



รายงานฉบับสมบูรณ์ (Final Report)

โครงการวิจัยสารชีวภัณฑ์และสารทดแทนสารเคมีเกษตร
เพื่อการเพาะปลูกพืชที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อมบนพื้นที่สูง

Research of Agricultural Bio-substances and Chemical Substitutions
for Environmental-Friendly Cultivation on Highland

แผนงานวิจัยและพัฒนาเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตทางการเกษตรบนพื้นที่สูง

โดย
สุมาลี เม่นสิน และคณะ

สถาบันวิจัยและพัฒนาพื้นที่สูง (องค์การมหาชน)

ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2564

รายงานฉบับสมบูรณ์
(Final Report)

โครงการวิจัยสารชีวภัณฑ์และสารทดแทนสารเคมีเกษตร
เพื่อการเพาะปลูกพืชที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อมบนพื้นที่สูง

Research of Agricultural Bio-substances and Chemical Substitutions
for Environmental-Friendly Cultivation on Highland

แผนงานวิจัยและพัฒนาเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตทางการเกษตรบนพื้นที่สูง

คณะผู้วิจัย

สังกัด

- | | |
|-----------------------------|--|
| 1. นางสาวสุมาลี เม่นสิน | สถาบันวิจัยและพัฒนาพื้นที่สูง (องค์การมหาชน) |
| 2. นายทวีวัฒน์ บุญคาน | สถาบันวิจัยและพัฒนาพื้นที่สูง (องค์การมหาชน) |
| 3. นางสาววิจิตรา บุรุษภักดี | สถาบันวิจัยและพัฒนาพื้นที่สูง (องค์การมหาชน) |
| 4. นางสาววรารักษ์ พรหมศรี | สถาบันวิจัยและพัฒนาพื้นที่สูง (องค์การมหาชน) |

กันยายน 2564

กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัยขอขอบคุณ สถาบันวิจัยและพัฒนาพื้นที่สูง (องค์การมหาชน) ที่ให้การสนับสนุนทุนวิจัยในปีงบประมาณ พ.ศ. 2564 และขอขอบคุณบุคลากรร่วมงานวิจัยจากมูลนิธิโครงการหลวง ได้แก่ สถานีวิจัยพัฒนาโครงการหลวงแม่หลองด ศูนย์พัฒนาโครงการหลวงแม่เฒ่ สถานีวิจัยเกษตรหลวงอินทนนท์ โครงการพัฒนาพื้นที่สูงแบบโครงการหลวงป่าแป๋ โครงการพัฒนาพื้นที่สูงแบบโครงการหลวงป่ากล้วย ที่อำนวยความสะดวกในการวิจัยครั้งนี้ และขอขอบคุณเกษตรกรผู้ร่วมงานวิจัยทุกคนที่ให้ความร่วมมือเป็นอย่างดี

หวังเป็นอย่างยิ่งว่าผลการวิจัยสารชีวภัณฑ์และสารทดแทนสารเคมีสำหรับการปลูกพืชเศรษฐกิจบนพื้นที่สูงนี้จะเป็นประโยชน์ต่อเกษตรกรและผู้เกี่ยวข้อง ตลอดจนช่วยลดปริมาณการใช้สารเคมีเกษตรชนิดสำคัญที่มีรายงานการใช้สูงและมีความเป็นพิษรุนแรงต่อสุขภาพเกษตรกรและผู้บริโภค รวมถึงการปนเปื้อนลงแหล่งน้ำธรรมชาติและดินบริเวณแปลงปลูกพืช

กันยายน 2564

คณะผู้วิจัย

คณะผู้วิจัย

1. หัวหน้าโครงการ

ชื่อ-สกุล	นางสาวสุมาลี เม่นสิน
ชื่อ-สกุล	Miss Sumalee Mensin
คุณวุฒิ	วิทยาศาสตร์ดุขภักดิ์ (โรคพืช)
ตำแหน่ง	นักวิจัย
หน่วยงาน	สำนักวิจัย สถาบันวิจัยและพัฒนาพื้นที่สูง (องค์การมหาชน)
ที่อยู่	65 หมู่ 1 ต.สุเทพ อ.เมือง จ.เชียงใหม่ 50200
โทรศัพท์/โทรสาร	053-328496-8 ต่อ 3402 / 053-328494
E-mail	linly317@gmail.com

2. เจ้าหน้าที่โครงการ

2.1 ชื่อ-สกุล	นายกรวิวัฒน์ บุญคาน
ชื่อ-สกุล	Mr. Kaweewat Bunkan
คุณวุฒิ	วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (เทคโนโลยีชีวภาพ)
ตำแหน่ง	เจ้าหน้าที่โครงการ
หน่วยงาน	สำนักวิจัย สถาบันวิจัยและพัฒนาพื้นที่สูง (องค์การมหาชน)
ที่อยู่	65 หมู่ 1 ต.สุเทพ อ.เมือง จ.เชียงใหม่ 50200
โทรศัพท์/โทรสาร	053-328496-8 ต่อ 3209 / 053-328494
E-mail	kaweewat_plug@hotmail.com

2.2 ชื่อ-สกุล	นางสาววิจิตรา บุรุษภักดี
ชื่อ-สกุล	Miss Wijitra Burutpukdee
คุณวุฒิ	วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (ส่งเสริมการเกษตร)
ตำแหน่ง	เจ้าหน้าที่โครงการ
หน่วยงาน	สำนักวิจัย สถาบันวิจัยและพัฒนาพื้นที่สูง (องค์การมหาชน)
ที่อยู่	65 หมู่ 1 ต.สุเทพ อ.เมือง จ.เชียงใหม่ 50200
โทรศัพท์/โทรสาร	053-328496-8 ต่อ 3209 / 053-328494
E-mail	wijitra0301@gmail.com

2.3 ชื่อ-สกุล	นางสาววราภรณ์ พรหมศร
ชื่อ-สกุล	Miss Warapron Promsorn
คุณวุฒิ	วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต (ส่งเสริมการเกษตร)
ตำแหน่ง	เจ้าหน้าที่โครงการ
หน่วยงาน	สำนักวิจัย สถาบันวิจัยและพัฒนาพื้นที่สูง (องค์การมหาชน)
ที่อยู่	65 หมู่ 1 ต.สุเทพ อ.เมือง จ.เชียงใหม่ 50200
โทรศัพท์/โทรสาร	053-328496-8 ต่อ 3209 / 053-328494
E-mail	pormsorn_gib711@hrdi.or.th



สารบัญ

	หน้า
กิตติกรรมประกาศ	ก
คณะผู้วิจัย	ข
สารบัญ	ง
สารบัญตาราง	ฉ
สารบัญภาพ	ฎ
บทคัดย่อ	ณ
Abstract	ถ
บทที่ 1 บทนำ	
1.1 ที่มาและความสำคัญของปัญหา	1
1.2 วัตถุประสงค์	2
1.3 ผลสัมฤทธิ์ของโครงการ	2
1.4 ขอบเขตของการศึกษา	3
บทที่ 2 การตรวจเอกสาร	
2.1 ขั้นตอนการวิจัยและพัฒนาสารชีวภัณฑ์ป้องกันกำจัดศัตรูพืช	5
2.2 ตัวอย่างงานวิจัย	5
บทที่ 3 วิธีการวิจัย	
3.1 การปรับปรุงรูปแบบสารชีวภัณฑ์ป้องกันกำจัดศัตรูพืชสำคัญบนพื้นที่สูงสำหรับการผลิต ในโรงงาน	19
3.2 การเพิ่มประสิทธิภาพและอายุการเก็บรักษาดันแบบผลิตภัณฑ์ชีวภาพกำจัดวัชพืชชนิด สำคัญบนพื้นที่สูง	24
3.3 การทดสอบประสิทธิภาพต้นแบบชีวภัณฑ์สูตรสำเร็จที่มีฤทธิ์ในการควบคุมโรคทางดิน และเพิ่มผลผลิตพืชบนพื้นที่สูง	25
3.4 การประเมินประสิทธิภาพผลิตภัณฑ์ทดแทนสารเคมีเกษตรจากผลงานวิจัยที่ผลิตจากพืช ท้องถิ่นและสายพันธุ์จุลินทรีย์ปฏิบัติบนพื้นที่สูง	26
3.5 สถานที่ดำเนินงานวิจัย	30

