1991. New host and locality records of coccidian (Apicomplexa: Eimeriidae) from rodent in the Southwestern and Western United state. Journal of Parasitology. 77: 1016-1019.

Mead, F. W. 2001. Big-Eyed Bugs, Geocoris spp. (Insecta : Hemiptera Lygaeidae). Available Source : http:// entomology. Ifas. Ufl. / creatures. December 16, 2013.

Meisaku Koizumi, Maitree Prommintara, Nualchan Deema and Duangchai Choopanya.1994. Phytopathological Studies on Citrus Greening Disease in Thailand. Under the cooperation research program between Thailand and Japan. Plant Pathplogy and Microbiology Division, Department of Agriculture, Ministry of Agriculture and Cooperatives, Thailand.

Mejías, D. Z., P. E. Hanson and P. Starý.2010. Survey of the aphid parasitoids (Hymenoptera: Braconidae: Aphidiinae) of Costa Rica with information on their aphid (Hemiptera: Aphidoidea): plant associations. Available:http://www.hindawi.com/journals/psyche/2010/278643/. Accessed Apr..26, 2014.

Mesfin, G.M., J.E. Bellamy and P.H. Stockdale. 1978. The pathological changes caused by Eimeria falciformis var. pragensis in mice. Canadian Journal of Comparative Medicine 42: 496 – 510.

Milhau, B., B. Mistiaen, D. Brice, J.M. Degardin, C. Derycke, H. Hou, J.C. Rohart, D. Vachard and X. Hou. 1997. Comparative faunal content of Strunian(Devonian) between Etaoucum(Guilin, Guangxi, South China) and the stratotype area (Etroeungt, Avesnois, North of France). Proceedings of 30th International Geological Congress, Vol. 12, Beijing, Chian. pp. 79-94.

Milner, R. 2000. Locast and Grasshopper Biocontrol Committee Newsletter, Issue 2. Camberra, CSIRO.

Mirik, M.; Aysan, Y. and Cinar, O. 2008. Biological control of bacterial spot disease of pepper with Bacillus Strains. Turk. J. Agric. 32: 381-390.

Mitchele, B. 2007. Rapid evaluation and screening of Arachis pintoi contributions to soil nitrate and select soil quality characteristics as a living mulch system. M. Sc. Thesis. College of Tropical Agriculture and Human Resources, University of Hawaii at Manoa.

Miyakawa T., YamaGuchi A. (edited). 1981. Citrus Diseases in Japan. Japan Plant Protection Association. Komagome, Toshima, Tokyo, Japan.

Molloy, D. P., Mayer, D. A., Gaylo, M. J., Morse, J. T., Presti, K. T., Sawyko, P. M., Karatayev, A. Y., Burlakova, L. E., Laruelle, F., Nishikawa, K. C., and Griffin, B. H. 2013. Pseudomonas fluorescens strain CL145A – A Biopesticide for the Control of Zebra and Quagga Mussels (Bivalvia: Dreissenidae). Journal of Invertebrate Pathology 113: 104–114.

Monteiro, L., R.D.L.R. Mariano. and A.M. Souto-Maior. 2005. Antagonism of Bacillus spp. against Xanthomonas campestris pv. campestris. Brazilian Archives of Biology and Technology, 48(1): 23-29.

Mossler M. A. and O. N. Nesheim.2005. Florida Crop/Pest Management Profile: Squash. Electronic Data Information Source of UF/IFAS Extension (EDIS).CIR 1265. February, 3, 2005. Available Source : http://edis.ifas.ufl.edu/hs321

MostafaFatma A.M., A.E. Khalil, E.l. Nour, A.H. Deen Ibrahim and S. Dina. 2014. Induction of Systemic Resistance in Sugar- Beet against Root-Knot Nematode with Commercial Products. J Plant PatholMicrob 2014, 5:3 J Plant PatholMicrob 5:2157-7471.

