ใบรับรองวิทยานิพนธ์

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (ปฐพีวิทยา)

ปริญญา

ปฐพีวิทยา	ปฐพีวิทยา
สาขา	**ภาควิชา**

เรื่อง ผลของสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพต่อการยับยั้งการงอกของเมล็ดวัชพืช และต้นอ่อนของวัชพืชในดินพื้นที่ผลิตพืชระบบเกษตรอินทรีย์

Effects of Fungal Bioactive Compounds on Inhibition of Weeds Seed Germination and Seedling Growth in Organic Farming's Soils

นามผู้วิจัย นางสาวนุจรี เพลา

ได้พิจารณาเห็นชอบโดย

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ศวพร ศุภผล, ปร.ด.)

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม

(อาจารย์สราวุธ รุ่งเมฆารัตน์, Ph.D.)

หัวหน้าภาควิชา

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์สมชัย อนุสนธิ์พรเพิ่ม, Ph.D.)

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์รับรองแล้ว

(รองศาสตราจารย์กัญจนา ธีระกุล, D.Agr.)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

วันที่ ..... **เดือน** ..... **พ.ศ.** .....

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

วิทยานิพนธ์

เรื่อง

ผลของสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพต่อการยับยั้งการงอกของเมล็ดวัชพืช และต้นอ่อนของวัชพืช ในดินพื้นที่ผลิตพืชระบบเกษตรอินทรีย์

Effects of Fungal Bioactive Compounds on Inhibition of Weeds Seed Germination and Seedling Growth in Organic Farming's Soils

โดย

นางสาวนุจรี เพลา

เสนอ

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

เพื่อความสมบูรณ์แห่งปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (ปฐพีวิทยา)

พ.ศ. 2556

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

นุจรี เพลา 2556: ผลของสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพต่อการยับยั้งการงอกของเมล็ดวัชพืชและต้นอ่อนของวัชพืชในดินพื้นที่ผลิตพืชระบบเกษตรอินทรีย์ ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (ปฐพีวิทยา) สาขาปฐพีวิทยา ภาควิชาปฐพีวิทยา อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก: ผู้ช่วยศาสตราจารย์ศวพร ศุภผล, ปร.ด. 102 หน้า

การศึกษาการคัดแยกเชื้อราจากวัชพืชที่เป็นโรค แล้วจัดจำแนกเชื้อราจากลักษณะทางสัณฐานวิทยาของเชื้อรา และลักษณะทางพันธุกรรม สามารถจำแนกเชื้อราได้ 3 สกุล 6 ชนิด ได้แก่ *Curvularia clavata Curvularia penniseti Drechslera rostrata Drechslera erythrospila Fusarium semitectum* และ *Fusarium solani* และทดสอบสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพที่ผลิตจากเชื้อราต่อการยับยั้งการงอกของเมล็ดวัชพืช ในรูปสารกรองหยาบ และสารกรองละเอียด พบว่า สารทั้งสองรูปมีประสิทธิภาพในการยับยั้งการงอกของเมล็ดวัชพืชเท่ากัน ดังนั้น จึงเลือกเชื้อราในรูปสารกรองละเอียดเพื่อทดสอบความเข้มข้นที่เหมาะสม พบว่า สารกรองละเอียดที่ความเข้มข้น 1:1 มีผลยับยั้งการงอกของวัชพืชสูงสุด แต่ไม่มีผลยับยั้งการงอกของพืชปลูก จึงทำการทดสอบสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพต่อการยับยั้งการงอกของเมล็ดวัชพืช และการยับยั้งการเจริญเติบโตของต้นอ่อนวัชพืช กับชุดดินกำแพงเพชร ชุดดินกำแพงแสน ชุดดินท่าม่วง และชุดดินบางเขน พบว่า ในชุดดินบางเขน เชื้อรา *Drechslera erythrospila* และ *Fusarium semitectum* สามารถยับยั้งการงอกของเมล็ดหญ้าตีนกา ผักเบี้ยหิน และผักโขม ได้ถึงร้อยละ 55-65 61-78 และ 85-100 ตามลำดับ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) นอกจากนั้น เชื้อรา *Drechslera erythrospila* สามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของต้นอ่อนผักเบี้ยหิน และผักโขม ได้ถึงร้อยละ 83 และ 68 แต่ไม่มีผลต่อการงอกของเมล็ด และการเจริญเติบโตของมะเขือเทศและผักกาดเขียวกวางตุ้ง ในภาชนะที่เป็นระบบปิด สารออกฤทธิ์ทางชีวภาพถูกดินดูดซับไว้ในอนุภาคดินอย่างทั่วถึง ชุดดินบางเขนที่มีเนื้อดินเป็นดินเหนียวปนทรายแป้ง จะช่วยส่งเสริมประสิทธิภาพของสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพต่อการยับยั้งการงอกของเมล็ดและการยับยั้งการเจริญเติบโตของต้นอ่อนวัชพืชมากที่สุด ในแง่การดูดซับสารต่าง ๆ ไว้ในดิน เนื่องจากมีอนุภาคของดินเหนียวและความจุแลกเปลี่ยนแคตไอออนสูงที่สุด

/ /

ลายมือชื่อนิสิต ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

Nutjaree Paela 2013: Effects of Fungal Bioactive Compounds on Inhibition of Weeds Seed Germination and Seedling Growth in Organic Farming's Soils. Master of Science (Soil Science), Major Field: Soil Science, Department of Soil Science. Thesis Advisor: Assistant Professor Savaporn Supaphol, Ph.D. 102 pages.

Identification of fungal isolated from infected weeds (leaf spot and leaf blast symptom) using morphology and genotype characteristics were studied. Isolated fungal were identifiled into 3 genera and 6 species consisting of *Curvularia clavata Curvularia penniseti Drechslera rostrata Drechslera erythrospila Fusarium semitectum* and *Fusarium solani*. And fungal bioactive compounds were examined to inhibited weed seed germination by culture crudes and filtrates. The results showed that both culture crudes and filtrates were completely inhibited weeds seed germination. Therefore, culture filtrates were selected to find the appropriated concentration. It was found that weeds seed germination were inhibited by the culture filtrates (diluted 1:1) but no affected to inhibited seed germination of crops. The effects of bioactive compounds of fungal on inhibition of weeds seed germination and seedling growth in the soil series such as Kamphaeng Phet Kamphaeng Saen Tha Muang and Bang Khen were determined. In Bang Khen series, *Drechslera erythrospila* fungal and *Fusarium semitectum* fungal inhibited significantly different to seed germination of *Eleusine indica*, *Trianthema portulacastrum* and *Amaranthus lividus* by 55-65 %, 61-78 % and 85-100 %, respectively. In addition, *Drechslera erythrospila* inhibited seedling growth of *Trianthema portulacastrum* and *Amaranthus lividus* by 83 % and 68%, respectively, whereas, no affected seeds germination and seedling growth of tomato and chainese cabbage. In closed system, bioactive compounds were adsorbed by soil separates. In Bang Khen series, silty clay texture was very effective to inhibited seed germination and seedling growth by bioactive compounds absorbtion due to high clay and Cation Exchange Capacity (CEC).

_____ _____ ___/___/___

Student's signature Thesis Advisor's signature

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

กิตติกรรมประกาศ

ขอกราบขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ศวพร ศุภผล อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก ที่คอยอบรมให้ความรู้ ให้โอกาส และแนะแนวทางในการทำวิทยานิพนธ์ กราบขอบพระคุณ ดร.สราวุธ รุ่งเมฆารัตน์ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม ที่คอยดูแลให้คำปรึกษาในการทำวิทยานิพนธ์ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สมชัย อนุสนธิ์พรเพิ่ม ประธานสอบปากเปล่าขั้นสุดท้าย และดร. สุคันธรส ธาดากิตติสาร ผู้ทรงคุณวุฒิที่กรุณาตรวจ แก้ไข และให้คำปรึกษา ทำให้วิทยานิพนธ์เล่มนี้มีความสมบูรณ์มากยิ่งขึ้น

ขอขอบคุณพี่ชัยภัทร คงแก้ว เจ้าหน้าที่ห้องปฏิบัติการ ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ที่คอยดูแลให้คำปรึกษา และอำนวยความสะดวกในการทำงานในห้องปฏิบัติการเป็นอย่างดี

ขอขอบคุณ นางสาวจิตติรัตน์ ชูชาติ นายจีรณัทย์ หงษ์จาตุรันต์ และ นางสาววริยา ฉุนจัตุรัส ที่คอยให้ความช่วยเหลือในการปฏิบัติงานต่าง ๆ รวมถึงพี่ ๆ เพื่อน ๆ และ น้อง ๆ ชาวปฐพีวิทยาทุกคน ที่คอยให้คำปรึกษาและมีมิตรภาพที่ดีเสมอมา

สุดท้ายนี้ ขอกราบขอบพระคุณครอบครัวและญาติพี่น้องทุกคน ที่ให้การสนับสนุน และเป็นกำลังใจที่สำคัญที่สุดที่ทำให้ข้าพเจ้ามีกำลังใจมาจนถึงทุกวันนี้

นุจรี เพลา

มีนาคม 2556

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สารบัญ

หน้า

สารบัญ	(1)
สารบัญตาราง	(2)
สารบัญภาพ	(5)
คำนำ	1
วัตถุประสงค์	3
การตรวจเอกสาร	4
อุปกรณ์และวิธีการ	23
อุปกรณ์	23
วิธีการ	25
ผลและวิจารณ์	35
สรุปและข้อเสนอแนะ	67
สรุป	67
ข้อเสนอแนะ	69
เอกสารและสิ่งอ้างอิง	70
ภาคผนวก	79
ประวัติการศึกษาและการทำงาน	102

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	ผลการจำแนกตามลักษณะภายนอกของวัชพืชที่เป็นโรค	35
2	ชนิดของเชื้อราและการแพร่กระจายของเชื้อราบนใบวัชพืชที่เป็นโรค	41
3	เชื้อราที่แยกได้จากวัชพืชใบเลี้ยงเดี่ยว (วงศ์ Poaceae, Commelinaceae และ Cyperaceae) ที่เป็นโรคใบจุดและใบไหม้	41
4	เชื้อราที่แยกได้จากวัชพืชใบเลี้ยงคู่ (วงศ์ Aizoaceae, Asteraceae และ Euphorbiaceae) ที่เป็นโรคใบจุด และใบไหม้	42
5	สมบัติทางฟิสิกส์และทางเคมีของชุดดินตัวแทนที่ศึกษา	50