	หน้า
บทที่ 4 ผลการวิจัย	
4.1 การปรับปรุงรูปแบบสารชีวภัณฑ์ป้องกันกำจัดศัตรูพืชสำคัญบนพื้นที่สูงสำหรับการผลิต ในโรงงาน	31
4.2 การเพิ่มประสิทธิภาพและอายุการเก็บรักษาดัชนีแบบผลิตภัณฑ์ชีวภาพกำจัดวัชพืชชนิด สำคัญบนพื้นที่สูง	55
4.3 การทดสอบประสิทธิภาพต้นแบบชีวภัณฑ์สูตรสำเร็จที่มีฤทธิ์ในการควบคุมโรคทางดิน และเพิ่มผลผลิตพืชบนพื้นที่สูง	73
4.4 การประเมินประสิทธิภาพผลิตภัณฑ์ทดแทนสารเคมีเกษตรจากผลงานวิจัยที่ผลิตจากพืช ท้องถิ่นและสายพันธุ์จุลินทรีย์ปฏิกิริยาบนพื้นที่สูง	91
บทที่ 5 สรุปและวิจารณ์ผลการวิจัย	110
เอกสารอ้างอิง	116
ภาคผนวก	125

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
4.1.1	ความเข้มข้นรา <i>Metarhizium anisopliae</i> ไอโซเลท 4849 และ <i>Beauveria bassiana</i> ไอโซเลท 5335 อายุ 7 วัน บนอาหาร Malt Extract Agar และเปอร์เซ็นต์การตายของแมลงหลังฉีดพ่นสาร	32
4.1.2	เปอร์เซ็นต์การตายของหนอนกระทู้หลังพ่นด้วยชีวภัณฑ์เชื้อรา <i>Metarhizium anisopliae</i> ไอโซเลท 4849 ในสภาพห้องปฏิบัติการ	36
4.1.3	เปอร์เซ็นต์การตายของเพลี้ยอ่อนหลังพ่นด้วยชีวภัณฑ์เชื้อรา <i>Beauveria bassiana</i> ไอโซเลท 5335 ในสภาพห้องปฏิบัติการ	37
4.1.4	เปอร์เซ็นต์ความมีชีวิตของรา <i>Metarhizium anisopliae</i> และ <i>Beauveria bassiana</i> ในชีวภัณฑ์แต่ละสูตรหลังเก็บรักษา 6 เดือน	38
4.1.5	เปอร์เซ็นต์การตายของหนอนกระทู้หลังพ่นด้วยชีวภัณฑ์รา <i>Metarhizium anisopliae</i> ไอโซเลท 4849 สูตรตำรับที่ 5 และ 8 ในสภาพห้องปฏิบัติการ	39
4.1.6	เปอร์เซ็นต์การตายของเพลี้ยอ่อนหลังพ่นด้วยชีวภัณฑ์รา <i>Beauveria bassiana</i> ไอโซเลท 5335 สูตรตำรับที่ 4 และ 8 ในสภาพห้องปฏิบัติการ	41
4.1.7	ปริมาณหัวเชื้อแอคติโนมัยซิส <i>Streptomyces</i> sp. ไอโซเลท GAR 1 ในชีวภัณฑ์แต่ละสูตรหลังเก็บรักษา ระยะ 6 เดือน	44
4.1.8	เปอร์เซ็นต์ยับยั้งการเจริญของเชื้อรา <i>Pythium aphanidermatum</i> ด้วยเชื้อแอคติโนมัยซิส <i>Streptomyces</i> sp. ไอโซเลท GAR 1 ในชีวภัณฑ์แต่ละสูตรหลังเก็บรักษา 6 เดือน	45
4.1.9	เปอร์เซ็นต์ยับยั้งการเจริญของรา <i>Pythium aphanidermatum</i> ด้วยเชื้อแอคติโนมัยซิส <i>Streptomyces</i> sp. ไอโซเลท GAR 1 ในชีวภัณฑ์แต่ละกรรมวิธี	47
4.1.10	เปอร์เซ็นต์ดัชนีการเกิดโรครากเน่าโคนเน่าของต้นกล้าคะน้าในแต่ละกรรมวิธี	50
4.1.11	เปอร์เซ็นต์การเกิดโรครากเน่าโคนเน่าของต้นกล้าคะน้า	54
4.2.1	ผลค่าความเป็นกรดต่างและการละลายน้ำของสารสกัดสะระแหน่หลังเติมสารรักษาสภาพหรือสารเพิ่มประสิทธิภาพ	56

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่		หน้า
4.2.2	ผลทดสอบประสิทธิภาพการยับยั้งการงอกและการเจริญวัชพืชผักโขม (<i>Amaranthus viridis</i>) ในระยะก่อนและหลังเมล็ดงอกระยะเวลา 7 วัน	58
4.2.3	ผลทดสอบประสิทธิภาพการยับยั้งการงอกและการเจริญวัชพืชตีนตุ๊กแก (<i>Tridax procumbens</i>) ในระยะก่อนและหลังเมล็ดงอกระยะเวลา 7 วัน	59
4.2.4	ผลทดสอบประสิทธิภาพการยับยั้งการงอกและการเจริญวัชพืชหญ้าตีนกา (<i>Eleusine indica</i>) ในระยะก่อนและหลังเมล็ดงอกระยะเวลา 7 วัน	60
4.2.5	ผลการทดสอบประสิทธิภาพสารสกัดสะระแหน่หลังเติมสารรักษาสภาพหรือสารเพิ่มประสิทธิภาพที่มีอายุการเก็บรักษา 2 เดือน ต่อวัชพืชผักโขม (<i>Amaranthus viridis</i>)	61
4.2.6	ผลการทดสอบประสิทธิภาพสารสกัดสะระแหน่หลังเติมสารรักษาสภาพหรือสารเพิ่มประสิทธิภาพที่มีอายุการเก็บรักษา 4 เดือน ต่อวัชพืชผักโขม (<i>Amaranthus viridis</i>)	62
4.2.7	ผลการทดสอบประสิทธิภาพสารสกัดสะระแหน่หลังเติมสารรักษาสภาพหรือสารเพิ่มประสิทธิภาพที่มีอายุการเก็บรักษา 6 เดือน ต่อวัชพืชผักโขม (<i>Amaranthus viridis</i>)	63
4.2.8	ผลการทดสอบประสิทธิภาพสารสกัดสะระแหน่หลังเติมสารรักษาสภาพหรือสารเพิ่มประสิทธิภาพที่มีอายุการเก็บรักษา 2 เดือน ต่อวัชพืชตีนตุ๊กแก (<i>Tridax procumbens</i>)	64
4.2.9	ผลการทดสอบประสิทธิภาพสารสกัดสะระแหน่หลังเติมสารรักษาสภาพหรือสารเพิ่มประสิทธิภาพที่มีอายุการเก็บรักษา 4 เดือน ต่อวัชพืชตีนตุ๊กแก (<i>Tridax procumbens</i>)	65
4.2.10	ผลการทดสอบประสิทธิภาพสารสกัดสะระแหน่หลังเติมสารรักษาสภาพหรือสารเพิ่มประสิทธิภาพที่มีอายุการเก็บรักษา 6 เดือน ต่อวัชพืชตีนตุ๊กแก (<i>Tridax procumbens</i>)	66
4.2.11	ผลการทดสอบประสิทธิภาพสารสกัดสะระแหน่หลังเติมสารรักษาสภาพหรือสารเพิ่มประสิทธิภาพที่มีอายุการเก็บรักษา 2 เดือน ต่อวัชพืชหญ้าตีนกา (<i>Eleusine indica</i>)	67
4.2.12	ผลการทดสอบประสิทธิภาพสารสกัดสะระแหน่หลังเติมสารรักษาสภาพหรือสารเพิ่มประสิทธิภาพที่มีอายุการเก็บรักษา 4 เดือน ต่อวัชพืชหญ้าตีนกา (<i>Eleusine indica</i>)	68