Muazu, A., A.A. Masdooq, J. Ngbede. A.E. Salihu, G. Haruna, A.K. Habu, M.N. Sati and H. Jamilu. 2008. Prevalence and Identification of species of Eimeria causing coccidiosis in poultry within Vom , Plateau state , Nigeria. International journal of poultry science 7: 917-918.

Muller, H., R. Further, H. Zahner, and D. M. Rast. 1981. Effect of nikkomycin Z, nikkomycin X andpolyoxin A on chitosomal chitin synthetase. Arch. Microbiol. 130:195–197.

Muniappan, R. 2011. Recent invasive hemipterans and their biological control in Asia. [Online]. Available. http://www.icac.org/tis/regional_networks/asian_network/meeting_5/documents/papers/PapMuniappanR.pdf (May 20, 2014)

Murerwa, P., P.F. Arama, A.W. Kamau and N.K. Maniania. 2014. Pathogenicity of Fungal Isolates of Metarhizium anisopliae (Metschnikoff) and Beauveria bassiana (Balsamo) against Aphids Rhopalosiphum padi (Linnaeus) และ Metopolophium dirhodum (Walker). ISSN No. 2073 – 8277. Egerton J. Sci. & Technol. Volume 14: 105 – 119.

Murphy, J.F., Zehnder, G.W., Schuster, D.J., Sikora, E.J., Polston, J.E., J.W. Kloepper. 2000. Plant growth-promoting rhizobacterial mediated protection in tomato against Tomato mottle virus. Plant Disease 84: 779-784.

Naik, M.K., H. M. Madhukar and G. S. Devika Rani. 2009. Evaluation of biocontrol efficacy of Trichoderma isolatttes and methods of its application against wilt of chilli (Capcicum annuum L.) caused by Fusarium solani (Mart) Sacc. Journal of Biological Control 23(1): 31-36.

Nakano, M. M., Marahiel, M. A. and P. Zuber. 1988. Identification of a genetic locus required for biosynthesis of the lipopeptide antibiotic surfactin in Bacillus subtilis. J Bacteriol170: 5662–5668.

Nault, L. R. 1997. Arthropod transmission of plant viruses-a new synthesis.Ann. Entomol. Soc. Am. 90: 521-541.

Neeratanaphan, L. and Phalaraksh, C. 2008. Water quality and heavy metals contamination in sediment and edible mollusks at Bueng Jode reservoir, Khon Kaen province. KKU Res J. 13(2): 197-207.

Nermut, J., Puza, V., Mekete, T. and Miracek, Z. 2016. Phasmarhabditis bonaquaense n. sp. (Nematoda: Rhabditidae), a new slug-parasitic nematode from the Czech Republic. Zootaxa 4179(3): 530–546.

Nguyen, F., Starosta, A. L., Arenz, S., Sohmen, D., Donhofer, A., and Wilson, D. N. 2014. Tetracycline antibiotics and resistance mechanisms. Biol. Chem. 395(5): 559–575

Nigon, V. and Dougherty, E. C. 1949. Reproductive patterns and attempts at reciprocal crossing of Rhabditis elegans Maupas, 1900, and Rhabditis briggsae Dougherty and Nigon, 1949 (Nematoda : Rhabditidae:). Journal of Experimental Zoology 112(3): 485-503.

Nikoo, F.S.,N. Sahebani,H. Aminian,L. Mokhtarnejadand R. Ghaderi. 2014. Induction of systemic resistance and defense-related enzymes in tomato plants using Pseudomonas fluorescens CHAO and salicylic acid against root-knot nematode Meloidogynejavanica. J Plant Protection Research 54: 383-389.

Ogedengbe, J.D., R.H. Hanner and J.R. Barta. 2011. DNA barcoding identifies Eimeria species and contributes to the phylogenetics of coccidian parasites (Eimeriorina, Apicomplexa, Alveolata). International Journal of Parasitology. 41: 843-850.

ลิขสิทธิ์กรมการข้าว

On-u-ma Ruangwong and Andsana Akarapisan.2006. Detection of Candidatus Liberibacter asiaticus causing Citrus Huanglongbing disease. Journal of Agricultural Technology, Chiang Mai University, Thailand.