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางผนวกที่		หน้า
1	ประสิทธิภาพของสารกรองหยาบ ต่อการยับยั้งการงอกของเมล็ดวัชพืชและการงอกของพืชปลูก ในระดับห้องปฏิบัติการ	80
2	ประสิทธิภาพของสารกรองละเอียด ต่อการยับยั้งการงอกของเมล็ดวัชพืชและการงอกของเมล็ดพืชปลูก ในระดับห้องปฏิบัติการ	81
3	ประสิทธิภาพของสารกรองละเอียดที่ความเข้มข้น 1:1 1:2 1:10 และ 1:100 ต่อการงอกของเมล็ดผักกาดเขียวกวางตุ้ง ในระดับห้องปฏิบัติการ	82
4	ประสิทธิภาพของสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพในรูปสารกรองละเอียด ต่อการยับยั้งการงอกของเมล็ดวัชพืชใบเลี้ยงเดี่ยว เปรียบเทียบต่างชุดดิน	83
5	ประสิทธิภาพของสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพในรูปสารกรองละเอียด ต่อการยับยั้งการงอกของเมล็ดวัชพืชใบเลี้ยงคู่ เปรียบเทียบต่างชุดดิน	84
6	ประสิทธิภาพของสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพในรูปสารกรองละเอียด ต่อการงอกของเมล็ดพืชปลูก เปรียบเทียบต่างชุดดิน	85
7	ประสิทธิภาพของสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพในรูปสารกรองละเอียด ต่อการยับยั้งการงอกของเมล็ดวัชพืชใบเลี้ยงเดี่ยว เปรียบเทียบภายในชุดดิน	86
8	ประสิทธิภาพของสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพในรูปสารกรองละเอียด ต่อการยับยั้งการงอกของเมล็ดวัชพืชใบเลี้ยงเดี่ยว เปรียบเทียบภายในชุดดิน	87
9	ประสิทธิภาพของสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพในรูปสารกรองละเอียด ต่อการยับยั้งการงอกของเมล็ดวัชพืชใบเลี้ยงคู่ เปรียบเทียบภายในชุดดิน	88
10	ประสิทธิภาพของสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพในรูปสารกรองละเอียด ต่อการยับยั้งการงอกของเมล็ดวัชพืชใบเลี้ยงคู่ เปรียบเทียบภายในชุดดิน	89
11	ประสิทธิภาพของสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพในรูปสารกรองละเอียด ต่อการงอกของเมล็ดพืชปลูก เปรียบเทียบภายในชุดดิน	90
12	ประสิทธิภาพของสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพในรูปสารกรองละเอียด ต่อการงอกของเมล็ดพืชปลูก เปรียบเทียบภายในชุดดิน	91
13	ประสิทธิภาพของสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพในรูปสารกรองละเอียด ต่อการยับยั้งการเจริญเติบโตของต้นอ่อนวัชพืชใบเลี้ยงเดี่ยว เปรียบเทียบต่างชุดดิน	92
14	ประสิทธิภาพของสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพในรูปสารกรองละเอียด ต่อการยับยั้งการเจริญเติบโตของต้นอ่อนวัชพืชใบเลี้ยงคู่ เปรียบเทียบต่างชุดดิน	93

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางผนวกที่		หน้า
15	ประสิทธิภาพของสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพในรูปสารกรองละเอียด ต่อการยับยั้งการเจริญเติบโตของต้นอ่อนพืชปลูก เปรียบเทียบต่างชุดดิน	94
16	ประสิทธิภาพของสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพในรูปสารกรองละเอียด ต่อการยับยั้งการเจริญเติบโตของต้นอ่อนวัชพืชใบเลี้ยงเดี่ยว เปรียบเทียบภายในชุดดิน	95
17	ประสิทธิภาพของสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพในรูปสารกรองละเอียด ต่อการยับยั้งการเจริญเติบโตของต้นอ่อนวัชพืชใบเลี้ยงเดี่ยว เปรียบเทียบภายในชุดดิน	96
18	ประสิทธิภาพของสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพในรูปสารกรองละเอียด ต่อการยับยั้งการเจริญเติบโตของต้นอ่อนวัชพืชใบเลี้ยงเดี่ยว เปรียบเทียบภายในชุดดิน	97
19	ประสิทธิภาพของสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพในรูปสารกรองละเอียด ต่อการยับยั้งการเจริญเติบโตของต้นอ่อนวัชพืชใบเลี้ยงคู่ เปรียบเทียบภายในชุดดิน	98
20	ประสิทธิภาพของสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพในรูปสารกรองละเอียด ต่อการยับยั้งการเจริญเติบโตของต้นอ่อนวัชพืชใบเลี้ยงคู่ เปรียบเทียบภายในชุดดิน	99
21	ประสิทธิภาพของสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพในรูปสารกรองละเอียด ต่อการยับยั้งการเจริญเติบโตของต้นอ่อนต้นอ่อนพืชปลูก เปรียบเทียบภายในชุดดิน	100
22	ประสิทธิภาพของสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพในรูปสารกรองละเอียด ต่อการยับยั้งการเจริญเติบโตของต้นอ่อนต้นอ่อนพืชปลูก เปรียบเทียบภายในชุดดิน	101

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
1	*Curvularia clavata* โคโลนีบนอาหาร PDA อายุ 7 วัน ที่อุณหภูมิ 32 องศาเซลเซียส (A), conidiophores และ conidia X 400 (B), ภาพวาดจาก camera lucida แสดงลักษณะของ conidiophores และ conidia (C) (Ellis, 1971)	37
2	*Curvularia penniseti* โคโลนีบนอาหาร PDA อายุ 7 วัน ที่อุณหภูมิ 32 องศาเซลเซียส (A), conidiophores และ conidia X 400 (B), ภาพวาดจาก camera lucida แสดงลักษณะของconidiophores และ conidia (C) (Ellis, 1971)	38
3	*Drechslera rostrata* โคโลนีบนอาหาร PDA อายุ 7 วัน ที่อุณหภูมิ 32 องศาเซลเซียส (A), conidiophores และ conidia X 400 (B), ภาพวาดจาก camera lucida แสดงลักษณะของconidiophores และ conidia (C) (Ellis, 1971)	38
4	*Drechslera erythrospila* โคโลนีบนอาหาร PDA อายุ 7 วัน ที่อุณหภูมิ 32 องศาเซลเซียส (A), conidiophores และ conidia X 400(B), ภาพวาดจาก camera lucida แสดงลักษณะของ conidiophores และ conidia (C) (Ellis, 1971)	39
5	*Fusarium semitectum* โคโลนีบนอาหาร PDA อายุ 7 วัน ที่อุณหภูมิ 32 องศาเซลเซียส (A), conidiophores และ conidia X 400 (B), ภาพวาดจาก camera lucida แสดงลักษณะของ conidiophores และ conidia (C) (Domsch *et al*., 1993)	39
6	*Fusarium solani* เป็นโคโลนีบนอาหาร PDA อายุ 7 วัน ที่อุณหภูมิ 32 องศาเซลเซียส (A), conidiophores และ conidia X400 (B), ภาพวาดจาก camera lucida แสดงลักษณะของ conidiophores และ conidia (C) (Domsch *et al*., 1993)	40
7	รูปแบบของลายพิมพ์ดีเอ็นเอจากชิ้นส่วนของยีน18S ไรโบโซมอลอาร์เอ็นเอตัดด้วยเอนไซม์ตัดจำเพาะ *Hhe* I (A) และ *Hae* III (B) เพื่อแยกรูปแบบ PCR product ของเชื้อรา (M คือ ดีเอ็นเอมาตรฐาน (Tridye 100 bp; NEB Biolab) และ A1-A17 คือ รหัส PCR product ของเชื้อรา	44
8	ประสิทธิภาพของสารกรองละเอียดที่ความเข้มข้น 1X ต่อการยับยั้งการงอกของเมล็ดวัชพืชและพืชปลูก ในระดับห้องปฏิบัติการ	48
9	ประสิทธิภาพของสารกรองละเอียดที่ความเข้มข้น 1:1 1:2 1:10 และ 1:100 ต่อการงอกของเมล็ดผักกาดเขียวกวางตุ้ง ในระดับห้องปฏิบัติการ	49

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ผลของสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพต่อการยับยั้งการงอกของเมล็ดวัชพืช และต้นอ่อนของวัชพืช ในดินพื้นที่ผลิตพืชระบบเกษตรอินทรีย์

Effects of Fungal Bioactive Compounds on Inhibition of Weeds Seed Germination and Seedling Growth in Organic Farming's Soils

คำนำ

ปัจจุบันผู้บริโภคทั้งภายในและต่างประเทศ ตระหนักถึงความปลอดภัยในการบริโภคอาหาร ส่งผลให้ความต้องการผลผลิตในระบบเกษตรอินทรีย์มีมากขึ้นร้อยละ 20 ส่งผลให้เกษตรกรมีความสนใจการผลิตพืชในระบบเกษตรอินทรีย์อย่างแพร่หลายเพิ่มขึ้น เนื่องจากให้ผลตอบแทนสูง และมีความปลอดภัยต่อผู้ผลิต เป็นการผลิตแบบยั่งยืนคือ มีการปรับปรุงดินให้มีปริมาณอินทรียวัตถุเพิ่มขึ้นเพียงพอต่อการปลดปล่อยธาตุอาหารแก่พืช และส่งผลให้ดินมีโครงสร้างทางกายภาพที่ดี หากแต่ว่าในระบบการผลิตพบว่าการจัดการวัชพืชยังคงเป็นปัญหาสำคัญ

ในพื้นที่ปลูกผัก พบเมล็ดของวัชพืชจำนวนมากซึ่งติดมากับปุ๋ยหมัก และปุ๋ยคอก อีกทั้งในแปลงผักมีความชื้นที่เหมาะสมสำหรับการงอกของวัชพืช ส่งผลให้พืชปลูกได้รับความเสียหายทั้งทางตรง และทางอ้อมจากวัชพืช ซึ่งเป็นตัวแก่งแย่งปัจจัยที่จำเป็นสำหรับการปลูกพืช (พรชัย, 2540) การจัดการวัชพืชมีหลายวิธีคือ การจัดการด้วยวิธีกล การเขตกรรม และการใช้สารป้องกันกำจัดวัชพืช ซึ่งเป็นที่นิยมมากที่สุด แต่หากเลือกใช้สารไม่ถูกต้องจะส่งผลตกค้างในสภาพแวดล้อม สำหรับวิธีการจัดการวัชพืชที่ปลอดภัยต่อสิ่งแวดล้อมอีกวิธีหนึ่งคือ วิธีทางชีวภาพ (biological control) โดยใช้สิ่งมีชีวิต อาทิ แมลง เชื้อรา หรือแบคทีเรีย ฯลฯ เพื่อควบคุมและยับยั้งการเจริญเติบโตของวัชพืช (ดวงพร, 2543) วิธีการดังกล่าวยังไม่เป็นที่แพร่หลายในประเทศไทยมากนัก หากแต่ว่างานวิจัยทางด้านการควบคุมวัชพืชโดยวิธีทางชีวภาพ มีการศึกษา และมีการผลิตเพื่อการค้าในต่างประเทศมานานแล้ว (Carvalho *et al*., 2007; Hoagland *et al*., 2007; Einhorn, 2008) รูปของเชื้อราที่ใช้ทดสอบมีอยู่หลายรูปแบบ อาทิ สารละลายสปอร์ (Boari and Vurro, 2004) สารที่กรองหยาบ (crude) และสารที่กรองละเอียด (filtrate) (Ahmed *et al*., 2001) โดยมีการศึกษาการใช้เชื้อรา *Fusarium solani* ในรูปของกรองหยาบ และสารที่กรองละเอียด เพื่อยับยั้งการงอกของเมล็ดวัชพืชประเภทกาฝาก และศึกษาสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพที่เชื้อราผลิต พบว่า ทั้งสองรูปมีผลยับยั้งการงอกของเมล็ดหญ้าแม่มดได้สูงสุด 100 เปอร์เซ็นต์ และเชื้อรามีการผลิตสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพที่มีผลต่อการยับยั้งการงอกของเมล็ดหญ้าแม่มด เช่น Solaniol Javanicin และ Fusaric acid ที่ระดับความเข้มข้น 100 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร (Ahmed *et al*., 2001) โดยคุณสมบัติของสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพเป็นสารที่สกัดจากพืช หรือสิ่งมีชีวิต อาทิ เชื้อราที่มีฤทธิ์จำเพาะเจาะจงและมีความปลอดภัยต่อผู้ใช้ และสิ่งแวดล้อม (ปัทมา, 2551)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

จึงเกิดแนวคิดเพื่อศึกษาสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพที่เชื้อราผลิตขึ้น ต่อการยับยั้งการงอกของเมล็ดวัชพืช และต้นอ่อนวัชพืชในตัวอย่างดินที่มีสมบัติต่างกันจากพื้นที่ผลิตผักในระบบเกษตรอินทรีย์ เพื่อเป็นการลดต้นทุนการผลิต และช่วยให้เกษตรกรเกิดความปลอดภัยจากการใช้สารออกฤทธิ์ทางชีวภาพที่ผลิตจากเชื้อราในธรรมชาติ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