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่		หน้า
4.2.13	ผลการทดสอบประสิทธิภาพสารสกัดสะระแหน่หลังเติมสารรักษาสภาพหรือสารเพิ่มประสิทธิภาพที่มีอายุการเก็บรักษา 6 เดือน ต่อวัชพืชหญ้าตีนกา (<i>Eleusine indica</i>)	69
4.2.14	คุณสมบัติและต้นทุนการผลิตของสารสกัดสะระแหน่หลังเติมสารรักษาสภาพหรือสารเพิ่มประสิทธิภาพ	72
4.3.1	ปริมาณเชื้อแบคทีเรียปฏิปักษ์ในต้นแบบผงชีวภัณฑ์ป้องกันโรคทางดินหลังผลิตทันทีเปรียบเทียบกับร้อยละการผสมหัวเชื้อในวัสดุรองรับ	74
4.3.2	ลักษณะภายนอกของต้นแบบผงชีวภัณฑ์ป้องกันโรคทางดินที่ผลิตจากเชื้อแบคทีเรียปฏิปักษ์ 3 สายพันธุ์	75
4.3.3	สมบัติทางกายภาพและเคมีของต้นแบบผงชีวภัณฑ์ป้องกันโรคทางดินที่ผลิตจากเชื้อแบคทีเรียปฏิปักษ์ 3 สายพันธุ์	76
4.3.4	ประสิทธิภาพการยับยั้งเชื้อสาเหตุโรคทางดิน 4 ชนิด ของต้นแบบผงชีวภัณฑ์ป้องกันโรคทางดิน 4 สูตร หลังการผลิตทันทีในสภาพห้องปฏิบัติการ	78
4.3.5	ปริมาณเชื้อแบคทีเรียปฏิปักษ์ในต้นแบบผงชีวภัณฑ์ป้องกันโรคทางดินหลังการผลิต 2 เดือน เปรียบเทียบกับร้อยละการผสมหัวเชื้อในวัสดุรองรับ	79
4.3.6	ปริมาณเชื้อแบคทีเรียปฏิปักษ์ในต้นแบบผงชีวภัณฑ์ป้องกันโรคทางดินหลังการผลิต 4 เดือน เปรียบเทียบกับร้อยละการผสมหัวเชื้อในวัสดุรองรับ	79
4.3.7	ปริมาณเชื้อแบคทีเรียปฏิปักษ์ในต้นแบบผงชีวภัณฑ์ป้องกันโรคทางดินหลังการผลิต 6 เดือน เปรียบเทียบกับร้อยละการผสมหัวเชื้อในวัสดุรองรับ	80
4.3.8	ปริมาณเชื้อแบคทีเรียปฏิปักษ์ในต้นแบบผงชีวภัณฑ์ป้องกันโรคทางดินหลังการผลิต 8 เดือน เปรียบเทียบกับร้อยละการผสมหัวเชื้อในวัสดุรองรับ	81
4.3.9	ปริมาณเชื้อแบคทีเรียปฏิปักษ์ในต้นแบบผงชีวภัณฑ์ป้องกันโรคทางดินหลังการผลิต 10 เดือน เปรียบเทียบกับร้อยละการผสมหัวเชื้อในวัสดุรองรับ	81
4.3.10	ปริมาณเชื้อแบคทีเรียปฏิปักษ์ในต้นแบบผงชีวภัณฑ์ป้องกันโรคทางดินหลังการผลิต 12 เดือน เปรียบเทียบกับร้อยละการผสมหัวเชื้อในวัสดุรองรับ	82
4.3.11	ประสิทธิภาพการยับยั้งเชื้อสาเหตุโรคทางดิน 4 ชนิด ของต้นแบบผงชีวภัณฑ์ป้องกันโรคทางดิน 4 สูตร หลังการผลิต 2 เดือน ในสภาพห้องปฏิบัติการ	83

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่	หน้า
4.3.12	ประสิทธิภาพการยับยั้งเชื้อสาเหตุโรคทางดิน 4 ชนิด ของต้นแบบผงชีวภัณฑ์ป้องกันโรคทางดิน 4 สูตร หลังการผลิต 4 เดือน ในสภาพห้องปฏิบัติการ 83
4.3.13	ประสิทธิภาพการยับยั้งเชื้อสาเหตุโรคทางดิน 4 ชนิด ของต้นแบบผงชีวภัณฑ์ป้องกันโรคทางดิน 4 สูตร หลังการผลิต 6 เดือน ในสภาพห้องปฏิบัติการ 84
4.3.14	ประสิทธิภาพการยับยั้งเชื้อสาเหตุโรคทางดิน 4 ชนิด ของต้นแบบผงชีวภัณฑ์ป้องกันโรคทางดิน 4 สูตร หลังการผลิต 8 เดือน ในสภาพห้องปฏิบัติการ 84
4.3.15	ประสิทธิภาพการยับยั้งเชื้อสาเหตุโรคทางดิน 4 ชนิด ของต้นแบบผงชีวภัณฑ์ป้องกันโรคทางดิน 4 สูตร หลังการผลิต 10 เดือน ในสภาพห้องปฏิบัติการ 85
4.3.16	ประสิทธิภาพการยับยั้งเชื้อสาเหตุโรคทางดิน 4 ชนิด ของต้นแบบผงชีวภัณฑ์ป้องกันโรคทางดิน 4 สูตร หลังการผลิต 12 เดือน ในสภาพห้องปฏิบัติการ 86
4.3.17	ผลการควบคุมโรคทางดินของต้นแบบชีวภัณฑ์ผงในแปลงปลูกคะน้า ระยะ 15 วัน หลังการทดสอบ และมะเขือเทศ ระยะ 30 วัน หลังการทดสอบ 88
4.3.18	ปริมาณและคุณภาพผลิตผลที่เก็บเกี่ยวได้ ต้นทุนการใช้สาร และความผิดปกติของต้นคะน้า 90
4.3.19	ปริมาณและคุณภาพผลิตผลที่เก็บเกี่ยวได้ ต้นทุนการใช้สาร และความผิดปกติของต้นมะเขือเทศ 90
4.4.1	ประสิทธิภาพการใช้ชีวภัณฑ์ป้องกันกำจัดมอดเจาะผลกาแฟ ณ สถานีวิจัยโครงการหลวงแม่หลอด อ.แม่แตง จ.เชียงใหม่ ช่วงเดือนสิงหาคม-ธันวาคม 2563 92
4.4.2	ความเสียหายเมล็ดกาแฟระยะหลังเก็บเกี่ยวผลิตผลจากการเข้าทำลายของมอดเจาะผลกาแฟ ณ สถานีวิจัยโครงการหลวงแม่หลอด อ.แม่แตง จ.เชียงใหม่ ช่วงเดือนธันวาคม 2563 93
4.4.3	ผลการทดสอบประสิทธิภาพสารล่อดึงดูดเพลี้ยไฟของพริกหวานในแปลงเกษตรกรพื้นที่ศูนย์พัฒนาโครงการหลวงห้วยส้มบ่อ และสถานีเกษตรหลวงอินทนนท์ อ.จอมทอง จ.เชียงใหม่ 95