P. Stary, M. Sharkey and C. Hutacharern, 2008. Aphid parasitoids sampled by malaise traps in the national parks of Thailand (Hymenoptera, Braconidae, Aphidiinae).Thai Journal of Agricultural Science.41(1-2): 37-43

Pagliaccia, D., D. Ferrin, and M.E. Stanghellini. 2007. Chemo-biological suppression of root infectingzoosporic pathogens in recirculating hydroponic systems. Plant Soil. 299: 163-179.

Park, H. K. 2006. Long-term Preservation of Bloom-forming Cyanobacteria by Cryopreservation. Algae. 21(1): 125-131

Parker, B.B. and D.W. Duszynski. 1986. Polymorphism of eimerian oocyst: a dilemma posed by working with some naturally infected hosts. Journal of Parasitology. 72: 602-604.

Pereira, A. R., McCue, C., and Gerwick, W. H., 2010. Cyanolide A, a Glycosidic Macrolide with Potent Molluscicidal Activity from the Papua new guinea Cyanobacterium Lyngbya bouillonii. National institues of health public access 73(2): 217-220.

Petcharawan, O., Mongkolpoch, K. and Belloncik, S. 2006. Establishment of cell line derived from embryonic tissue of the Diamondback moth, Plutella xylostella (L.). KMITL Sci. Tech. J. Vol. 6 : 56-66.

Pieterse, A., Malan, A. P. and Ross, J. L. 2017. Nematodes that associate with terrestrial molluscs as definitive hosts, including Phasmarhabditis hermaphrodita (Rhabditida: Rhabditidae) and its development as a biological molluscicide. Journal of Helminthology 91: 517–527.

Pirone, P.P., B.O. Dodge and H.W. Rickett. 1960. Disease and of ornamental plants. The Ronald Pres Company. New York. 511p.

Plant Protection Research and Development Office. 2559. List of insect, mite and other zoological pests of economic plant in Thailand. Bangkpk 1: 2-188

Praca, L. B., Gomes, A. C. M., Cabral, G., Martins, E. S., Sujii, E. H., &Monnerat, R. M., 2012. Endophytic colonization by Brazilian strains of Bacillus thuringiensis on cabbage seedlings grown in vitro. Biopublisher, 3: 11-19.

ศูนย์วิทยทรัพยากร

Pradhan, D.,K.A. Suri, D.K. Pradhan and P. Biswasroy. 2014. Golden heart of nature:Piper betle L.[cited.2014 April 30]. Available from: www.phytojournal.com.

Punithalingam, E. and P. Holliday. 1972. Didymella bryoniae . CMI Description of Pathogenic Fungi and bacteria. No. 332.

Rae, R. G., Robertson, J. F. and Wilson, M. J. 2009. Optimization of biological (Phasmarhabditis hermaphrodita) and chemical (iron phosphate and metaldehyde) slug control. Crop Protection 28: 765–773.

Rae, R., Verdun, C., Grewal, P. S., Robertson, J. F. and Wilson, M. J. 2007. Biological control of terrestrial molluscs using Phasmarhabditis hermaphrodita – progress and prospects. Pest Management Science 63: 1153–1164.

Rakhshani, E., Tomanovic, Ž, Stary, P., Talebi, A. A., Kavallieratos, N. G., Zamani, A. A., and Stamen-kovic, S. 2008. Distribution and diversity of wheat aphid parasitoids (Hymenoptera: Braconidae: Aphi¬diinae) in Iran. Eur. J. Entomol. 105: 863–870.

Ramana, K.V.; C. Mohandas and R. Balakrishan. 1987. Role of plant parasitic nematodes in the slow wilt diseaseComplex of black pepper)Piper nigrum L.(in Kerala. Indian Journal of Nematology 17: 225-230

Rassacifar, M., N. Hosseini, N. Haji Hasani Asl, P. Zandi A. Moradi Aghdam. 2013. Allelopathic effect of Eucalyptus globulus' essential oil on seed germination and seedling establishment of Amaranthus blitoides and Cynodon dactylon. Trakia J. Sci. 1:73-81.