วัตถุประสงค์

1 คัดแยกเชื้อราจากวัชพืชที่เป็นโรค และจัดจำแนกชนิดของเชื้อราจากลักษณะทางกายภาพ และลักษณะทางพันธุกรรม

2. เพื่อศึกษาผลของสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพที่เชื้อราผลิต ต่อการยับยั้งการงอกของเมล็ดวัชพืชในระดับห้องปฏิบัติการ

3. เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ของสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพที่เชื้อราผลิต ต่อการยับยั้งการงอกของเมล็ดวัชพืช และยับยั้งการเจริญเติบโตของต้นอ่อนวัชพืช ต่อสมบัติของดิน ในชุดดินที่มีสมบัติแตกต่างกัน

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

การตรวจเอกสาร

1. วัชพืช

วัชพืช หมายถึง พืชที่ขึ้นในที่ ๆ ไม่ต้องการให้ขึ้น ไม่มีประโยชน์ ทำความเสียหายแก่พืชปลูก มนุษย์และสภาพแวดล้อม ซึ่งวัชพืชมีความสามารถในการขยายพันธุ์ แพร่พันธุ์ได้ดี และทนทานต่อการควบคุมกำจัด (พรชัย, 2540)

1.1 ปัญหาของวัชพืชในทางการเกษตร

ปัจจุบันผู้บริโภคทั้งภายในและต่างประเทศ ตระหนักถึงความปลอดภัยในการบริโภคอาหาร ส่งผลให้ความต้องการผลผลิตในระบบเกษตรอินทรีย์มีมากขึ้นร้อยละ 20 เกษตรกรจึงให้ความสนใจการผลิตพืชในระบบเกษตรอินทรีย์อย่างแพร่หลาย หากแต่ว่าในระบบการผลิตพบว่าการจัดการวัชพืชยังคงเป็นปัญหาสำคัญ เนื่องจากในพื้นที่ปลูกผักมักพบเมล็ดของวัชพืชจำนวนมาก ซึ่งติดมากับปุ๋ยหมัก และปุ๋ยคอก อีกทั้งในแปลงผักมีความชื้นที่เหมาะสมสำหรับการงอกของวัชพืช ส่งผลให้พืชปลูกได้รับความเสียหายทั้งทางตรง และทางอ้อม สอดคล้องกับการศึกษาของ อนุสรณ์ และ อาริยันต์ (2533) ที่ศึกษาผลกระทบจากวัชพืชที่มีต่อผลผลิตของถั่วเหลือง พบว่าในสภาพการปลูกถั่วเหลืองที่มีวัชพืชใบแคบ และใบกว้างขึ้นแข่งขันในแปลงทดลอง 10 แปลง ทำให้ผลผลิตลดลงเฉลี่ยประมาณร้อยละ 23 รวมทั้งรายงานของจรูญ และ จันทร์เพ็ญ (2536) พบว่า ถั่วเหลืองพันธุ์ สจ.4 ได้รับผลกระทบจากวัชพืช ทำให้ผลผลิตลดลงร้อยละ 63 และกลุ่มวิจัยวัชพืช (2547) รายงานการแข่งขันและความเสียหายที่เกิดจากวัชพืชในการผลิตพืชชนิดต่าง ๆ เช่น วัชพืชก่อความเสียหายกับผลผลิตข้าวร้อยละ 25-75 ผลผลิตพืชไร่ เช่น ข้าวโพดร้อยละ 80 ถั่วเหลืองร้อยละ 40-80 ถั่วเขียวร้อยละ 30-80 ถั่วลิสงร้อยละ 30-70 ข้าวฟ่างร้อยละ 20-100 ฝ้ายร้อยละ 20 ปอแก้ว และปอกระเจาร้อยละ 30-50 มันสำปะหลังร้อยละ 20-90 อ้อยร้อยละ 60 และสับปะรดร้อยละ 50 เป็นต้น

นอกจากนี้การระบาดของวัชพืชยังพบแพร่หลายในต่างประเทศ อาทิ Cramer (1967) ได้ศึกษาผลเสียหายจากวัชพืชในพื้นที่เพาะปลูกข้าวโพดทั่วโลก พบว่า ในทวีปยุโรปมีการระบาดของวัชพืชทำให้ผลผลิตของข้าวโพดลดลงร้อยละ 6 ขณะที่ทวีปเอเชียผลผลิตลดลงร้อยละ 15 และทวีปแอฟริกาผลผลิตลดลงร้อยละ 35

ความเสียหายที่เกิดจากวัชพืชส่วนหนึ่งสะท้อนให้เห็นจากข้อมูลแสดงปริมาณและมูลค่าการนำเข้าสารกำจัดศัตรูพืช จากสถิติปี 2552 ประเทศไทยมีปริมาณการนำเข้าสารกำจัดศัตรูพืช 118,152 ตัน มีมูลค่า 16,816,000,000 บาท ซึ่งพบว่าจะมีการนำเข้าสารกำจัดศัตรูพืชมากขึ้นทุกปี สอดคล้องกับสถิติใน

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ปี 2554 ที่มีปริมาณการนำเข้าสารกำจัดศัตรูพืชมากถึง 170,771 ตัน และมูลค่าการนำเข้าสารกำจัดศัตรูพืชมีมูลค่า 20,859,520,004 บาท (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2552, 2554)

1.2 วัชพืชที่พบมากในแปลงผลิตผักภาคกลาง

ศิริพร และ มัตติกา (2551) สำรวจวัชพืชในแปลงผัก ภาคตะวันออกเฉียงเหนือและภาคกลาง โดยสำรวจพื้นที่ผลิตผัก 39 ชนิด ได้แก่ กระเจี๊ยบ กะหล่ำดอก กะหล่ำปลี กะเพรา หน่อไม้ฝรั่ง คื่นช่าย แตงกวา แตงไทยอ่อน ถั่วแขก ถั่วฝักยาว ถั่วพู น้ำเต้า บวบงู บวบหอม ผักกวางตุ้ง ผักกาดขาว ผักกาดเขียวปลี ผักกาดหอม ผักกาดหัว ผักคะน้า ผักชี กุยช่าย ตั้งโอ๋ ผักชีลาว ผักบุ้ง ผักบุ้งแกง ผักเสี้ยน ผักหวาน พริกขี้หนู ฟัก มะเขือเจ้าพระยา มะเขือม่วง มะเขือยาว มะระจีน มันแกว สะระแหน่ หอมแบ่ง หัวไชท้าว และโหระพา พบวัชพืชทั้งสิ้น 168 ชนิด ใน 123 สกุลของ 45 วงศ์ โดยชนิดวัชพืช และความถี่จากจำนวน 88 แปลงที่สำรวจ พบหญ้าตีนกา เยอคุม หญ้าปากควาย และหญ้าตีนนก มีความถี่สูงสุดร้อยละ 4.4 รองลงมา คือ ผักโขมหัด และผักโขม มีความถี่ร้อยละ 3.9 และพบหญ้าข้าวนก หญ้าปล้อง และหญ้านกสีชมพู มีความถี่ร้อยละ 3.6

จันทร์เพ็ญ และคณะ (2549) สำรวจแปลงผลิตมะเขือเทศ และข้าวโพดหวาน ในพื้นที่ภาคกลาง ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ และภาคเหนือ พบวัชพืชมีปริมาณมากและมีความถี่สูง ซึ่งจัดเป็นวัชพืชเด่น โดยพิจารณาจากค่า sum dominant ratio (SDR) ได้แก่ หญ้าตีนนก หญ้าตีนกา มีค่า SDR ร้อยละ 12 และ 10.6 ตามลำดับ วัชพืชลำดับรองลงมา ได้แก่ แห้วหมู ผักโขม สร้อยนกเขา และ *Chenopodium ficifolium* มีค่า SDR ร้อยละ 7.0, 5.6, 4.8 และ 4.7 ตามลำดับ ส่วนวัชพืชที่พบในแปลงข้าวโพดมีทั้งหมด 22 วงศ์ 55 สกุล 61 พันธุ์ วัชพืชเด่น ได้แก่ สาบแร้งสาบกามีค่า SDR ร้อยละ 10.5 วัชพืชลำดับรองลงมา ได้แก่ หญ้าตีนนก หญ้าตีนกา ผักเบี้ยหิน และผักเสี้ยนผี มีค่า SDR ร้อยละ 5.6 4.6 3.9 และ 3.6 ตามลำดับ

1.3 ชีววิทยาของวัชพืช

1.3.1 ชีพจักรของวัชพืช คือ ช่วงเวลาการมีชีวิตตั้งแต่เริ่มงอก จนกระทั่งวัชพืชตายลงมีความสั้นยาว แตกต่างกันไป วัชพืชที่พบทั่วไปในประเทศไทยแบ่งออกเป็น 2 พวกใหญ่ ๆ ได้แก่

ก) ชีพจักรของวัชพืชล้มลุก หรือวัชพืชปีเดียว (life cycle of annual weed) เริ่มจากการงอกจากเมล็ด ที่จะต้องมีสภาพแวดล้อมและคุณสมบัติภายในของเมล็ดเหมาะสม ภายหลังจากวัชพืชงอกขึ้นเป็นต้นแล้วจะเข้าสู่ระยะการเจริญเติบโตทางด้านลำต้นและใบ เรียกว่า vegetative growth ในระยะที่วัชพืชมีการเจริญเติบโตทางด้านลำต้นและใบเป็นช่วงที่มีความสำคัญมากที่สุด เพราะช่วงดังกล่าววัชพืชจะสร้างปัญหากับพืชปลูกอย่างมาก

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ข) ชีพจักรของวัชพืชข้ามปี (life cycle of perennial weed) เป็นวัชพืชที่มีอายุการเจริญเติบโตใน 1 ชีพจักรยาวนานกว่าวัชพืชล้มลุก อาจใช้เวลาหลายฤดู หรือหลายปี โดยที่ต้นเดิมสามารถเจริญเติบโตต่อไปอย่างต่อเนื่อง ความแตกต่างของวัชพืชข้ามปี จะมีส่วนขยายพันธุ์อย่างอื่นอีก นอกจากขยายพันธุ์ด้วยเมล็ด เช่น หัว ไหล เหง้า ราก ลำต้น (ใต้ดิน) ฯลฯ เป็นต้น (พรชัย, 2540)

1.3.2 การขยายพันธุ์วัชพืช

วัชพืชมีการงอก เป็นต้นใหม่ได้ 2 แบบ คือ การงอกออกจากส่วนของเมล็ด ซึ่งเป็นการขยายพันธุ์ของวัชพืชแบบใช้เพศ (sexual reproduction) และการงอกออกจากส่วนขยายพันธุ์อื่น ๆ เช่น ราก เหง้า หัว ไหล และลำต้น (ใต้ดิน) เป็นต้น ซึ่งเป็นการขยายพันธุ์แบบไม่ใช้เพศ (vegetative reproduction) ลักษณะการงอกของวัชพืชทั้ง 2 แบบจะแตกต่างกัน

ก) การขยายพันธุ์ของวัชพืชแบบใช้เพศ (sexual reproduction) วัชพืชล้มลุก (annual weed) และวัชพืชข้ามปี (perennial weed) มีโอกาสที่จะผลิตเมล็ดซึ่งเป็นการขยายพันธุ์แบบใช้เพศลักษณะการงอกของต้นวัชพืชจากเมล็ดนั้น

ข) การขยายพันธุ์แบบไม่ใช้เพศ (vegetative reproduction) เป็นการงอกของวัชพืชจากส่วนขยายพันธุ์ต่าง ๆ นอกเหนือจากเมล็ด เช่น ราก เหง้า หัว ไหล และลำต้น (ใต้ดิน) เป็นต้น ซึ่งส่วนใหญ่เป็นการขยายพันธุ์ของวัชพืชยืนต้น การงอกแบบนี้ จะเกิดจากตาและส่วนขยายพันธุ์ต่าง ๆ ซึ่งจัดเป็นการขยายพันธุ์แบบไม่ใช้เพศ ต้นใหม่ที่งอกขึ้นมานั้นจะเป็นต้นที่มาจากต้นเดิม เช่น แห้วหมูงอกจากหัว หรือตา เป็นต้น (พรชัย, 2540)