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่		หน้า
4.4.4	ผลทางสถิติที่ความเชื่อมั่น 95% เปรียบเทียบประสิทธิภาพระหว่างการใช้กับดัก สารล่อดึงดูดเพลี้ยไฟจากผลงานวิจัยและกับดักกาวเหนียวสีเหลืองพื้นที่ศูนย์ พัฒนาโครงการหลวงห้วยส้มป่อย	95
4.4.5	ผลทางสถิติที่ความเชื่อมั่น 95% เปรียบเทียบประสิทธิภาพระหว่างการใช้กับดัก สารล่อดึงดูดเพลี้ยไฟจากผลงานวิจัยและกับดักกาวเหนียวสีเหลืองพื้นที่สถานี เกษตรหลวงอินทนนท์	96
4.4.6	ปริมาณอาชิตินิคทั้งหมดในดินแปลงปลูกพืชของเกษตรกรเปรียบเทียบผลระยะก่อน และหลังการใส่ผงชีวภัณฑ์และสารตรึงโลหะหนักจากผลงานวิจัย ณ ศูนย์พัฒนา โครงการหลวงแม่เฒ่า อ.ฮอด จ.เชียงใหม่	98
4.4.7	ปริมาณแคดเมียมทั้งหมดในดินแปลงปลูกพืชของเกษตรกรเปรียบเทียบผลระยะก่อน และหลังการใส่ผงชีวภัณฑ์และสารตรึงโลหะหนักจากผลงานวิจัย ณ ศูนย์พัฒนา โครงการหลวงแม่เฒ่า อ.ฮอด จ.เชียงใหม่	98
4.4.8	ปริมาณอาชิตินิคทั้งหมดในปุ๋ยอินทรีย์ของเกษตรกรที่เข้าร่วมทดสอบงานวิจัยใช้เพื่อ บำรุงต้นพืช	98
4.4.9	ปริมาณอาชิตินิคทั้งหมดในส่วนของตัวอย่างใบและรากพืชหลังการทดสอบ	98
4.4.10	ปริมาณแคดเมียมทั้งหมดในส่วนของตัวอย่างใบและรากพืชหลังการทดสอบ	99
4.4.11	ต้นทุนของวัสดุรองรับหัวเชื้อแบคทีเรียปฏิปักษ์ สายพันธุ์ TChC2 ที่ใช้ผลิตชีวภัณฑ์ ป้องกันโรคผลเน่า <i>Phytophthora</i> ของเสาวรส	100
4.4.12	ปริมาณเชื้อแบคทีเรียปฏิปักษ์ในต้นแบบชีวภัณฑ์ป้องกันโรคผลเน่า <i>Phytophthora</i> ของเสาวรส หลังผลิตทันทีเปรียบเทียบร้อยละการผสมหัวเชื้อในวัสดุรองรับ	100
4.4.13	ประสิทธิภาพการยับยั้งเชื้อราสาเหตุโรคผลเน่าเสาวรสของต้นแบบชีวภัณฑ์ที่ผสม สัดส่วนหัวเชื้อ 50% โดยน้ำหนักวัสดุรองรับ หลังการผลิตทันทีในสภาพ ห้องปฏิบัติการ	102
4.4.14	ลักษณะภายนอกของต้นแบบชีวภัณฑ์ป้องกันโรคผลเน่าเสาวรสที่เกิดจากเชื้อรา <i>Phytophthora</i> sp.	103

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่		หน้า
4.4.15	สมบัติทางกายภาพและเคมีของต้นแบบชีวภัณฑ์ป้องกันโรคผลเน่าเสาวรสที่เกิดจากเชื้อรา <i>Phytophthora</i> sp.	105
4.4.16	ปริมาณการใช้ต้นแบบชีวภัณฑ์ป้องกันโรคผลเน่าเสาวรสที่เกิดจากเชื้อรา <i>Phytophthora</i> sp. ในห้องปฏิบัติการ	106



สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
4.1.1	ขั้นตอนปลูกหัวเชื้อราบนสิ่งอาศัยและการเพาะเลี้ยงราที่เจริญออกจากสิ่งอาศัย (1 รุ่น การทดสอบ)	31
4.1.2	หนอนกระตุ้ที่ตายจากการเข้าทำลายของเชื้อรา <i>M. anisopliae</i> ไอโซเลท 4849 และการเจริญของเชื้อราออกมาจากสิ่งอาศัย	33
4.1.3	ความเข้มข้นสปอร์ของรา <i>M. anisopliae</i> ไอโซเลท 4849 อายุ 7 วัน บนอาหาร MEA และเปอร์เซ็นต์การตายของหนอนกระตุ้หลังฉีดพ่นรา 5 วัน ในแต่ละรุ่นการทดสอบ	33
4.1.4	ลักษณะโคโลนีบนอาหาร MEA และสปอร์รา <i>M. anisopliae</i> ไอโซเลท 4849 อายุ 7 วัน เปรียบเทียบแต่ละรุ่นการทดสอบที่เจริญออกจากหนอนกระตุ้	34
4.1.5	ขั้นตอนทดสอบชีวภัณฑ์รา <i>M. anisopliae</i> ไอโซเลท 4849 แต่ละสูตรในการกำจัด หนอนกระตุ้	35
4.1.6	ลักษณะชีวภัณฑ์เชื้อรา <i>M. anisopliae</i> ไอโซเลท 4849 สูตรตำรับที่ 5 (ก) 8 (ข) และ 10 (ค)	35
4.1.7	เปอร์เซ็นต์การตายของหนอนกระตุ้หลังพ่นด้วยชีวภัณฑ์เชื้อรา <i>M. anisopliae</i> ไอโซเลท 4849 สูตรตำรับ 5 8 และ 10 ระยะ 7 วัน	36
4.1.8	เปอร์เซ็นต์การตายของเพลี้ยอ่อนหลังพ่นด้วยชีวภัณฑ์เชื้อรา <i>Beauveria bassiana</i> ไอโซเลท 5335 สูตรตำรับ 2 4 และ 8 ระยะ 7 วัน	37
4.1.9	เปอร์เซ็นต์ความมีชีวิตของรา <i>Metarhizium anisopliae</i> (ก) และ <i>Beauveria bassiana</i> (ข) ในชีวภัณฑ์แต่ละสูตร หลังเก็บรักษา 6 เดือน	38
4.1.10	เพลี้ยอ่อนที่ตายจากการเข้าทำลายของเชื้อรา <i>B. bassiana</i> ไอโซเลท 5335 สูตร ตำรับที่ 4 และ 8 และการเจริญของเชื้อราออกจากซากเพลี้ยอ่อน หลังบ่มในกล่องขึ้น 14 วัน	42
4.1.11	ลักษณะชีวภัณฑ์เม็ดเชื้อแอกติโนมัยซิส <i>Streptomyces</i> sp. ไอโซเลท GAR 1 ในแต่ ละสูตรตำรับ หลังการผลิตและเก็บรักษา 2 และ 6 เดือน	44

สารบัญภาพ (ต่อ)