Rimando, A. M., B. H. Han, J. H. Park and M. C. Cantoria. 1986. Studies on the constituents of Philippine Piper betle leaves. Arch. Pharm. Res. 9(2):93-97.

Roland,N.P and Moens,M.,2006. Plant Nematode.CABI.447p.

Romero, D., Rivera, M.E., Cazorla, F.M., de Vicente, A. and Perez-Garcia, A. 2003. Effects of mycoparasitic fungi on the Development of Sphaerotheca fusca in melon leaves. Mycological Researchs, 107: 64-67.

Ronquist, F. and Huelsenbeck, J. P. 2003. MrBayes 3: Bayesian phylogenetic inference under mixed models. Bioinformatics 19(12):1572-1574.

Roongfar, R. 1980. Study on the coccinellid, Menochilus sexmaculata (F.) (Coleoptera: Coccinellidae), and its roles as biological control agents. M.S. Thesis. KasetsartUniversity.749 p.

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัย

Rosa, W. De La, F.L. Lopez and P. Liedo. 2002. Beauveria bassiana as a pathogen of the Mexican Fruit Fly (Diptera: Tephritidae) under laboratory conditions. J. Econ. Entomol. 95: 36-43.

Rosa, W. DE LA, R. Alatorre, J.F. Barrera and C. Toriello. 2000. Effect of Beauveria bassiana and Metarhizium anisopliae (Deuteromycetes) upon the coffee berry borer (Coleoptera: Scolytidae) under field conditions. J. Econ. Entomol. 93: 1409-1414.

S.ShahzadAli,SherAhmad,S.SohailAhmed,HumaRizwana,SaimaSiddiqui,S.Shahbaz and Irshad Ali Rattar.2016. Effect of Biopesticides Against Sucking Insect Pests of brinjal crop Under Fild Condition. Journal of Basic & Application Sciences.Vol.12(2016). pp. 41-49.

Saengnak, V., C. Chaisiri and S. Nalumpang. 2013. Antagonistic Streptomyces species can protect chili plant against wilt disease caused by Fusarium. Journal of Agriculture Technology 9(7): 1895-1908.

Sahito, H.A., G.H. Abro, T.S. Syed, S.A. Memon, B. Mal and S. Kaler. 2011. Screening of Pesticides against Cotton Mealybug Phenacoccus solenopsis Tinley and its Natural Enemies on Cotton Crop. Inter. Res. J. Biochem. Bioinf. 1(9): 232-236.

Saitou, N. and Nei, M. 1987. The neighbor-joining method: a new method for reconstructing phylogenetic trees. Molecular Biology and Evolution 4(4): 406-425.

Saksirirat, W., N. Sanoamuang, K. Thomma, J. Kamkajorn, S. Komain, and S. Saepaisan. 2003. A new record of luminesecent mushroom (Omphalotus sp.) in Thailand and studies on its cultivation and application. Pp.251-257 in: Proceeding of Medicinal Mushroom & Biodiversity and Bioactive compound. BIOTEC, PEACH pattaya, Chon Buri, Thailand.

Salerno, C. M. and Sagador, M. A. 2003. Short communication: Antagonistic activity by Bacillus subtilis againts Xanthomonas campestris pv. glycines under controlled condition. Spanish J. of Agric. Res. 1(2) : 55-58.

Sallam, A., and El-Wakeil, N. 2012. Biologicaland Ecological Studies on Land Snails and Their Control, Integrated Pest Management and Pest Control - Current and Future Tactics. Soloneski, S. Editor. InTech.

Sambrook J., E.F. Fritsch and T. Maniatis. 1989. Molecular cloning: A laboratory manual. Cold spring habor: Cold spring habor lab. 256 p.

Sarfraz, M., Keddie, A.B. and Dosdall, L., 2005. Biological control of the diamondback moth, Plutella xylostella: A review. Biocontrol Science and Technology, 15 : 763-789.