1.3.3 ปัจจัยที่มีผลต่อการงอกของเมล็ดของวัชพืช

1) อายุของเมล็ด มีความสัมพันธ์กับความสามารถในการงอก เมล็ดของวัชพืชที่มีการสุกแก่เหมาะสม จะมีโอกาสงอกได้มากกว่าเมล็ดอายุอ่อน หรือแก่เกินไป

2) ลักษณะของเมล็ด ขนาดของเมล็ด ความหนาของเปลือกหุ้มเมล็ด มีผลต่อความสามารถในการงอกของเมล็ดวัชพืช เมล็ดที่มีความสมบูรณ์ที่มีขนาดใหญ่จะมีอาหารสะสมคือ endosperm มากกว่าเมล็ดที่มีขนาดเล็ก ความหนาบางของเปลือกหุ้มเมล็ด มีผลต่อความสามารถในการดูดซึมน้ำ และอากาศ (ออกซิเจน) เข้าสู่เมล็ด เพื่อใช้ในการงอกตามกระบวนการต่าง ๆ ลักษณะของเมล็ดวัชพืชที่มีเปลือกหุ้มเมล็ดหนา เรียกว่า hard seed การงอกของเมล็ดวัชพืชต้องอาศัยความชื้นที่มีอยู่แล้วในเมล็ดและความชื้นที่ถูกดูดซึมผ่านเข้าไปทางเปลือกหุ้มเมล็ด นอกจากนี้ต้องมีอากาศ หรือออกซิเจน เพื่อใช้ใน

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

กระบวนการทางชีวเคมีภายในเมล็ด ลักษณะของเมล็ดที่มีเปลือกหนา จะเป็นตัวกลางที่ทำให้เมล็ดงอกได้ยาก แต่ลักษณะดังกล่าวมีผลทำให้เมล็ดวัชพืชมีการพักตัวได้ เพิ่มโอกาสอยู่รอดในสภาพแวดล้อมที่ยังไม่เหมาะสมในการเจริญเติบโต และการที่เมล็ดดังกล่าวไม่ดูดซึมสารป้องกันกำจัดวัชพืชเข้าไป ถือว่าเป็นการปรับตัวให้มีความทนทานต่อการใช้สารป้องกันกำจัดวัชพืชประเภทก่อนงอก

3) การพักตัวของเมล็ด (dormancy) เป็นสภาพที่เมล็ดหยุดกระบวนการงอกช่วงเวลาหนึ่ง แล้วจะมีการงอกในช่วงเวลาหลังการพักตัวของเมล็ดวัชพืชนั้น ความจริงแล้วก็คือกลไกในการอยู่รอดอย่างหนึ่งของวัชพืชตามธรรมชาติ เช่น เมื่อวัชพืชเข้าสู่ช่วงที่มีการออกดอกผลิตเมล็ดอาจเป็นช่วงที่สภาพอากาศแห้ง ดินไม่มีความชื้น ดังนั้นเมล็ดวัชพืชที่ตกลงบนดินอาจมีการพักตัว เพื่อรอสภาพแวดล้อมที่เหมาะสมในฤดูต่อไป ซึ่งเป็นฤดูฝน บางกรณีวัชพืชบางชนิดมีการงอกทันทีที่ตกลงบนผิวดินในสภาพที่ไม่เหมาะสม เช่น อากาศหนาว ดินไม่มีความชื้น เป็นต้น จะทำให้วัชพืชตายได้ ความยาวนานในการพักตัวของวัชพืชจะแตกต่างกันไปอาจมีระยะเวลานานเป็นเดือน หรือปี

4) ปัจจัยภายนอก เช่น แสงแดด อุณหภูมิ ความชื้นดิน ออกซิเจน คาร์บอนไดออกไซด์ โครงสร้าง และเนื้อดิน สารเคมีในดิน และการเขตกรรม ฯลฯ เป็นต้น (พรชัย, 2540; สุเทวี, 2550)

1.3.4 วิธีแก้ระยะพักตัวของเมล็ดวัชพืช

ในกรณีที่มีการพักตัวทางสรีรวิทยาของเมล็ด เมล็ดที่มีเปลือกแข็ง หรือมีสารยับยั้งการงอกของเมล็ด จะต้องใช้วิธีพิเศษต่าง ๆ ร่วมกับการทดสอบความงอก ดังนี้

1) การแช่เมล็ดในน้ำ (soaking) เมล็ดบางชนิดมีเปลือกแข็ง ทำให้เมล็ดดูดน้ำจากวัสดุเพาะได้ยาก ต้องนำเมล็ดมาแช่น้ำ 24-48 ชั่วโมง แล้วนำเมล็ดไปทดสอบการงอกทันที (เกลียวพันธ์, 2540)

2) การขัดผิวเมล็ด (mechanical scarification) ใช้กับเมล็ดที่มีเปลือกแข็ง โดยนำเมล็ดมาขัดถูเมล็ดด้วยกระดาษทราย ทำการขัดถูด้วยกระดาษทรายนาน 3-5 นาที ก่อนนำไปทดสอบความงอก (สถิตและสายันต์, 2534)

3) แช่ gibberellic acid (GA_3) นำเมล็ดมาแช่สารละลาย gibberellic acid (GA_3) ที่ความเข้มข้นความเข้มข้น 0.05 เปอร์เซ็นต์ จะกระตุ้นการงอกของเมล็ด (สุเทวี, 2550)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

1.4 วิธีการป้องกันกำจัดวัชพืช (method of weed control)

1.4.1 การป้องกันกำจัดโดยวิธีกล (mechanical control) เป็นวิธีการกำจัดวัชพืชที่ไม่เกี่ยวข้องกับสารเคมี ซึ่งเป็นการใช้แรงงานคน แรงงานสัตว์ การใช้เครื่องทุ่นแรง การใช้ไฟเผา และการใช้วัสดุคลุม (พรชัย, 2540)

1.4.2 การป้องกันกำจัดโดยวิธีเขตกรรม (culture method) เป็นวิธีการปฏิบัติในแปลงปลูกพืช เพื่อลดปัญหาการแก่งแย่งแข่งขันของวัชพืชทางอ้อม เช่น การขังน้ำในนา การระบายน้ำ การปลูกพืชคลุมดิน การปลูกพืชหมุนเวียน การปลูกพืชแซม และการจัดการเกี่ยวกับการใส่ปุ๋ยที่ถูกต้องและเหมาะสม เป็นต้น (พรชัย, 2540)

1.4.3 การป้องกันกำจัดโดยวิธีการผสมผสาน (integrated management) เป็นการใช้วิธีการกำจัดหลายรูปแบบร่วมกัน จึงเป็นแนวทางหนึ่งที่ทำให้เกิดความปลอดภัย ปฏิบัติได้ไม่ยากได้ผลดีกว่าวิธีการเดียว ช่วยลดต้นทุนและมีประสิทธิภาพเพิ่มมากขึ้น ตัวอย่างการป้องกันกำจัดวัชพืชโดยวิธีการผสมผสานที่ปฏิบัติกัน คือ การใช้วัสดุคลุมดินร่วมกับการใช้สารกำจัดศัตรูพืช อาทิเช่น ในกรณีของการปลูกหอม กระเทียม เกษตรกรจะทำการพ่นสารป้องกันกำจัดวัชพืชลงไปภายหลังการยกร่องเตรียมดิน ต่อจากนั้นจึงนำเอาฟางข้าวมาคลุม เนื่องจากการคลุมฟางข้าวช่วยรักษาความชุ่มชื้นของดินและช่วยลดการขึ้นแก่งแย่งแข่งขันของวัชพืช (พรชัย, 2540) หรือการไถพลิกดินช่วยให้ส่วนของวัชพืชหลุดจากดิน ตากแดดให้เศษวัชพืชแห้งตายแล้วไถกลบลงดินให้ลึกพอที่จะไม่สามารถขึ้นมาได้ (ธวัชชัย, 2540)

1.4.4 การควบคุมวัชพืชโดยชีววิธี (biological weed control) เป็นวิธีการใช้ศัตรูธรรมชาติของวัชพืช ได้แก่ แมลง หรือเชื้อรา เป็นต้น เพื่อควบคุมหรือยับยั้งการเจริญเติบโตของประชากรวัชพืช เช่นการใช้เชื้อราในรูปสารละลายสปอร์ (Boari and Vurro, 2004) ใช้ฉีดพ่นเช่นเดียวกับสารป้องกันกำจัดวัชพืชทั่วไป ข้อดีของการควบคุมวัชพืชโดยชีววิธี คือ สามารถควบคุมประชากรของวัชพืชได้แล้วสิ่งมีชีวิตที่ใช้ในการควบคุมจะสามารถผลิต และแพร่ขยายประชากรในสภาพแวดล้อมด้วยตัวมันเอง และมีประสิทธิภาพในการควบคุมวัชพืชตลอดไปจนกว่าสภาวะสมดุลจะถูกทำลาย ซึ่งโดยทั่วไปจะใช้เวลานาน ปัจจุบันได้มีการผลิตสารป้องกันกำจัดวัชพืชทางชีวภาพออกจำหน่ายเป็นการค้า 2 ชนิด คือ Collego TM เพื่อควบคุม Jointvech (*Aeshynomene virginica*) และ Devine เพื่อควบคุม stranglervine (*Morrenia odorata*) (ดวงพร, 2543) ซึ่งสอดคล้องกับ พรชัย (2540) ที่ได้ป้องกันกำจัดวัชพืชโดยชีววิธี (biological weed control) ซึ่งเป็นวิธีการใช้สิ่งมีชีวิตต่าง ๆ มาจัดการวัชพืชในแปลงปลูกพืช การป้องกันกำจัดวัชพืชโดยวิธีนี้ไม่ได้มีวัตถุประสงค์ในการควบคุมวัชพืชให้สมบูรณ์ถึง 100 เปอร์เซ็นต์ แต่เป็นการลดปริมาณวัชพืชในระดับหนึ่งเท่านั้น ซึ่งมีระดับต่ำกว่าความเสียหายทางเศรษฐกิจ ดังนั้นการป้องกันกำจัดวัชพืชโดยชีววิธีนี้ คือ การลดปริมาณวัชพืชให้อยู่ในระดับที่ไม่ทำให้พืชปลูกเสียหาย

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ปัจจุบันเริ่มมีการศึกษาการใช้สารออกฤทธิ์ทางชีวภาพที่สกัดจากธรรมชาติ เพื่อนำมาใช้ควบคุมวัชพืชมากขึ้น เนื่องจากสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพเป็นสารอินทรีย์ที่สกัดจากธรรมชาติ มีฤทธิ์จำเพาะเจาะจง สามารถสลายตัวในสิ่งแวดล้อมได้ง่าย ปลอดภัยต่อผู้ใช้ และสิ่งแวดล้อม (ปัทมา, 2551) ตัวอย่าง การใช้สารออกฤทธิ์ทางชีวภาพที่สกัดจากพืช หรือสิ่งมีชีวิต เพื่อใช้ควบคุมวัชพืช เช่น การใช้สารออกฤทธิ์ทางชีวภาพจากหญ้าดอกขาว (*Leptochloa chinensis*) ที่ความเข้มข้น 10 มิลลิกรัมต่อไมโครลิตร เพื่อยับยั้งการงอกของเมล็ดไมยราบยักษ์ (วิมลพรรณ และ อารีวรรณ, 2552) และการใช้เชื้อรา *Fusarium solani* ในรูปของสารกรองหยาบ และสารกรองละเอียด เพื่อยับยั้งการงอกของหญ้าแม่มด (Ahmed *et al*., 2001) เป็นต้น