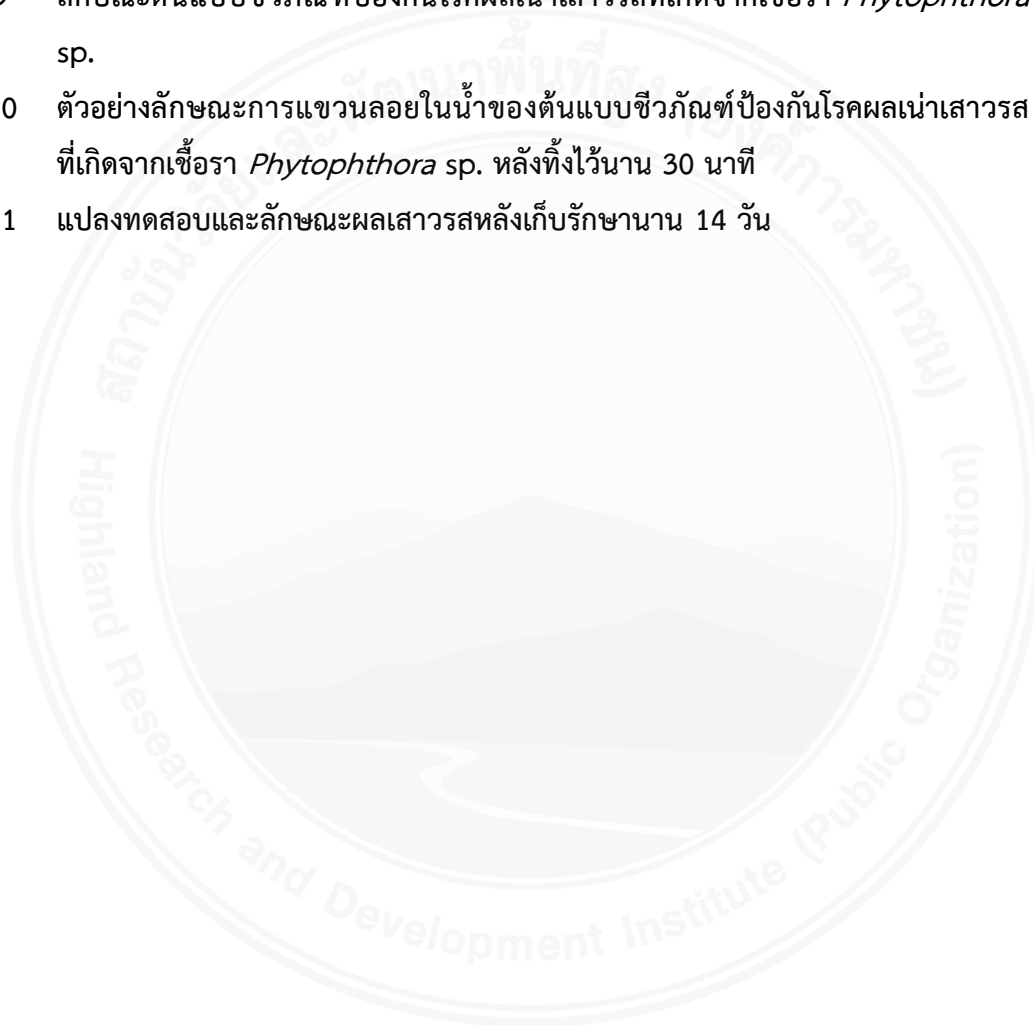
ภาพที่	หน้า
4.1.12 ปริมาณเชื้อแอสเพอร์จิล <i>Streptomyces</i> sp. ไอโซเลท GAR 1 ในชีวภัณฑ์หลังเก็บรักษา 6 เดือน	45
4.1.13 การยับยั้งการเจริญของเชื้อรา <i>Pythium aphanidermatum</i> โดยเชื้อแอสเพอร์จิล <i>Streptomyces</i> sp. ไอโซเลท GAR 1 ในชีวภัณฑ์แต่ละสูตรหลังเก็บรักษา 6 เดือน	46
4.1.14 ขั้นตอนทดสอบสารชีวภัณฑ์เม็ดเชื้อแอสเพอร์จิล <i>Streptomyces</i> sp. ไอโซเลท GAR 1 ต่อการยับยั้งเชื้อรา <i>Pythium aphanidermatum</i> ด้วยวิธี dual culture	47
4.1.15 ขั้นตอนศึกษาวิธีการใช้ต้นแบบชีวภัณฑ์เม็ดละลายน้ำเชื้อแอสเพอร์จิล <i>Streptomyces</i> sp. ไอโซเลท GAR 1 เพื่อป้องกันโรคโคนเน่ารากเน่าของผักในสภาพโรงเรือน	48
4.1.16 วิธีใช้ต้นแบบชีวภัณฑ์เม็ดละลายน้ำที่เชื้อแอสเพอร์จิล <i>Streptomyces</i> sp. ไอโซเลท GAR 1 แบบรองกันหลุม และใส่บริเวณโคนต้นข้าหลังย้ายปลูก	48
4.1.17 ระดับความรุนแรงของโรครากเน่าโคนเน่าในกล้าคะน้า แบ่งออกเป็น 4 ระดับ	49
4.1.18 ลักษณะการเจริญเติบโตของกล้าคะน้าอายุ 28 วัน หลังทดสอบในแต่ละกรรมวิธี	54
4.2.1 ลักษณะทางกายภาพของสารสกัดสะระแหน่หลังเติม (ก) Ascorbic acid (ข) Tocopherol (ค) BHT และ (ง) BHA	58
4.2.2 ลักษณะการยับยั้ง (ก) ระยะก่อนเมล็ดงอก (ข) ระยะหลังเมล็ดงอก ของสารสกัดสะระแหน่หลังเติมสารรักษาสภาพหรือสารเพิ่มประสิทธิภาพวัชพืชต่อวัชพืชตีนตุ๊กแก	70
4.2.3 ลักษณะการยับยั้ง (ก) ระยะก่อนเมล็ดงอก (ข) ระยะหลังเมล็ดงอก ของสารสกัดสะระแหน่หลังเติมสารรักษาสภาพหรือสารเพิ่มประสิทธิภาพวัชพืชต่อวัชพืชหญ้าตีนกา	71
4.2.4 ลักษณะการยับยั้ง (ก) ระยะก่อนงอก (ข) ระยะหลังเมล็ดงอก ของสารสกัดสะระแหน่หลังเติมสารรักษาสภาพหรือสารเพิ่มประสิทธิภาพวัชพืชต่อวัชพืชผักโขม	71
4.2.5 การทดสอบประสิทธิภาพสารสกัดสะระแหน่ที่เติม 0.1% ของ 95% Ethyl alcohol ต่อวัชพืช (ก) ตีนตุ๊กแก (ข) ผักโขม ในถุงทดสอบ ระยะเวลา 7 วัน	73

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่		หน้า
4.3.1	ลักษณะต้นแบบชีวภัณฑ์ผงป้องกันโรคทางดินที่ผลิตจากเชื้อแบคทีเรียปฏิปักษ์ 3 สายพันธุ์	76
4.3.2	ตัวอย่างลักษณะการแขวนลอยในน้ำของต้นแบบผงชีวภัณฑ์ป้องกันโรคทางดินที่ผลิตจากเชื้อแบคทีเรียปฏิปักษ์ 3 สายพันธุ์ หลังทิ้งไว้นาน 30 นาที	77
4.3.3	ตัวอย่างลักษณะการยับยั้งการเจริญของเชื้อสาเหตุโรคพืชทางดิน (ก) เชื้อราสาเหตุโรค (ข) เชื้อแบคทีเรียสาเหตุโรคเหี่ยวเหี่ยว ระยะ 7 วัน หลังการทดสอบ	86
4.3.4	ลักษณะเชื้อแบคทีเรียปฏิปักษ์ 3 ไอโซเลท ที่เจริญบนอาหารเลี้ยงเชื้อ อายุ 7 วัน	87
4.3.5	การใช้ต้นแบบชีวภัณฑ์ป้องกันกำจัดโรคทางดินในแปลงปลูกคะน้าร่วมกับเกษตรกร	89
4.3.6	การใช้ต้นแบบชีวภัณฑ์ป้องกันกำจัดโรคทางดินในแปลงปลูกมะเขือเทศร่วมกับเกษตรกร	89
4.4.1	ระดับความเสียหายของเมล็ดกาแฟจากการเข้าทำลายของมอดเจาะ และผลกาแฟบนต้น	93
4.4.2	ลักษณะการเข้าทำลายของมอดเจาะผลกาแฟบริเวณแปลงปลูกกลางแจ้งในแต่ละกรรมวิธี (ก) กับดักร่วมกับสารล่อ (ข) ชีวภัณฑ์ 100 g (ค) ชีวภัณฑ์ 200 g (ง) ชีวภัณฑ์ 300 g (จ) ผลผลิตก้นการคั่ว (บูเวริน) และ (ฉ) ไม่มีการจัดการใด	94
4.4.3	ลักษณะการเข้าทำลายของมอดเจาะผลกาแฟบริเวณแปลงปลูกบริเวณที่ร่มในแต่ละกรรมวิธี (ก) กับดักร่วมกับสารล่อ (ข) ชีวภัณฑ์ 100 g (ค) ชีวภัณฑ์ 200 g (ง) ชีวภัณฑ์ 300 g (จ) ผลผลิตก้นการคั่ว (บูเวริน) และ (ฉ) ไม่มีการจัดการใด	94
4.4.4	จำนวนสะสมของเพลี้ยไฟที่ติดกับดักสารล่อดึงดูดสีน้ำเงินจากผลงานวิจัยและกับดักกาวเหนียวสีเหลืองในพื้นที่ทดสอบ 2 แห่ง	96
4.4.5	ลักษณะของ (ก) กับดักสารล่อดึงดูดเพลี้ยไฟจากผลงานวิจัย (ข) กับดักกาวเหนียวสีเหลือง (ค) แปลงทดสอบ และ (ง) เพลี้ยไฟภายใต้กล้องจุลทรรศน์	96
4.4.6	ลักษณะแปลงทดสอบและการเก็บตัวอย่างพืชเพื่อส่งวิเคราะห์โลหะหนัก	99
4.4.7	ลักษณะเชื้อแบคทีเรียปฏิปักษ์ 3 ไอโซเลท ที่เจริญบนอาหารเลี้ยงเชื้อ NA อายุ 7 วัน	101