Sasaji, H. 1971. Fauna Japonica, Coccinellidae (Insecta: Coleoptera). Academic Press of Japan, Tokyo, Japan. 340 pp.

Sastiya, R., R. K. Ahirwar, S. Chouhan, N. K. Jain and S. M. A. Naqvi. 2016. Biological control of chilli fusarium wilt caused by Fusarium oxysporum. International Journal of Innovative Science, Engineering & Technology 3(4): 581-585.

Schaad, N.W., J.B. Jones and W. Chun. 2001. Laboratory Guide for Identification of Plant Pathogenic Bacteria. APS Press, Minnessota, USA. 373 p.

Schiffbauer, J. 2009. Anetome helena (Merder, 1847) – the assassin snail. Arthropoda. 17(1): 60-65.

Schubert, T.S. and J.W. Miller. 1999. Bacterial Citrus Canker. Florida Department of Agriculture and Consumer Services.

Shahid, M.R., M.J. Arif, M.D. Gogi, and M.S. Iqbal. 2014. Relative Food Preference of Phenacoccus solenopsis Tinley (Hemiptera: Pseudococcidae) to Different Host Plant Species in Punjab, Pakistan. Res. Plant. Sci. 2(2): 42-44.

Shelton, A.M. and Talekar. N.S. 1993. Biology,ecology, and management of the diamondback moth. Ann. Rev. Entomol., 38: 275–301.

Shelton, A.M., J.L. Robertson, J.D. Tang, C. Perez, S.D. Eigenbrode, H.K. Preisler, W.T. Wilsey and R.J. Cooley. 1993. Resistance of diamondback moth (Lepidoptera: Plutellidae) to Bacillus thuringiensis subspecies in the field. J. Econ. Entomol. 86, 697-705.

Shi, M.Q., Huther , S. , Burkhard , E. and Zahner , H. 2000. Immunity in rats against Eimeria separate : oocyst excretion, effects on endogenous stages and local tissue response after primary and challenge infections. Institute of Parasitology. 86: 891-895.

Siddiqui,I.A and Shaukat,S.S.2003.Endophytic bacteria prospects and opportunities for the biological control of plant parasitic nematodes. Nematologia Mediterranae 31:111-120.

Singh, H.P., D.R. Batish and R.K. Kohli. 2002. Allelopathic effect of two volatile monoterpenes against bill goat weed(Ageratum conyzoides L.). Crop Protection 21(4):347-350.

Skidmore, A.M., and C.H. Dickinson. 1976. Colony interactions and hyphal interference between Septoria nodorum and Phylloplane fungi. Transactions of the British Mycological Society 66: 57 64.

Slapeta, J.R., D. Modry, J. Votypka, M. Jirku, M. Obornik, J. Lukes and B. Koudela. 2001. Eimeria telekii n.sp. (Apicomplexa: Coccidia) from Lemniscomys striatus (Rodentia: Muridae): morphology, pathology and phylogeny. Parasitology. 122: 133-143.

Smid, G.R. 2009. Biological control of harmful snails in aquaria using keong penumbuh: Anetome helena or Clea Helena. Aquarium (Hilversum). 79(2): 22-25.

Srinon, W., K. Chuncheen, K. Jirattiwarutkul, K. Soytong and S. Kanokmedhakul. 2006. Efficacies of antagonistic fungi against Fusarium wilt disease of cucumber and tomato and the assay of its enzyme activity. Journal of Agricultural Technology 2(2): 191-201.

Stall, R.E., Loschke, D.C. and Jones, J.B. 1986. Linkage of copper resistance and avirulence loci on a self-transmissable plasmid in Xanthomonas campestris pv. vesicataria. Phytopathology. 76 : 240-243.

Steinhaus, E.A. 1949. Principles of Insect Pathology. McGraw-Hill Book, New York.