1.4.5 การป้องกันกำจัดโดยการใช้สารป้องกันกำจัดวัชพืช (herbicide) หมายถึง สารเคมีชนิดใด ๆ ก็ตามที่นำมาใช้เพื่อฆ่าทำลาย หรือยับยั้งการเจริญเติบโตของวัชพืช ไม่ว่าจะเป็นในขณะที่วัชพืชกำลังงอกขึ้นมา หรือยังเป็นเมล็ดอยู่ ตลอดจนชิ้นส่วนต่าง ๆ ของวัชพืชที่ขยายพันธุ์อยู่ในดินหรืออยู่บนดิน (ทศพล, 2545) มีการใช้อย่างแพร่หลายทั้งการกำจัดวัชพืชในพื้นที่เกษตรทั่วไป และนอกพื้นที่เกษตร ปัจจุบันการผลิตสารเคมีมีประสิทธิภาพสูง คือ ใช้ปริมาณน้อย เลือกทำลาย และมีผลกระทบต่อสภาวะแวดล้อมต่ำ (พรชัย, 2540)

สารป้องกันกำจัดวัชพืชที่ใช้ในปัจจุบันส่วนใหญ่เป็นสารอินทรีย์ เนื่องจากสารป้องกันกำจัดวัชพืชที่เป็นอินทรีย์สามารถสลายตัวในสิ่งแวดล้อมได้ง่ายกว่าสารอนินทรีย์ แต่การใช้สารป้องกันกำจัดวัชพืชที่เป็นสารประกอบสารอนินทรีย์ ต้องใช้ในอัตราที่ค่อนข้างสูงซึ่งอาจก่อให้เกิดอันตรายต่อมนุษย์และสัตว์เลี้ยงได้

2. สมบัติต่าง ๆ ของดิน ที่มีผลต่อประสิทธิภาพของสารอินทรีย์

สารอินทรีย์ หรือวัสดุอินทรีย์ต่าง ๆ คือ เศษซากพืช กิ่ง ใบ ตลอดจนรากพืชที่ทับถมกัน เมื่อถูกจุลินทรีย์ในดินเข้าทำลายก็จะผสมคลุกเคล้าไปในดิน ซากของสัตว์ต่าง ๆ ตลอดจนมูลที่ถ่ายออกมาเมื่อสลายแล้ว จัดเป็นอินทรียวัตถุในดินด้วย (คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา, 2541)

การควบคุม และกำจัดวัชพืชโดยใช้สารป้องกันกำจัดวัชพืช จะใช้ทั้งสารอินทรีย์ และสารอนินทรีย์ส่งผลให้เกิดการสะสมของสารต่าง ๆ ในดิน การใช้สารอินทรีย์ในการควบคุม และกำจัดวัชพืชจะทำให้สารสามารถสลายตัวในสิ่งแวดล้อมได้ง่ายกว่าสารอนินทรีย์ ส่งผลให้มีเกิดอันตรายต่อมนุษย์ และสัตว์เลี้ยงลดลง เช่น สารออกฤทธิ์ทางชีวภาพที่ผลิตจากเชื้อรา

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สารออกฤทธิ์ทางชีวภาพเป็นสารอินทรีย์ที่สกัดจากธรรมชาติ เช่น พืช เชื้อรา และ แบคทีเรีย ฯลฯ เป็นต้น มีฤทธิ์จำเพาะเจาะจง สามารถสลายตัวในสิ่งแวดล้อมได้ง่าย มีความปลอดภัยต่อผู้ใช้ และสิ่งแวดล้อม (ปัทมา, 2551) สารป้องกันกำจัดวัชพืชที่ใช้ในปัจจุบันส่วนใหญ่เป็นสารอินทรีย์ เนื่องจากสารป้องกันกำจัดวัชพืชที่เป็นอินทรีย์สามารถสลายตัวในสิ่งแวดล้อมได้ง่ายกว่าสารอนินทรีย์ นอกจากนี้แล้ว การใช้สารป้องกันกำจัดวัชพืชที่เป็นสารประกอบอนินทรีย์ จะใช้ในอัตราที่ค่อนข้างสูงและเป็นอันตรายต่อมนุษย์และสัตว์เลี้ยง (ทศพล, 2545)

ดังนั้น จึงมีแนวทางการศึกษาสมบัติต่าง ๆ ของดิน ที่มีผลต่อประสิทธิภาพของสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพ ต่อการยับยั้งการงอกของเมล็ดวัชพืชและการเจริญเติบโตของต้นอ่อนของวัชพืชในดิน

2.1 กระบวนการที่ก่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของสารอินทรีย์

เนื่องจากสารป้องกันกำจัดวัชพืชและสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพเป็นสารอินทรีย์ เมื่อลงสู่ดินจะเกิดการเปลี่ยนแปลงเช่นเดียวกับสารอินทรีย์ทั่วไป กระบวนการที่เกิดขึ้นกับสารอินทรีย์มีทั้งกระบวนการด้านกายภาพ ทางเคมี และทางชีวภาพ (Scheunert, 1993) โดยกระบวนการทางด้านกายภาพ และเคมีจัดเป็นกระบวนการหลักที่มีความสำคัญอย่างยิ่ง โดยเฉพาะกระบวนการดูดซับ และการเคลื่อนย้ายของสารอินทรีย์ในดิน การดูดซับเป็นกระบวนการทางเคมีที่มีความสำคัญมากที่สุดในดิน เนื่องจากกระบวนการดูดซับสารอินทรีย์เป็นตัวกำหนดปริมาณสารอินทรีย์ที่คงเหลืออยู่บนอนุภาคดินความรุนแรงของกระบวนการดังกล่าวจะขึ้นอยู่กับสมบัติของดิน เช่น อุณหภูมิ และความชื้นดิน ขนาดอนุภาคดิน ไอออนต่าง ๆ ในสารละลายดิน เป็นต้น (Mirsal, 2004) อีกทั้งยังพบว่า กระบวนการดูดซับมวลสารในดินยังขึ้นอยู่กับชนิดและปริมาณของแร่ดินเหนียว ปริมาณอินทรียวัตถุ และพีเอชดิน (Brady and Ray, 2002)

กระบวนการหลักที่ก่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงสารอินทรีย์ โดยเฉพาะสารที่ใช้ทางดินมีอยู่ด้วยกัน 3 กระบวนการ ได้แก่

2.1.1 กระบวนการทางกายภาพ

ก) การระเหย (volatility) สู่บรรยากาศ เป็นการเปลี่ยนสถานะของสาร เป็นการเกิดการเคลื่อนย้ายของสารอินทรีย์สู่บรรยากาศในรูปของแก๊ส โดยมีความดันไอของสารเคมีเป็นปัจจัยที่สำคัญกล่าวคือ การที่ความดันไอสูงทำให้การระเหยเกิดขึ้นสูงตามไปด้วย ปกติการระเหยของสารอินทรีย์จะเกิดในสภาพอากาศร้อน แสงแดดจัด และลมแรง การระเหยเป็นสาเหตุที่ก่อให้เกิดการสูญเสียโมเลกุลของสารอินทรีย์ ประสิทธิภาพของสารลดลง ปัจจัยที่ส่งเสริมให้เกิดการระเหยของสารป้องกันกำจัดวัชพืช ได้แก่ อุณหภูมิ การเคลื่อนย้ายของน้ำสู่ผิวดิน และการถูกดูดซับโดยอนุภาคดิน (ธวัชชัย, 2540)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ข) การถูกชะล้าง (leaching) เป็นการเคลื่อนย้ายผ่านดินในรูปของเหลว ส่งผลให้สารเกิดการเคลื่อนย้ายไปสัมผัสวัชพืช แต่ในขณะเดียวกันการชะล้างอาจก่อให้เกิดการสะสมของสารอินทรีย์ในดินชั้นล่าง และน้ำใต้ดิน ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการชะล้าง ได้แก่ โครงสร้างของดิน เนื้อดิน ปริมาณน้ำในดิน ความสามารถในการละลายน้ำของสาร และการดูดซับของอนุภาคดิน (Brady and Ray, 2002)

ค) การเคลื่อนย้ายไปกับอนุภาคดิน เกิดจากการกร่อนดินโดยน้ำ และลมเป็นการเคลื่อนย้ายของสารอินทรีย์ออกจากพื้นที่เป้าหมาย โดยติดไปกับอนุภาคดินขนาดเล็กออกจากพื้นที่เดิม เนื่องจากอิทธิพลของลม และน้ำ ก่อให้เกิดการสูญเสียสารอินทรีย์และทำให้ประสิทธิภาพในการทำลายของสารอินทรีย์ลดลง

ง) การชะล้างสู่แหล่งน้ำผิวดิน จากการไหลบ่าหน้าดิน ก่อให้เกิดการสูญเสียสารอินทรีย์ออกจากพื้นที่ ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการชะล้างสารสู่แหล่งน้ำผิวดิน ได้แก่ โครงสร้างของดิน เนื้อดิน ปริมาณอินทรียวัตถุ และการดูดซับของสารอินทรีย์กับอนุภาคดิน

2.1.2 กระบวนการทางเคมี

ก) การสลายตัวโดยแสงแดด (photodecomposition) เกิดเนื่องจากรังสีแม่เหล็กไฟฟ้าหรือแสง ซึ่งเกิดจากการทำปฏิกิริยากับแสงที่สารอินทรีย์ดูดซับมาโดยตรง หรือแสงไปเหนี่ยวนำให้เกิดปฏิกิริยากับสารอินทรีย์อื่น พลังงานในแสงแดดเป็นตัวกระตุ้นให้เกิดการเปลี่ยนแปลงโมเลกุลของสารอินทรีย์ และส่วนใหญ่เกิดในสภาพที่มีแสงแดดจัด และสารอินทรีย์ที่เป็นชนิดที่ทำปฏิกิริยากับแสง (ธวัชชัย, 2540; ทศพล, 2545)

ข) การถูกดูดซับโดยอนุภาคดิน (adsorption) คือ การเกาะยึดกันระหว่างไอออน หรือโมเลกุลของสารอินทรีย์กับองค์ประกอบของดิน ได้แก่ แร่องค์ประกอบดิน ไอออนและอินทรียวัตถุในดิน ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการดูดซับของสารอินทรีย์ในดิน ได้แก่ อุณหภูมิดิน ความชื้น พีเอชดิน เนื้อดิน ชนิดและปริมาณแร่ดินเหนียว และอินทรียวัตถุในดิน ถ้าอุณหภูมิสูงจะก่อให้เกิดการระเหยของสาร ทำให้การดูดซับในดินค่อนข้างน้อย สารจะถูกดูดซับในสภาพที่ดินแห้งได้มากกว่าสภาพชื้น ดินที่เป็นกรดจะดูดซับสารได้มากกว่าดินที่เป็นด่าง สารอินทรีย์ที่มีประจุบวกจะดูดซับกับดินเหนียวได้มากกว่าดินทราย และการดูดซับในแร่ดินเหนียวที่มีโครงสร้างแบบ 2:1 (montmorillonite) จะมากกว่าพวก 1:1 (kaolinite) (Wild, 1993) นอกจากนี้ พบว่า ในดินจะประกอบด้วยอินทรีย์คอลลอยด์ (organic colloids) และอนินทรีย์คอลลอยด์ (inorganic colloids) ที่มีผลต่อการถูกดูดซับโดยอนุภาคดิน (adsorption soil) สารคอลลอยด์ในดินมี 2 ชนิด คือ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

1) อินทรีย์คอลลอยด์ (organic colloids) คือ สารคอลลอยด์ที่เป็นสารอินทรีย์ ได้แก่ ฮิวมัส (humus) คือ อินทรียวัตถุจากเศษซากพืชและซากสัตว์ที่ย่อยสลายเป็นชิ้นเล็กชิ้นน้อยจนไม่สลายต่อไปอีกแล้ว เราเรียกว่า ฮิวมัสคอลลอยด์ (colloidal humus) มีคุณสมบัติ ดังนี้