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่		หน้า
4.4.8	ลักษณะการยับยั้งการเจริญของเชื้อสาเหตุโรคผลเน่าเสาวรส ระยะ 7 วัน หลังการทดสอบ	102
4.4.9	ลักษณะต้นแบบชีวภัณฑ์ป้องกันโรคผลเน่าเสาวรสที่เกิดจากเชื้อรา <i>Phytophthora</i> sp.	104
4.4.10	ตัวอย่างลักษณะการแขวนลอยในน้ำของต้นแบบชีวภัณฑ์ป้องกันโรคผลเน่าเสาวรสที่เกิดจากเชื้อรา <i>Phytophthora</i> sp. หลังทิ้งไว้นาน 30 นาที	106
4.4.11	แปลงทดสอบและลักษณะผลเสาวรสหลังเก็บรักษานาน 14 วัน	107



บทคัดย่อ

ชีวภัณฑ์และฟิโรโมนป้องกันกำจัดโรคแมลงศัตรูพืชในโครงการนี้ผลิตจากเชื้อจุลินทรีย์สายพันธุ์ดีและพรรณพืชมีประโยชน์บนพื้นที่สูง ตลอดจนสารเคมีสังเคราะห์ที่เลียนแบบกลิ่นธรรมชาติจึงมีความปลอดภัย ไม่สร้างสารพิษปนเปื้อนลงสู่สิ่งแวดล้อม โดยดำเนินการศึกษาในห้องปฏิบัติการ แปลงทดสอบ และแปลงปลูกพืชเกษตรกร สรุปผลดังนี้ (1) การปลูกหัวเชื้อรา *Metarhizium anisopliae* ไอโซเลท 4849 บนหนอนกระทุ้ง และรา *Beauveria bassiana* ไอโซเลท 5335 บนเพี้ยอ่อน รุ่นที่ 1 ช่วยเพิ่มความเข้มข้นหัวเชื้อราบนอาหาร MEA มีค่า 1.11×10^{10} และ 5.60×10^8 สปอร์/ml หลังพ่น 5 วัน พบหนอนกระทุ้งตาย 83.33% และเพี้ยอ่อน 76.67% เมื่อผลิตเป็นผงชีวภัณฑ์และนำสารแขวนลอย $\times 10^8$ สปอร์/ml ไปฉีดพ่นพบว่าสูตรถั่วรอกซ์ผสม talcum ที่มี 50% *M. anisopliae* (v/w) กำจัดหนอนกระทุ้งได้สูงสุด $83.33 \pm 5.77\%$ รองลงมาคือสูตรสปอร์ผสมเกล็ดดิน $80.00 \pm 10.00\%$ หลังเก็บรักษา 6 เดือน ความเข้มข้นเชื้อลดลงเล็กน้อยมีค่า 88.00 ± 6.56 และ 88.00 ± 7.00 สปอร์/g ชีวภัณฑ์ การใช้สูตรสปอร์ผสมเกล็ดดิน อัตรา 50 70 และ 100 g/น้ำ 20 l ทำให้หนอนกระทุ้งตายภายใน 7 วัน ไม่แตกต่างกับสารเคมีฟิโพรนิล ($90.00 \pm 0.00\%$) สำหรับชีวภัณฑ์ *B. bassiana* สูตรสมุนไพรผสมน้ำมันปาล์มและน้ำกลั่น ให้ผลเท่ากับสูตรสปอร์ผสมเกล็ดดินพบเพี้ยอ่อนตาย 100% ความเข้มข้นเชื้อหลังเก็บรักษา คือ 87.00 ± 1.73 และ 86.00 ± 2.00 สปอร์/g ทั้งนี้ชีวภัณฑ์สูตรถั่วรอกซ์ผสม talcum อัตรา 100 g/20 l สูตรสปอร์ผสมเกล็ดดิน อัตรา 50 และ 100 g กำจัดเพี้ยอ่อนได้ 100% เท่ากับสารเคมีฟิโพรนิล (2) เม็ดชีวภัณฑ์เชื้อแอคติโนมัยซิส ไอโซเลท GAR 1 อายุ 6 เดือน ยังคงมีความเข้มข้น 1.06×10^{10} - 1.29×10^{10} cfu/g ไม่แตกต่างจากหลังผลิตทันที และยับยั้งราโรคโคนเน่ารากเน่า *Pythium aphanidermatum* ได้ 72.91-76.38% (2 วัน) การใช้ชีวภัณฑ์สูตร starch ผสมแป้งถั่วเหลือง ชูโครสและธาตุอาหารเสริม สูตรแป้ง talcum ผสมเกล็ดดินและกลูโคส อัตรา 70 g/น้ำ 1 l ยับยั้งเชื้อสาเหตุโรคดีเท่ากัน 68.85% แต่ต่ำกว่าสารเคมีเมทาแลกซิล (100%) ผลการใช้ชีวภัณฑ์ในแปลงปลูกพืชด้วยการรองกันหลุม 1-3 เม็ด หรือรองกันหลุมร่วมกับฟางที่โคนต้น 1 เม็ด หลังย้ายปลูก 14 วัน ไม่พบการเกิดโรคโคนเน่ารากเน่า โดยเฉพาะสูตรแป้ง talcum ผสมเกล็ดดินและกลูโคสที่ช่วยเพิ่มทั้งความสูง ความยาวราก น้ำหนักสด และน้ำหนักแห้งของต้นคะน้าด้วย (3) การเก็บรักษาสารสกัดหยาบจากต้นสะระแหน่ที่ผสมวิตามินซี, วิตามินอี, Butylated hydroxytoluene, Beta hydroxy acid, 95% Ethyl alcohol และน้ำส้มสายชู สัดส่วน 0.1, 0.5, 1 และ 5% โดยมวล นาน 6 เดือน สามารถยับยั้งการงอกของเมล็ดและการเจริญของต้นกล้าวัชพืชผัก