Stoessl, A., Cole, R. J., Abramowski, Z., Lester, H. H., and Towers, G. H. N. 1989. Some Biological Properties of Traversianal, a Strongly Molluscicidal Diterpenoid Aldehyde from Cercospora traversiana. Mycopathologia 106: 41-46.

Sudisha, J., S. R. Niranjana, S. Umesha, H. S. Prakash and H. Shekar Shetty. 2005. Transmission of seed- borne infection of muskmelon by Didymella bryoniae and effect of seed treatment on disease incidence and fruit yield. Biological Control, Vol.37 Issue 2, May. P 196-205.

Sundheim, L. 1982. Control of cucumber powdery mildew by the hyperparasite Ampelomyces quisqualis and fungicides. Plant Pathology, 31: 209-214.

Suryanto, D., S. Patonah and E. Munir. 2010. Control of fusarium wilt of chili with chitinolytic bacteria. HAYATI Journal of Biosciences 17(1): 5-8.

Suslow, T.U. 1982. Role of root-colonizing bacteria in plant growth. Phytopathogenic Prokaryotes 1: 187-223.

Svedelius, G. 1990. Effect of environmental factors and leaf age on growth and infectivity of Didymella bryoniae . Mycological Research. P 885-889.

Swan, D. G., A. M. Rodriguez, C. Vilches, C. Mendez, and J. A. Salas.1994. Characterisation of a Streptomyces antibioticusgene encoding a type I polyketide synthase which has an unusual coding sequence. Mol. Gen.Genet. 242,358–362.

Sweet II, M. H. 2000. Economic importance of predation big-eyed bugs (Geocoridae). In Heteroptera of economic importance. Schaefer, C. W. and A. R. Panizzi (eds.) pp. 713-724. CRCPress, New York.

Swofford, D.L. 2003. PAUP*. Phylogenetic Analysis Using Parsimony (*and Other Methods). V4.

Tabashnik, B.E., J.M. Schwartz, N. Finson and M.W. Johnson. 1992. Inheritance of resistance to Bacillus thuringiensis in diamondback moth (Lepidoptera: Plutellidae). J. Econ. Entomol., 85: 1046–1055.

Tabashnik, B.E., N.L. Cushing, N. Finson and M.W. Johnson.1990. Field development of resistance to Bacillus thuringiensis in diamondback moth (Lepidoptera: Plutellidae). J. Econ. Entomol. 83: 1671-1676.

Tachibana, M. and Kaneko, A., 1988. Retinal bipolar cells receive negative feedback input fromGABAergicamacrine cells. Visual Neuroscience, 1:297-305.

Tamura, K., D. Peterson, N. Peterson, G. Stecher, M. Nei and S. Kumar. 2013. MEGA6: Molecular evolutionary genetics analysis (MEGA) software version 6. Molecular Biology and Evolution. 24: 1596-1599.

Tamura, K., Peterson, D., Peterson, N., Stecher, G., Nei, M. and Kumar, S. 2011. MEGA5: Molecular evolutionary genetics analysis using maximum likelihood, evolutionary distance, and maximum parsimony methods. Molecular biology and evolution 28: 2731-2739.

Tanada, Y and H.K. Kaya. 1993. Insect pathology. Academic press, Inc. 666 p.

Tandingan De Ley, I., Holovachov, O., McDonnell, R. J., Bert, W., Paine, T. D. and De Ley, P. 2016. Description of Phasmarhabditis californica n. sp. and first report of P. papillosa (Nematoda: Rhabditidae) from invasive slugs in the USA. Nematology 18(2): 175-193.

Tauben, M.J. and Tauben, C.A. 1993. Adaptation to temporal variation in habitata: categorizing, predicting and influencing their evolution in agro ecosystems In: Evolution of insect pest. Pp 103-127. John Wiley&Sons. NY.

Tesana, S. 2002. Diversity of mollusks in The Lam Ta Khong reservoir, Nakhon Ratchasima, Thailand. Southeast Asian J Trop Med Public Health. 33(4): 733-738.

Thomas, A. Z.,Donald, L. H. and Claude E. T. 1996. Compendium of Cucurbit Diseases. The American Phytopathological Society.St. Paul, Minnesota, USA. 87 p.