- ความสามารถในการดูดซับแคตไอออนและแอนไอออนสูง ในดินทั่วไปปริมาณของแคตไอออนที่ถูกดูดซับโดยสารอินทรียวัตถุในดินอยู่ในช่วงร้อยละ 30-90 ของปริมาณที่ดินดูดซับได้ทั้งหมด เนื่องจากประจุลบที่มีอยู่มากของอินทรียวัตถุ ส่วนใหญ่เกิดจากการ dissociation ของสารประกอบบางกลุ่ม ได้แก่ กลุ่มคาร์บอกซิลิก (carboxylic group: -COOH) กลุ่มไฮดรอกซิล (hydroxyl group: -OH) และกลุ่มฟีนอลิก (phenolic OH group) โดยที่ H^+ จะแตกตัวออกมา

- มีค่าความจุแลกเปลี่ยนแคตไอออนในดินสูง เหมือนกับดินเหนียวซิลิเกตที่สามารถดูดซับประจุบวกได้ดี เช่น Ca^{2+} H^+ Mg^{2+} K^+ และ Na^+ เป็นต้น การแทนที่ของประจุจึงเหมือนกับอนุภาคดินเหนียว

2) อนินทรีย์คอลลอยด์ (inorganic colloids) คือ สารคอลลอยด์ที่เป็นสารประเภทสารอนินทรีย์ ได้แก่ แร่ดินเหนียวซิลิเกต รองลงมา คือ พวกไฮดรัสออกไซด์ของเหล็ก และอะลูมินัม มีคุณสมบัติดังนี้

- แร่ดินเหนียว การดูดซับแคตไอออนจะเกิดขึ้นบริเวณผิวของแร่ดินเหนียว ซึ่งดูดซับกันอย่างหลวม ๆ หรือเรียกว่า แคตไอออนที่ถูกดูดซับ ได้แก่ Ca^{2+} H^+ Mg^{2+} K^+ และ Na^+

- ไฮดรัสออกไซด์ของเหล็ก และอะลูมินัม มีพื้นที่ผิวต่ำ จะมีแต่พื้นที่ผิวภายนอกเท่านั้นไม่มีหลืบ หรือ interlayer อย่างแร่ดินเหนียว ดังนั้น สมบัติเกี่ยวกับการดูดยึดน้ำ และ แคตไอออนจะน้อยมาก (คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา, 2541)

ค) การแลกเปลี่ยนไอออน (ionic exchange) เป็นการเปลี่ยนแปลงเนื่องจากไอออนหรือโมเลกุลของสารอินทรีย์มีการแลกเปลี่ยนไอออนกับไอออนของธาตุต่าง ๆ ที่อยู่บนผิวอนุภาคดิน หรือในสารละลายดิน ขึ้นกับชนิดประจุของสารอินทรีย์และประจุที่อยู่บนผิวอนุภาคดิน

2.1.3 กระบวนการทางชีวภาพ

การย่อยสลายสารอินทรีย์โดยจุลินทรีย์ดิน เป็นกระบวนการที่มีความสำคัญมากต่อการเปลี่ยนแปลงปริมาณสารอินทรีย์ในสภาพแวดล้อม เนื่องจากจุลินทรีย์ดินบางชนิดสามารถที่จะย่อยสาร

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

อินทรีย์ได้อย่างรวดเร็ว ให้กลายเป็นองค์ประกอบที่ไม่มีพิษ จุลินทรีย์ดินที่มีบทบาทในการย่อยสลายสารอินทรีย์ อาทิ สารป้องกันกำจัดวัชพืชในดิน เช่น เชื้อรา แอคติโนไมซีส และ แบคทีเรีย ฯลฯ เป็นต้น ปัจจัยที่ส่งเสริมบทบาทของจุลินทรีย์ขึ้นอยู่กับ ปริมาณสารอินทรีย์ ปริมาณและกลุ่มของจุลินทรีย์ และสภาพแวดล้อมในดิน เช่น อุณหภูมิดิน ความชื้น และปริมาณออกซิเจน (ธวัชชัย, 2540)

2.2 ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการดูดซับสารอินทรีย์ภายใต้สภาพแวดล้อมต่าง ๆ

การดูดซับของสารอินทรีย์ในดิน มีปัจจัยควบคุมกลไกการดูดซับ ไม่ว่าจะเป็นสมบัติดิน หรือสมบัติของสารอินทรีย์ จากการรวบรวมข้อมูลงานวิจัยที่เกี่ยวข้องสรุปได้ว่า ปัจจัยที่มีผลต่อการดูดซับสารอินทรีย์ มีดังนี้

2.2.1 สมบัติต่าง ๆ ของดินที่มีผลต่อการดูดซับสารอินทรีย์

สุชาดา (2548) ศึกษาการดูดซับของอาทราซีนและอะลาคลอร์ กับชุดดินเสนา ชุดดินอยุธยา ชุดดินกำแพงแสน และชุดดินโคราช และวิเคราะห์หาสมบัติดินที่เกี่ยวข้องกับการดูดซับ โดยหาสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างปริมาณสารถูกดูดซับ ที่ระดับความเข้มข้นต่าง ๆ พบว่า สมบัติดินที่มีอิทธิพลต่อการดูดซับอาทราซีน ได้แก่ ปริมาณแร่ดินเหนียว อินทรียวัตถุ ไอออนในสารละลายดิน และค่าพีเอชดิน สอดคล้องกับสมบัติดินที่มีอิทธิพลต่อการดูดซับอะลาคลอร์ คือ ปริมาณแร่ดินเหนียวอินทรียวัตถุ และชนิดของไอออนในสารละลายดิน เมื่อพิจารณาสัมประสิทธิ์การกระจายตัวของการดูดซับ พบว่าดินทั้ง 4 มีลักษณะของสัมประสิทธิ์การกระจายตัวที่เหมือนกัน คือ ในดินมีความเข้มข้นของอะลาคลอร์ต่ำ การดูดซับจะสูงมาก แต่เมื่อความเข้มข้นของอะลาคลอร์ในสารละลายดินสูง จะมีค่าสัมประสิทธิ์การกระจายตัวที่ต่ำ พบว่า ค่าของสัมประสิทธิ์ดังกล่าวมีความแตกต่างกันอย่างมากแสดงให้เห็นถึงสมบัติดินเป็นปัจจัยหลักที่มีความสำคัญต่อการดูดซับอะลาคลอร์

Ownley *et al.* (2003) ศึกษาปัจจัย และคุณสมบัติของดินที่มีผลต่อการพัฒนาสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพ Phenazine ผลิตจากเชื้อแบคทีเรีย *Pseudomonas fluorescens* เป็นเชื้อปรปักษ์กับเชื้อรา *Gaeumannomyces graminis* ซึ่งเป็นเชื้อราก่อโรค โดยเชื้อแบคทีเรียจะผลิตสาร phenazine-1-carboxylate [PCA^{+}] ได้ทำการศึกษาใน 10 ชุดดินและศึกษาสมบัติของดิน 16 สมบัติ แล้วหาความสัมพันธ์ที่มีผลต่อการเกิดโรค พบว่า สารชีวภาพมีประสิทธิภาพต่ำ ถ้ามีความจุแลกเปลี่ยนแคตไอออน กรดที่แลกเปลี่ยนได้ เหล็ก แมงกานีส ร้อยละของอนุภาคดินเหนียว ร้อยละของอินทรียวัตถุร้อยละของอนุภาคทรายแป้ง คาร์บอนทั้งหมด และไนโตรเจนทั้งหมด ในปริมาณที่สูง นอกจากนั้นยังพบว่า สมบัติของดิน 6 ลักษณะ มีผลต่อประสิทธิภาพของสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพ คือ แอมโมเนียม ไนโตรเจน

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ความจุแลกเปลี่ยนแคตไอออน เหล็ก ร้อยละของอนุภาคทรายแป้ง พีเอชดิน และสังกะสี จากผลการทดลองดังกล่าวช่วยให้สามารถพัฒนาสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพได้ โดยใส่สังกะสีในปริมาณ 50 ไมโครกรัมของ Zinc-EDTA ต่อน้ำหนักดิน 1 กรัม ในทางตรงกันข้าม ถ้ามีร้อยละของอินทรียวัตถุในดินสูง สารออกฤทธิ์ทางชีวภาพจะมีประสิทธิภาพต่ำ เนื่องจากมีจุลินทรีย์แข่งขันสูง จากการศึกษาดังกล่าวบ่งชี้ได้ว่าสมบัติดินมีความสำคัญ ดังนั้นก่อนที่จะใช้สารออกฤทธิ์ทางชีวภาพในพื้นที่การเกษตรให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุด ควรศึกษาพฤติกรรมของสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพในดินก่อนใช้

Si *et al*. (2009) ศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อคุณสมบัติของดินด้านความลึกที่มีผลต่อการดูดซับ และการย่อยสลายสารป้องกันกำจัดวัชพืช เพื่อประเมินลักษณะการดูดซับ การย่อยสลาย และอัตราการแพร่กระจายของสาร metolachlor ในชั้นดินบน และชั้นดินล่าง พบว่า จะเกิดการดูดซับของสาร metolachlor ในดินบนที่มีอินทรียวัตถุสูง โดยค่าสัมประสิทธิ์การดูดซับ (K_{ads}) จะมีค่าต่ำตามความลึกที่เพิ่มขึ้น แสดงให้เห็นการดูดซับน้อยกว่าที่ระดับความลึกที่ต่ำกว่า และศักยภาพในการชะล้างสาร metolachlor หลังจากผ่านดินชั้นบน โดยพบว่า เกิดการย่อยสลายสารป้องกันกำจัดวัชพืชสูงที่สุดที่ความลึก 0-50 เซนติเมตร และจะมีการย่อยสลายสารน้อยที่สุดที่ความลึก 350-425 เซนติเมตร กล่าวได้ว่ากิจกรรมของจุลินทรีย์ในดิน มีผลต่อการย่อยสลายของสารป้องกันกำจัดวัชพืชอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

2.2.2 ชนิด และปริมาณแร่ดินเหนียว

ชนิด และปริมาณของแร่องค์ประกอบดิน มีความสำคัญต่อการดูดซับสารป้องกันกำจัดวัชพืช เนื่องจากองค์ประกอบดังกล่าวมีความเกี่ยวข้องกับ สัดส่วนพื้นที่ดูดซับ และกระบวนการแลกเปลี่ยนประจุของไอออน หรือโมเลกุลที่อยู่ในสารละลายดินกับอนุภาคดิน ดังนั้น ในการศึกษาการดูดซับ หรือการเคลื่อนย้ายของสารเคมีในดิน จึงให้ความสำคัญกับปัจจัยด้านองค์ประกอบทางแร่ของดินเป็นอย่างมาก ชนิดของแร่ดินเหนียวเป็นปัจจัยหนึ่งที่มีความสำคัญต่อลักษณะการดูดซับสารป้องกันกำจัดวัชพืชในดินและสามารถจัดเรียงลำดับความสามารถในการดูดซับสารป้องกันกำจัดวัชพืชของแร่ดินเหนียวชนิดต่าง ๆ ได้ดังนี้ smectite > illite > kaolinite เป็นลำดับที่มีความสัมพันธ์กับพื้นที่ผิวดูดซับ หรือความจุแลกเปลี่ยนแคตไอออนของแร่ดินเหนียวเหล่านี้ (Wild, 1993; Xu *et al*. 2001) สอดคล้องกับงานวิจัยของ พัฒนเดช (2529) ที่ศึกษาการเคลื่อนย้าย และความคงทนของสารป้องกันกำจัดวัชพืชของอาทราซีนในพื้นที่ที่มีความลาดชันแตกต่างกัน ณ สถานีเกษตรอ่างขาง พบว่า ดินที่มีอนุภาคดินเหนียวประมาณร้อยละ 30-80 และมีปริมาณอินทรียวัตถุในดินอยู่ในช่วงร้อยละ 2.0-4.5 จะมีความสามารถดูดซับสารอาทราซีนไว้ได้ทั้งหมด หรือเกือบทั้งหมด เช่นเดียวกับการศึกษาของ Clay *et al*. (1997) ที่ศึกษาการดูดซับและการสลายตัวของสารอะลาคลอร์ในดิน และตะกอนลำน้ำ พบว่า ปริมาณอะลาคลอร์ที่ถูกดูดซับในชั้นดินบนระดับความลึก 0-30 เซนติเมตร มากกว่าปริมาณที่พบในดินชั้นล่างระดับความลึก 31-120