โชม ตีนตุ๊กแกและหญ้าตีนกา 100% ในสภาพห้องปฏิบัติการ ผลการศึกษาพบว่าวิตามินซี, วิตามินอี, 95% Ethyl alcohol และน้ำส้มสายชู ไม่ส่งผลกระทบต่อประสิทธิภาพของสารสกัดซึ่งเป็นของเหลวใสสีน้ำตาล ส่วนใหญ่ มีค่าความเป็นกรดต่าง (pH) ประมาณ 6.00 ไม่แตกต่างจากสารสกัดที่ไม่เติมสารรักษาสภาพ ยกเว้นวิตามินซี, Beta hydroxy acid และน้ำส้มสายชู ค่า pH ลดลงเหลือ 3.07-5.61 เมื่อนำสารสกัดสระแช่ความเข้มข้น 5% ที่เติม 0.1% ของ 95% Ethyl alcohol ซึ่งมีต้นทุนการผลิต 111.8 บาท/ลิ ไปฉีดพ่นวัชพืชทั้ง 3 ชนิด ปริมาณ 200 ml/ถุงทดสอบ ยังคงผลการยับยั้ง 100% หลังทดสอบ 7 วัน เช่นเดียวกับสารเคมีอะลาคอร์ และไกลโฟเซต (4) หลังการผลิตต้นแบบชีวภัณฑ์เชื้อแบคทีเรียปฏิปักษ์ FT2, MTR13 และ HRS8 ที่ผสมกับ วัสดุรองรับสูตร corn starch ผสม talcum อัตรา 1:1 (v/w) ต้นทุนค่าสาร 58.00 บาท/kg ได้ความเข้มข้น เชื้อ 2.33×10^{10} cfu/ml เนื้อผงมีลักษณะละเอียด ร่วนซุย สีขาวอมเทา สามารถยับยั้งการเจริญของเส้นใย เชื้อรา *Fusarium oxysporum*, *Pythium aphanidermatum* และ *Rhizoctonia solani* สาเหตุโรคทาง ดินได้ 83.91% 74.32% และ 75.12% ตามลำดับ นอกจากนี้ยังทำให้เกิดวงใสขนาด 3.55 เซนติเมตร กับ แบคทีเรียโรคเหี่ยวเหี่ยว *Ralstonia solanacearum* แต่ความเข้มข้นเชื้อแบคทีเรียปฏิปักษ์ทั้ง 3 ชนิด ในชีว ภัณฑ์และประสิทธิภาพลดลงต่อเนื่องเหลือ 53.23% 30.18% 32.22% และไม่พบวงใส เมื่อเก็บรักษานาน 12 เดือน การคลุกต้นแบบชีวภัณฑ์ 40 g กับวัสดุเพาะกล้า 1 kg และการใช้ชีวภัณฑ์การค้า (ไทรซาน) แสดงผลยับยั้งโรคทางดินในแปลงปลูกคะน้าดีที่สุด 90-95% ในขณะที่วิธีของเกษตรกรซึ่งเปลี่ยนดินตอมะเขือเทศเป็นมะเขือพวงยับยั้งโรคเหี่ยวเหี่ยวได้สูงสุด 85-90% หลังทดสอบ 35 วัน เทากับสารเคมีการค้า (คอป เปอร์ออกซีคลอไรด์) รองลงมาคือการคลุกต้นแบบชีวภัณฑ์ 40 g กับวัสดุเพาะกล้า 1 kg (75-80%) คิดเป็น ต้นทุนการใช้งาน/ฤดูปลูก 683 บาท ช่วยให้คะน้าและมะเขือเทศมีปริมาณและคุณภาพผลิตผลเฉลี่ย 378 kg และ 157 kg/พื้นที่ทดสอบ 1 งาน ใกล้เคียง การใช้สารเคมีหรือชีวภัณฑ์การค้า (5) การทดสอบประสิทธิภาพ ผลิตภัณฑ์จากผลงานวิจัยในแปลงปลูกพืชของเกษตรกรแสดงผลใกล้เคียงกับผลิตภัณฑ์การค้าและความพึง พอใจของผู้ใช้อยู่ในระดับปานกลาง ดังนี้ (5.1) ชีวภัณฑ์เชื้อรา *B. bassiana* หรือพีพี-เบ็บ อัตรา 100 200 และ 300 g/น้ำ 20 ลิ กำจัดมอดเจาะผลกาแฟบริเวณแปลงกลางแจ้งไม่แตกต่างกันพบเปอร์เซ็นต์การเข้า ทำลาย 18.34% 17.78% และ 18.71% แต่ให้ผลไม่ดีเท่าการใช้กับดักสารล่อของเกษตรกร (เมทิลแอลกอฮอล์ผสมเอทิลแอลกอฮอล์ สัดส่วน 1:1) มีความเสียหาย 7.48% ส่วนแปลงกาแฟบริเวณในร่ม ที่ไม่มีการจัดการใดพบมอดเพียง 5.97% ซึ่งมีค่าต่ำกว่าการใช้ชีวภัณฑ์ทั้ง 3 อัตรา (24.58% 26.41% และ 28.36%) ทั้งนี้ผลกาแฟ 30.75% พบรอยเจาะที่เปลือก เนื้อด้านในและถึงเมล็ด เกษตรกรไม่สามารถนำไป

จำหน่ายได้ (5.2) การติดตั้งสารล่อดึงดูดเพลี้ยไฟร่วมกับกับดักกาวเหนียวสีน้ำเงิน ระยะห่าง 4 เมตร ในแปลงปลูกพริกหวานพื้นที่ศูนย์พัฒนาโครงการหลวงห้วยส้มป่อย นานต่อเนื่อง 5 สัปดาห์ สํารวจพบจำนวนเพลี้ยไฟสะสม 1,586 ตัว (เฉลี่ย 88 ตัว/กับดัก) มากกว่ากับดักกาวเหนียวสีเหลืองที่ดักจับได้ 607 ตัว (เฉลี่ย 33 ตัว/กับดัก) เช่นเดียวกับแปลงทดสอบกับดักสารล่อดึงดูดเพลี้ยไฟของสถานีเกษตรหลวงอินทนนท์ พบ 1,267 ตัว (เฉลี่ย 72 ตัว/กับดัก) ดีกว่าการใช้กับดักกาวเหนียวสีเหลืองที่มีจำนวน 793 ตัว หรือเฉลี่ย 44 ตัว/กับดัก

(5.3) การรอกันหลุมด้วยผงชีวภัณฑ์ลดความเป็นกรดและความเป็นพิษของโลหะหนักอาซิโนคที่ผลิตจากไดอะตอมไมท์และปูน หรือโรยลงดินก่อนย้ายปลูกต้นกล้า จากนั้นราดสารละลาย 0.1% เพอร์รัสซัลเฟต (Fe^{2+}) ลงดินในแปลงปลูกผักของเกษตรกรศูนย์พัฒนาโครงการหลวงแม่โถ ให้ผลไม่เป็นที่น่าพอใจเนื่องจากปริมาณโลหะหนักอาซิโนคทั้งหมด (Total Arsenic) ในดินปลูกผักสดของนายพะมู คำน้าของนายวันฤทธิ์ และผักสดของนางวิภา ระยะเวลาหลังการทดสอบมีปริมาณอาซิโนคสูงขึ้นและเกินค่าพื้นฐาน (30 mg/kg) คาดว่าเกิดจากการใส่ปุ๋ยชีวัวผสมกลบ ปุ๋ยเคมีสูตร 13-13-21 และสูตร 15-15-15 โดยตรวจพบอาซิโนคปนเปื้อนในปุ๋ยดังกล่าว 2.40-15.26 mg/kg ผลวิเคราะห์ตัวอย่างใบและรากพืชพบอาซิโนคทั้งแปลงควบคุมและแปลงทดสอบแต่ไม่เกินค่ามาตรฐาน ในขณะที่ทุกตัวอย่างดินตรวจไม่พบแคดเมียม ส่วนตัวอย่างพืชพบในระดับที่ปลอดภัย (5.4) ต้นแบบชีวภัณฑ์ป้องกันโรคผลเน่า *Phytophthora* ของเสาวรส ที่ผลิตจากแบคทีเรียปฏิปักษ์สายพันธุ์ TChC2 ซึ่งเลี้ยงเชื้อในอาหารเหลวสูตรแป้งถั่วเหลืองผสมธาตุอาหาร จากนั้นนำไปผสมกับวัสดุรองรับสูตรเดิม ได้แก่ แป้งข้าวเจ้า น้ำมันถั่วเหลืองและซูโครส ได้ผงชีวภัณฑ์สีขาว เนื้อค่อนข้างละเอียดและร่วนซุย ความเข้มข้นเชื้อมีค่า 2.80×10^9 cfu/ml ต้นทุนค่าสาร 145 บาท/kg ให้ผลไม่แตกต่างกับวัสดุรองรับ Carboxymethyl cellulose (CMC) ผสม talcum (สูตรใหม่) 2.63×10^9 cfu/ml ต้นทุน 50 บาท/kg โดยละลายน้ำภายใน 30-60 นาที ตกตะกอนหมดภายใน 11-30 นาที และความเป็นกรดต่าง 6.65 ทั้งนี้หลังการใช้ชีวภัณฑ์ 7 วัน แสดงค่าการยับยั้งเส้นใยเชื้อสาเหตุโรคในห้องปฏิบัติการไม่แตกต่างกัน 78.35% และ 78.75% ซึ่งผลการทดสอบเบื้องต้นสูตร CMC ผสม Talcum อัตรา 100 g/น้ำ 20 l สามารถควบคุมโรคผลเน่าเสาวรสได้ดี อย่างไรก็ตามมีแผนทดสอบซ้ำในแปลงปลูกของเกษตรกรศูนย์พัฒนาโครงการหลวงห้วยโป่ง สืบเนื่องจากตรวจไม่พบอาการผลเน่าในทุกกรรมวิธีทั้งระยะก่อน และระยะหลังเก็บเกี่ยวนาน 14 วัน แตกต่างจากปีที่ผ่านมาซึ่งผลผลิตได้รับความเสียหายอย่างหนัก

คำสำคัญ: เกษตรอินทรีย์ มาตรฐานอาหารปลอดภัย สารพิษตกค้าง จุลินทรีย์ที่มีประโยชน์ พื้นที่สูง