Thomas, M.B., J. Klass and S. Blanford. 2000. The year of the lacast. Pest. Outlook 11, 192-195.

Thompson, A. 1959. Phytophthora palmivora Butl. A parasite of orchids in Singapore. Malayan. Agr. J. 42: 83-92.

Thorne,G.1961.Principles of nematology.McGraw-HillBook Company,New York,NY.

Tom, K. and S. Norm. 1999. Gummy Stem Blight (GSB) of Cucurbits. Plant Pathology Fact Sheet. PP-27.

Uchida, J. Y. 1994. Diseases of Orchids in Hawaii. Plant Disease. 78: 220-224.

Uchida, J. Y. 1999. Diseases Caused by fugal pathogens, pp. 10. In.Leonhardt, K. and Kelvin (eds.). Growing Dendrobium orchids in Hawaii, production and pest management guide. CTAHR, Hawaii.

Umezawa, H., Maeda, K., Takeuchi, T. and Y. Okami. 1966. New antibiotics, bleomycin A and B. J. Antibiot. (Tokyo) 19, 200-209.

Upton, S.J., C.T. McAllister, D.B. Brillhart, D.W. Duszynski and C.W. wash. 1992. Cross-transmission studies with Eimeria arizonensis-like oocysts (Apicomplexa) in new world rodents of the genera Baiomys, Neotoma, Onychomys, Peromyscus and Reithrodontomys (Muridae). Journal of Parasitology. 78: 406-413.

Vallad, G. E., and Goodman, R. M. 2004. Systemic acquired resistance and induced systemic resistance in conventional agriculture: review and interpretation. Crop Sci. 44:1920-1934.

Van Lenteren. 2003. Quality control and production of biological control agents' laboratory of entomology Netherland.

Vega-Aquino, P., S. Sanchez-Pena and C.A.Blanco. 2010. Activity of oil-formulated conidia of the fungal entomopathogens Nomuraea rileyi and Isaria tenuipes against lepidopterous larvae. J. Invertebr. Pathol. 103: 145 – 149.

Volcy , C (2011) Past and present of the nematode Radopholus similis (Cobb) Thorne with emphasis on Musa: a review, Agron. Colomb. 29(3)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

Wagner Bettiol, Angelo Garibaldi and Quirico Migheli. 1997. Bacillus subtilis for the control powdery mildew on Cucumber and Zucchini Squash. Bragantia. Vol 56 n.2 Available from: http: //www.scielo.br/scielo.php

Wang, Y.P., S.A. Wu and R.Z. Zhang. 2009. Pest risk analysis of a new invasive pest, Phenacoccus solenopsis to China. Chinese Bull. Entomol. 46: 101-106.

Warcup, J.H. 1951. Soil-steaming: a selective method for the isolation of Ascomycetes from soil. Transactions of the British Mycological Society 34: 515-518.

Warcup, J.H. and K.F. Baker. 1963. Occurrence of dormant ascospores in soil. Nature 197: 1317-1318.

Wheeler, B.E.L. 1969. An Introduction to Plant Diseases. John Wiley and Sons Ltd., London, United Kindom P. 301. PMid:5787744.

Williams ST, Goodfellow M and G. Alderson. 1989. Genus Streptomyces Waksman and Henrici 1943, 339AL. In: Williams ST, Sharpe ME, Holt JG (eds.) Bergey's Manual of Systematic Bacteriology, Vol. 4, Williams and Wilkins, Baltimore, 2452-2492.

Williams, A. J. and Rae, R. 2015. Susceptibility of the Giant African snail (Achatina fulica) exposed to the gastropod parasitic nematode Phasmarhabditis hermaphrodita.

Williams, D.J. 2004. Mealybugs of southern Asia. United Selangor Press Sdn. Bhd., Kuala Lumpur. 896 pp.

Wilson, M. J. 2012. Chapter XIII Pathogens and Parasitesof Terrestrial Molluscs. In Manual of Techniques in Invertebrate Pathology. Elsevier.