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

เซนติเมตร ถึง 13 เท่า ปริมาณสารดูดซับจะลดลงตามระดับความลึกของดิน เนื่องจากปริมาณดินเหนียวจะลดลงตามระดับความลึกของดิน

2.2.3 เนื้อดิน

เนื้อดินเป็นสมบัติที่เกี่ยวข้องกับการกระจายขนาดอนุภาคของดิน ได้แก่ ทราย (sand) ทรายแป้ง (silt) และดินเหนียว (clay) ซึ่งสัดส่วนอนุภาคดินทั้งสามขนาดเป็นตัวกำหนดความหยาบความละเอียดของอนุภาคอนินทรีย์ที่เป็นองค์ประกอบของดินนั้น (คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา, 2541) นอกจากนี้เนื้อดินยังมีความเกี่ยวข้องกับพื้นที่ผิวจำเพาะของดิน ดินที่มีสัดส่วนอนุภาคทั้งสามแตกต่างกันก็จะมีผลต่อพื้นที่ผิวดูดซับของดิน และความสามารถในการดูดซับไอออน หรือโมเลกุลของสารเคมีในดินด้วย สอดคล้องกับ Oliveira *et al*. (2001) ที่ศึกษาการดูดซับสารป้องกันกำจัดวัชพืชอาทราซีนและสารอะลาคลอร์ในดิน Brazilian ที่มีเนื้อดินต่างกัน ได้แก่ ดินเหนียว ดินร่วนเหนียวปนทราย ดินร่วน-ปนทราย ดินทรายปนร่วน และดินทราย พบว่า ดินเหนียวจะมีปริมาณการดูดซับของสารทั้งสองชนิดสูงสุด เช่นเดียวกับการศึกษาของ DeSutter *et al*. (2003) ที่ศึกษาการดูดซับ และปลดปล่อยสารอาทราซีนของดินตะกอนลมหอบ พบว่า เนื้อดินมีอิทธิพลต่อลักษณะการดูดซับ และการปลดปล่อยสารอาทราซีน โดยในดินร่วนมีปริมาณการดูดซับของสารอาทราซีน ขึ้นอยู่กับปริมาณอินทรีย์คาร์บอน ส่วนดินร่วนเหนียวปนทรายแป้ง ปริมาณการดูดซับอาทราซีนมีความสัมพันธ์กับปริมาณอินทรีย์คาร์บอนและปริมาณอนุภาคดินเหนียว

2.2.4 ขนาดเม็ดดิน

DeSutter *et al*. (2003) ศึกษาอิทธิพลของขนาดเม็ดดินต่อการดูดซับ และปลดปล่อยอาทราซีนในดินตะกอนลมหอบ พบว่า เม็ดดินขนาดเล็กสามารถดูดซับอาทราซีนได้น้อยกว่าเม็ดดินที่มีขนาดใหญ่ เนื่องจากเม็ดดินขนาดใหญ่มีพื้นที่ผิวดูดซับมากกว่า ทั้งพื้นที่ผิวภายนอกและพื้นที่ภายในของอนุภาคดินซึ่งประกอบกันเป็นเม็ดดินขนาดใหญ่

2.2.5 ปริมาณอินทรียวัตถุในดิน

อินทรียวัตถุในดิน เป็นองค์ประกอบสำคัญของดินที่มีอิทธิพลอย่างมากต่อสมบัติต่าง ๆ ของดินทั้งทางเคมี ฟิสิกส์ และชีวภาพ ความสามารถในการดูดซับไอออนของอินทรียวัตถุในดินนั้นสูงมาก โดยทั่วไปความสามารถในการดูดซับของอินทรียวัตถุจะสูงกว่าคอลลอยด์ประเภทอื่น ๆ 2-30 เท่าในดิน ซึ่งปริมาณของแคตไอออนที่ถูกดูดซับโดยอินทรียวัตถุจะอยู่ในช่วงร้อยละ 30-90 ของปริมาณแคตไอออนที่ดินดูดซับได้ทั้งหมด (คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา, 2541) เนื่องจากอินทรียวัตถุมีประจุลบ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

บนพื้นผิวเป็นจำนวนมาก ดังนั้น อินทรียวัตถุจึงเป็นปัจจัยที่สำคัญในการดึงดูดสารป้องกันกำจัดวัชพืชของดิน

Alves *et al.* (2001) ศึกษาการดูดซับ และการปลดปล่อยสารป้องกันกำจัดวัชพืชของสารอะลาคลอร์ในปุ๋ยหมัก 2 ชนิด พบว่า ปุ๋ยหมักที่ใส่ลงไปทำให้การดูดซับสารอะลาคลอร์ในดินนั้นเพิ่มขึ้น เนื่องจากปุ๋ยหมักช่วยเพิ่มปริมาณอินทรียวัตถุในดิน หรือเพิ่มพื้นที่ผิวดูดซับของอนุภาคดิน กลไกการดูดซับสารอะลาคลอร์เกิดจากสารประกอบพวกอะโรมาติก และอะลิฟาติกของหมู่ฟังก์ชันเกิดการสร้างพันธะกับกลุ่มหน้าที่หลักพวกฟีนอลิก คาร์บอกซิลิก (-COOH) และเอไมด์ (-CO-NH2, -CO-NH-, -CO-N-) บนพื้นผิวของอินทรียวัตถุ สอดคล้องกับการศึกษาของ Liu *et al.* (2002) ที่ศึกษาอิทธิพลของกรดฮิวมิก และแร่ดินเหนียวต่อการดูดซับสารป้องกันกำจัดวัชพืชอะลาคลอร์ พบว่า ดินที่มีปริมาณกรดฮิวมิกและปริมาณแร่ดินเหนียวสูง จะมีความสามารถดูดซับอะลาคลอร์ได้สูง สัดส่วนระหว่างแร่ดินเหนียวกับกรดฮิวมิกที่ส่งผลในการดูดซับสูงสุด คือ 60 : 40 โดยน้ำหนัก เช่นเดียวกับการศึกษาของ Konda *et al.* (2002) ที่ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างการดูดซับอาทราซีนกับปริมาณอินทรียวัตถุในดิน พบว่า ค่าคงที่การดูดซับอาทราซีนของดินมีความสัมพันธ์ในเชิงบวกกับปริมาณอินทรียวัตถุดินกล่าว คือ ดินที่มีปริมาณอินทรียวัตถุสูง จะสามารถดูดซับอาทราซีนไว้ในดินได้สูงกว่าดินที่มีอินทรียวัตถุต่ำ

2.2.6 ค่าพีเอชดิน

ค่าพีเอชของดินเป็นค่าที่แสดงถึงความเป็นกรดด่างของดิน มีอิทธิพลต่อการเปลี่ยนแปลงประจุบางส่วนบนพื้นที่ผิวอนุภาคดิน และมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงปฏิกิริยาเคมีและไอออนต่าง ๆ ในสารละลายดิน จึงถือได้ว่าค่าพีเอชดินเป็นปัจจัยหนึ่งที่มีความสำคัญต่อการดูดซับมวลสารในดินด้วยเช่นกัน

Clausen and Fabricius (2001) ศึกษาการดูดซับอาทราซีนของดินที่มีสารประกอบของเหล็กออกไซด์ และทดสอบอิทธิพลร่วมระหว่างพีเอชและแคลเซียมคลอไรด์ พบว่า การดูดซับอาทราซีนของดินมีความสัมพันธ์กับค่าพีเอชและปริมาณแคลเซียมคลอไรด์ในดิน โดยปริมาณอาทราซีนที่ถูกดูดซับจะเพิ่มขึ้น เมื่อค่าพีเอชและปริมาณแคลเซียมคลอไรด์ลดลง แสดงว่าการดูดซับอาทราซีนของดินที่มีสารประกอบเหล็กออกไซด์จะเกิดขึ้นได้ดีในสภาพที่ดินเป็นกรดสอดคล้องกับ Liu *et al.* (2002) ที่ศึกษาอิทธิพลของพีเอชต่อความสามารถในการดูดซับของแร่ดินเหนียวต่ออะลาคลอร์ พบว่า การดูดซับสารอะลาคลอร์ของดินเหนียวมีความสัมพันธ์กับความเป็นกรดของดิน กล่าวคือ ดินที่เป็นกรดจะมีความสามารถในการดูดซับอะลาคลอร์ได้มากกว่าดินที่ค่อนข้างเป็นด่าง กลไกการดูดซับอะลาคลอร์ของดินเกิดจากการสร้างพันธะระหว่างไอออนบริเวณพื้นที่ผิวดินกับกลุ่มหน้าที่หลักคาร์บอนิล (-CO-) ในโครงสร้างของสารป้องกันกำจัดวัชพืช

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

2.2.7 ปฏิกิริยาเคมีที่เกิดในดิน

ปฏิกิริยาทางเคมีในดิน เช่น oxidation reduction และ hydrolysis เป็นต้น ส่วนใหญ่เป็นกระบวนการที่ต่อเนื่องจากการเปลี่ยนแปลงของสภาพแวดล้อมภายในดิน ได้แก่ อุณหภูมิดิน ความชื้น การเปลี่ยนแปลงของระดับน้ำใต้ดิน ปฏิกิริยาทางเคมีต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นในดิน ส่งผลต่อกระบวนการอื่น ๆ ในดิน ได้แก่ การเปลี่ยนแปลงค่าพีเอชไอออน หรือโมเลกุลของสารต่าง ๆ ในสารละลายดิน ซึ่งกระบวนการเหล่านี้มีความเกี่ยวข้องกับการดูดซับ และการเคลื่อนย้ายมวลสารในดิน สอดคล้องกับการศึกษาของ Xu *et al*. (2001) ที่ศึกษาการเปลี่ยนแปลงของสารอาทราซีน และอะลาคลอร์ในสภาพรีดักชัน และมีแร่ดินเหนียวพวกสเมกไทต์เป็นองค์ประกอบหลัก พบว่า ในสภาพรีดักชันการดูดซับสารป้องกันกำจัดวัชพืชของดินจะสูงกว่าสภาพปกติ เนื่องจากปฏิกิริยารีดักชันของไอออนที่อยู่ในสารละลายดิน เช่น Fe^{+3} มีผลต่อการเปลี่ยนแปลง pH-dependent charge จึงทำให้ความสามารถในการดูดซับสารป้องกันกำจัดวัชพืชของดินสูงขึ้น กระบวนการดูดซับที่เกิดขึ้นระหว่างสารป้องกันกำจัดวัชพืชทั้งสองกับผิวของแร่ดินเหนียวเกิดจากพันธะไฮโดรเจนของโมเลกุลน้ำที่อยู่รอบ ๆ ชั้นของไอออนบวกที่ผิวอนุภาค ซึ่งทำหน้าที่คล้ายสะพานเชื่อมระหว่างประจุบนผิวแร่ดินเหนียว (Fe^{+3}) กับโมเลกุลของสารป้องกันกำจัดวัชพืช