Abstract

Bio-substances and pheromones to prevent plant diseases and pests in this project are produced from good strains of microorganisms and useful plants in the highlands as well as synthetic chemicals that mimic natural smells, so they are safe and non-toxic contaminants into the environment. The results of laboratory and field test were summarized as follows: (1) The inoculation of *Metarhizium anisopliae* isolate 4849 on cutworms and *Beauveria bassiana* isolate 5335 on aphids of the first generation increased the concentration of fungi on MEA media were 1.11×10^{10} and 5.60×10^8 spores/ml. After 5 days of spraying, 83.33% of cutworms and 76.67% of aphids were died. After spraying bio-powder and suspension $\times 10^8$ spores/ml, it was found that the talcum-mixed guar gum formula containing 50% *M. anisopliae* (v/w) eliminated the maximum $83.33 \pm 5.77\%$ of the spores, followed by $80.00 \pm 10.00\%$ of the spores mixed with kaolin formula after 6 months of storage, the concentrations slightly decreased were 88.00 ± 6.56 and 88.00 ± 7.00 spores/gram of bio-substances. The use of spores mixed with kaolin at the rate of 50 70 and 100 g/20 liters of water resulted in the death of the cutworm within 7 days, not different from the chemical fipronil ($90.00 \pm 0.00\%$). *B. bassiana* bio-substance, pumice mixed with palm oil and distilled water formula showed the results were equal to the spores mixed with kaolin, 100% of aphids were died. The spore concentrations after storage were 87.00 ± 1.73 and 86.00 ± 2.00 spores/g. 100 g/20 liter spores mixed with kaolin formula, 50 and 100 g eliminates 100% of aphids equal to chemical fipronil (2) Bio-substances pellet from Actinomycetes isolates GAR 1 after 6 months storage be concentrated 1.06×10^{10} - 1.29×10^{10} cfu/g, not different from immediately after production and inhibited *Pythium aphanidermatum* root rot fungi by 72.91-76.38% (2 days). The use of bio-substance starch mixed with soy flour, sucrose and trace elements formula and talcum mixed with kaolin and glucose formula at the rate of 70 g/ 1 liter of water inhibited pathogens equally at

68.85% but lower than that of chemical metalaxyl chemicals (100%). Put of 1-3 pellets in the bottom of the well or put in the bottom of the well together with embedding 1 pellet at the base of the plant 14 days after transplanting did not found root rot in particular, the talcum powder mixed with kaolin and glucose formula increased the height, root length, fresh weight and dry weight of kale. Preserving the crude extract from the peppermint plant by mixed with ascorbic acid, tocopherol, Butylated hydroxytoluene, Beta hydroxy acid, 95% Ethyl alcohol and vinegar at 0.1, 0.5, 1 and 5% by mass for 6 months inhibited seed germination and seedling growth of slender amaranth, coatbuttons and indian goosegrass 100% in laboratory conditions. The results showed that vitamin C, vitamin E, 95% Ethyl alcohol and vinegar does not affect the effectiveness of the extract, which is a clear brown liquid. Most of them had a pH of about 6.00, not different from the extracts that did not add preservatives. Except for vitamin C, Beta hydroxy acid and vinegar, the pH value was reduced to 3.07-5.61 when 5% peppermint extract was added with 0.1% of 95% Ethyl alcohol, which has a production cost of 111.8 baht/liter, to spray the 3 weeds at volume 200 mL/bag, retained 100% inhibitory effect after 7 days as well as alachlor and glyphosate

(4) After production of bio-substance prototype from antagonistic bacteria isolate FT2, MTR13 and HRS8 mixed with carrier for corn starch formula mixed with talcum, ratio 1:1 (v/w), cost of substance 58.00 baht/kg, got fungi concentration 2.33×10^{10} cfu/mL. The bio-substance powder is fine, crumbly, grayish white, can inhibit the growth of fungal mycelium of *Fusarium oxysporum*, *Pythium aphanidermatum*, and *Rhizoctonia solani* were responsible for 83.91% 74.32% and 75.12% respectively. They also caused 3.55 cm clear zone with *Ralstonia solanacearum* bacterial wilt, but the concentrations of all three antagonistic bacteria in Bio-substance and efficacy continued to decrease to 53.23% 30.18% 32.22% and clear zone were not found after 12 months of storage. Mixture of 40 g bio-substance with 1 kg of seedling material and commercial bio-substance (trisan) showed the greatest inhibition effect on soil disease in kale plots by 90-95%, while the farmer's method of

converting tomato rootstocks to eggplant inhibited wilt at 85-90% after 35 days of testing, equal to commercial chemicals (copper oxychloride) followed by mixing 40 g of bio-substance with 1 kg of seedling material (75-80%), costing usage/season 683 baht helped kale and tomato had average quantity and quality of yield 378 kg and 157 kg/test area 1 ngan, nearby use of commercial chemicals or bio-substance (5) Product efficacy test based on research results in farmers' planting plots showed similar results to commercial products and user satisfaction was moderate as follows: (5.1) *B. bassiana* bio-product or PP-Beb at 100 200 and 300 g/20 l of water could eliminated coffee berry in the outdoor plot was not different. The percentage of infestation was 18.34% 17.78% and 18.71%, but the results were not as good as the farmer's lure trap (methyl alcohol mixed with ethyl alcohol, ratio 1:1). The damage was 7.48% in unmanaged indoor coffee plots of 5.97%, which was lower than those of the three bio-substance treatments (24.58%, 26.41% and 28.36%) However, 30.75% of the coffee results showed a puncture mark on the bark the inner flesh and the seeds, farmers cannot sell them. (5.2) Setting of thrips attractant together with blue sticky glue traps 4 meters apart in sweet pepper planting plots at Huai Som Poi royal project foundation for 5 consecutive weeks. The cumulative number of thrips was 1,586 (mean 88/trap) more than 607 yellow sticky trap (mean 33/trap) as in the royal agricultural station inthanon's thrips attractant trap test plot found 1,267 (average 72/trap) more than 607 insects/trap (average 33/trap) similar to the thrips attractant trap test plot of the royal agricultural station inthanon, 1,267 thrips were found (mean 72/trap) were better than 793 yellow sticky traps or mean 44/trap (5.3) Bio-substances priming reduce acidity and heavy metal toxicity of arsenic produced from diatomite and lime or sprinkle the soil before transplanting the seedlings then pour 0.1% ferrous sulfate solution (Fe^{2+}) into the soil in the vegetable plots of farmers at the Mae Tho royal project foundation. The results were unsatisfactory due to the total arsenic heavy metal content in Mr. Phamu's lettuce soil plot Mr. Wanrit's Kale and Mrs. Wipha's lettuce In the post-test period, the arsenic content was

higher and exceeded the baseline value (30 mg/kg). It was estimated that it was caused by the application of cow manure mixed with rice husk, chemical fertilizer formula 13-13-21 and formula 15-15-15 by examination were found arsenic contaminants in the fertilizers were 2.40-15.26 mg/kg. The results of the analysis of leaf and root samples showed arsenic in both control plots and test plots but did not exceed the standard values. While all soil samples did not detect cadmium and the plant samples were found to be at safe levels.

(5.4) Bio-substance prototype prevent passion fruit *Phytophthora* was produced from antagonist bacteria TChC2, cultured in liquid soy flour formula with nutrients. It was then mixed with the original carriers such as rice flour, soybean oil and sucrose. It was white powder fine texture and crumbly. The cell concentration was 2.80×10^9 cfu/ml, the substance cost was 145 baht/kg. The results were not different from the carrier carboxymethyl cellulose (CMC) mixed with talcum (new formula) 2.63×10^9 cfu/ml, cost 50 baht/kg, dissolved in water within 30-60 minutes, precipitated within 11-30 minutes, and pH was 6.65. After 7 days of using the bio-substances, the inhibition of pathogenic mycelium in the laboratory were not different, 78.35% and 78.75%. The preliminary test results of CMC formula mixed with talcum at the rate of 100 g/ 20 l of water were able to control the passion fruit rot disease. However, there is a plan to retest in the farmer's fields at the Huai Pong royal project foundation. As a result of not detecting rotting symptoms in all processes, including the previous stage and the 14-day post-harvest period was different from last year, where the crop was severely.

Keywords: Organic farming, Food safety, Toxic residue, Beneficial-microorganism, Highland