Wilson, M. J., Glen, D. M. and George, S. K. 1993. The rhabditid nematode Phasmarhabditis hermaphrodita as a potential biological control agent for slugs. Biocontrol Science and Technology 3(4) 503-511.

Wongwilikhit, S., K. Ukoskit, M. Mingmuang, A. Thongpan and V. SomSook. 2008. A rapid detection and identification of Thai Nucleopolyhedrovirus using PCR-based typing. In International seminar : Bio Agricultural Input for Sustainable Agriculture Prospects and Challenges. July 1-2, Medan, Indonesia.

Wraight, S.P., M.A. Jackson and S.L. de Kock. 2001. Production, stabilization and formation of fungal biocontrol agents, pp 253-287. In T.M. Butt, C. Jackson and N. Magan (eds.). Fungi an biocontrol agents progress, problems and potential. CABI publishing. 390 p.

ศูนย์วิทยทรัพยากร

Wulff, E.G., C.M. Mguni., C.N. Mortensen., C.L. Keswani. and J. Hockenhull. 2002. Biological control of black rot Xanthomonas campestris pv. campestris of brassicas with an antagonistic strain of Bacillus subtilis in Zimbabwe. European Journal of Plant Pathology, 108(4): 317-325.

Xing, Y. T. and Dai, J. R. 2015. Streptomyces subrutilus capable of generatingmolluscicide active substance and applicationthereof. Patent no. CN104531557A (in Chinese).

Xing, Y. T., Dai, J. R., Liang, Y. C., Qu, G. L., Wang, W., Xu., Y. and Chen, Y. 2015. Strain of Streptomyces nigrogriseolus capableof generating molluscicidal active substanceand application of Streptomycesnigrogriseolus. Patent no. CN104388362A (in Chinese).

Yazdani S.S., M.L. Agarwal. 1997. Elements of insect ecology. Narosa Publishing House.New Delhi.

Yehm, J.T., S.P.Y. Hsieh, and P.J. Ann. 1998. Physiological and morphological characteristics of Phytophthora palmivora causing black rot of Cattleya in Taiwan. Plant Pathol. Bull. 7: 85-93.

Zeriouh, H., D. Romero., L.G Gutiérrez., F.M. Cazorla., A.d. Vicente. and A.P. García. 2011. The Iturin-like Lipopeptides Are Essential Components in the Biological Control Arsenal of Bacillus subtilis Against Bacterial Diseases of Cucurbits. International Society for Molecular Plant-Microbe Interactions, 24(12): 1540-1552.

Zhang Muqing ,Charles A. Powell, Ying Guo, Melissa S. Doud and Yougping Duan.2012. A graft-Based Chemotherapy Method for Screening Effective Molecules and Rescuing Huanlongbing-Affected Citrus plants.phytopathology 102:567-574.

Zhang Muqing, Charles A Powell, Ying Guo, Lesley Benyon and Yongping Duan.2013.Charaterization of the microbial community structure in Candidatus Liberibacter asiaticus-infected citrus plant treated with antibiotics in the field. BMC Microbiology.13:112.

Zhang, G-M., Wu, Y., Pi, Z-J., Zhuang Y-H. 2005. Isolation of molluscicide microorganisms and activity study on snail killing and bacteria inhibition.Environmental science and technology 2005-04 (in Chinese).

ศูนย์วิทยทรัพยากร

Zhao, X. and D.W. Duszynski. 2001. Phylogenetic relationships among rodent Eimeria species determined by plastid ORF470 and nuclear 18S rDNA sequences. International Journal for Parasitology 31: 715 – 719.

Zimmerman, G. (1998) Suggestions for a standardised method for reisolation of entomopathogenic fungi from soil using the bait method (G. Zimmermann, J. Appl. Ent. 102,213-215, 1986). IOBC/WPRS Bulletin, Insect pathogens and insect parasitic nematodes, 21, 289.

กรมวิชาการเกษตร