2.2.8 ไอออนต่าง ๆ ในสารละลายดิน

ไอออน หรือโมเลกุลต่าง ๆ ในสารละลายดิน มีอิทธิพลต่อการดูดซับสารป้องกันกำจัดวัชพืชของดิน เนื่องจากไอออนในสารละลายดินมีทั้งไอออนบวกและลบ จึงทำหน้าที่ช่วยส่งเสริมและแก่งแย่งการดูดซับของมวลสารบนผิวอนุภาคดิน สอดคล้องกับการศึกษาของ Liu *et a*l. (2002) ที่ศึกษาอิทธิพลของชนิดไอออนในสารละลายดินต่อการดูดซับสารป้องกันกำจัดวัชพืชอะลาคลอร์ พบว่าการดูดซับสารอะลาคลอร์ของดินมีความสัมพันธ์กับแคตไอออน พวกแคลเซียม (Ca^{+2}) แมกนีเซียม (Mg^{+3}) อะลูมินัม (Al^{+3}) และเหล็ก (Fe^{+3}) แสดงสมบัติความเป็นกรดด่างของดิน ดินที่เป็นกรดมาก (มีไอออน Al^{+3} และ Fe^{+3} มาก) จะมีการดูดซับสารป้องกันกำจัดวัชพืชได้มากกว่าดินที่ค่อนข้างเป็นด่าง (มีไอออน Ca^{+2} และ Mg^{+3} มาก) การดูดซับเกิดจากการสร้างพันธะระหว่างไอออนในดินกับกลุ่มคาร์บอนิลในโครงสร้างของสารป้องกันกำจัดวัชพืช

2.2.9 จุลินทรีย์ดิน

จุลินทรีย์ดิน เป็นปัจจัยทางชีวภาพที่มีอิทธิพลต่อกระบวนการเปลี่ยนแปลงมวลของสารอินทรีย์ในดิน เนื่องจากจุลินทรีย์ดินสามารถใช้สารเหล่านี้เป็นแหล่งอาหาร และพลังงานในการเจริญ-

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

เติบโต กระบวนการใช้พลังงานของจุลินทรีย์ดินที่ก่อให้เกิดการสูญเสียสารป้องกันกำจัดวัชพืชที่ใส่ลงไปในดินและอาจเกิดการสร้างสารชนิดใหม่ขึ้นมา หรือมีการปลดปล่อยสารที่มีสมบัติเป็นกรดในสารละลายดินและมีผลกระทบต่อกระบวนการอื่น ๆ สอดคล้องกับการศึกษาของ Struthers *et al*. (1998) ที่ศึกษาการสลายตัวทางชีวภาพของอาทราซีน โดยเชื้อแบคทีเรีย *Agrobacterium radiobactor* J14a พบว่า จุลินทรีย์ดังกล่าวสามารถย่อยสลายอาทราซีนในดินให้กลายเป็นสารประกอบอินทรีย์ชนิดใหม่ที่มีโครงสร้างใกล้เคียงกับสารเดิมได้จำนวนหนึ่ง ซึ่งการย่อยสลายสารอาทราซีนของจุลินทรีย์ชนิดนี้จะเกิดในช่วงต้นของการเจริญเติบโตเท่านั้น เนื่องจากจุลินทรีย์ใช้สารอาทราซีนเป็นแหล่งคาร์บอน

2.3 กลไกการดูดซับสารอินทรีย์ในดิน

กระบวนการดูดซับของสารป้องกันกำจัดวัชพืชในดิน ประกอบด้วยกระบวนการทางฟิสิกส์และเคมี แรงทางฟิสิกส์ที่อนุภาคดินใช้ในการดูดซับมวลสาร ได้แก่ แรงแวนเดอร์วาลส์ ซึ่งเป็นแรงดูดซับที่ค่อนข้างอ่อน และแรงดูดซับทางประจุไฟฟ้าที่ค่อนข้างซับซ้อน เกิดขึ้นบริเวณผิวภายนอกของอนุภาคดิน ส่วนแรงดูดซับทางเคมีเกิดจากปฏิกิริยาร่วมของหลาย ๆ กระบวนการที่เกิดขึ้นในช่วงเวลาสั้น ๆ ที่บริเวณพื้นที่ผิวภายในที่ซับซ้อนของอนุภาคดิน ได้แก่ กระบวนการแลกเปลี่ยนประจุภายใน การเกิดพันธะโควาเลนต์ และพันธะไฮโดรเจน (Spark and Swift, 2002) ซึ่งสามารถอธิบายได้ ดังนี้

1) กลไกการดูดซับเกิดจากการแลกเปลี่ยนประจุบริเวณผิวอนุภาค เป็นกลไกการดูดซับสารป้องกันกำจัดวัชพืชของดินที่อาศัยกระบวนการแลกเปลี่ยนประจุ หรือไอออนระหว่างโมเลกุลของสารป้องกันกำจัดวัชพืชกับอนุภาคดิน ขึ้นอยู่กับค่าพีเอชของดินเป็นสำคัญ เนื่องจากการเปลี่ยนแปลงของประจุที่อยู่บนผิวอนุภาคดินบางส่วนขึ้นอยู่กับค่าพีเอชดิน (pH-dependent charge) นอกจากนี้ ยังพบว่า ค่าพีเอชมีอิทธิพลต่อการเปลี่ยนแปลงประจุของสารป้องกันกำจัดวัชพืชหลายชนิด ส่งผลให้โมเลกุลของสารป้องกันกำจัดวัชพืชมีประจุบวก สามารถจะดูดซับกับประจุลบที่ผิวของอนุภาคดินได้ เช่น สารป้องกันกำจัดวัชพืชกลุ่มอาทราซีน เมื่ออยู่ในดินที่มีสภาพเป็นกรดจะเกิดการเปลี่ยนแปลง ดังนี้

$$T + H_2O \longleftrightarrow HT + OH^-$$

2) การดูดซับของสารป้องกันกำจัดวัชพืชกับอนุภาคดินเกิดเนื่องจากพันธะทางกายภาพการดูดซับเช่นนี้จะเกิดในบริเวณที่ไม่มีประจุ ซึ่งสารที่ถูกดูดซับมักเป็นสารที่มีโมเลกุลขนาดใหญ่ และอาศัยแรงดึงดูดที่ค่อนข้างอ่อน เช่น แรงแวนเดอร์วาลส์ เป็นต้น

3) การดูดซับที่เกิดจากพันธะไฮโดรเจน จะเกิดขึ้นเมื่อโครงสร้างโมเลกุลของสารป้องกันกำจัดวัชพืชมีไฮโดรเจน เช่น –NH-O โดยไฮโดรเจนไอออนจะทำหน้าที่เป็นสะพานเชื่อมระหว่างอะตอมของออกซิเจนบนอนุภาคดินเหนียว และอะตอมของออกซิเจนจากหมู่คาร์บอกซิลของสารประกอบอินทรีย์

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

คาร์บอนในดิน หรือการเกิดพันธะไฮโดรเจน เนื่องจากโมเลกุลของน้ำที่อยู่รอบ ๆ อนุภาคดิน ทำหน้าที่เป็นสะพานเชื่อมระหว่างโมเลกุลของสารป้องกันกำจัดวัชพืชกับไอออนของโลหะที่อยู่ในโครงสร้างของอนุภาคดิน

4) การดูดซับที่เกิดจากพันธะโคออดิเนต เป็นพันธะระหว่างอนุภาคดิน และสารป้องกันกำจัดวัชพืช เนื่องจากการใช้อิเล็กตรอนร่วมกันระหว่างสารป้องกันกำจัดวัชพืชและผิวของแร่ดินเหนียวหรือสารประกอบอินทรีย์ (Wild, 1993)

2.4 กลุ่มหน้าที่หลักบนผิวอนุภาคดิน (surface functional groups)

กลุ่มหน้าที่หลัก (functional groups) บนผิวอนุภาคดินที่มีบทบาทสำคัญในกระบวนการดูดซับสารป้องกันกำจัดวัชพืชประกอบด้วย กลุ่มของสารอินทรีย์ และสารอนินทรีย์กลุ่มของสารอินทรีย์ ได้แก่ หมู่คาร์บอกซิล (-COOH) หมู่คาร์บอนิล (-CO-) และหมู่ฟีนอลิก สำหรับโมเลกุลของสารอนินทรีย์ ได้แก่ อะตอมของออกซิเจนที่จับกับโครงสร้างแผ่นซิลิกา (silica sheet) ของอนุภาคดินเหนียวและหมู่ไฮดรอกซิล (-OH) ที่อยู่บริเวณขอบของแร่ดินเหนียว เช่น kaolinite และ amorphous เป็นต้น รวมทั้งออกไซด์ของโลหะออกซีไฮดรอกไซด์ (-O-OH) และ ไฮดรอกไซด์ (-OH) กลุ่มหน้าที่หลักเหล่านี้สามารถก่อให้เกิดประจุที่เป็นบวก หรือลบได้ โดยกระบวนการดูดซับของไฮโดรเจนไอออน (H^+) และไฮดรอกซี-ไอออน (OH^-) ดังสมการ (Spark and Swift, 2002)

$$S\text{-}OH + H^+ \longleftrightarrow S\text{-}OH_2^+$$

$$S\text{-}OH \longleftrightarrow S\text{-}O^- + H^+$$

3. การศึกษาเชื้อราเพื่อนำมาใช้ประโยชน์ในการควบคุมวัชพืช

3.1 การศึกษาเชื้อราสาเหตุโรควัชพืช เพื่อการควบคุมวัชพืชในประเทศไทย และต่างประเทศ

จิตรา (2547) ศึกษาความหลากหลายของเชื้อราบนวัชพืชที่เป็นโรคในแปลงผัก และแนวทางการนำมาใช้ควบคุมวัชพืชทางชีวภาพ โดยเก็บตัวอย่างวัชพืชที่เป็นโรคใบจุด และใบไหม้บริเวณแปลงปลูกผัก พบวัชพืช 13 ชนิดที่แสดงอาการเป็นโรค ได้แก่ แห้วหมู ผักปราบใบแคบ หญ้าขจรจบดอกเล็ก หญ้าโขย่ง หญ้าตีนกา หญ้าตีนติด หญ้าตีนกา หญ้าตีนนก หญ้านกสีชมพู หญ้าปากควาย ผักเบี้ยหิน ผักขมน้ำนมราชสีห์ และผักยาง ทำการแยกเชื้อราสาเหตุโดยวิธี tissue transplanting และ moist chamber สามารถแยกราจากวัชพืชได้จำนวน 642 สายพันธุ์ (isolate) จำแนกเป็น 21 genera และ 34 species ทำการทดสอบความสามารถในการทำให้เกิดโรคของเชื้อรากับวัชพืชและผักทดสอบ โดยใช้เชื้อรา *Drechslera holmii Exselohilum rostratum* และ *Stemphylium sarciniforne* ที่ทดสอบกับวัชพืช ได้แก่ แห้วหมู

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

หญ้าปากควาย ผักเบี้ยหิน ผักคะน้า และกวางตุ้ง ในเรือนปลูกพืชทดลอง เมื่อพืชอายุ 4 สัปดาห์ ทำแผลที่ใบและฉีดพ่นสารละลายสปอร์ของเชื้อราทั้ง 3 ชนิดที่ความเข้มข้น 10^6 สปอร์ต่อมิลลิลิตร สำหรับเชื้อรา *Exselohilum rostratum* จากหญ้าปากควาย ทำให้หญ้าปากควายเกิดโรครุนแรง พืชมีอาการจุดสีน้ำตาล เกิดกระจายทั่วใบ แผลขยายใหญ่รวมกันเป็นแผลไหม้ และ เชื้อรานี้ไม่ทำให้พืชทดสอบชนิดอื่นเป็นโรค ส่วนเชื้อรา *Drechslera holmii* ที่แยกได้จากหญ้าปากควายทำให้หญ้าปากควายที่มีอาการใบจุดสีน้ำตาลขนาดเล็ก อาการเกิดโรคไม่รุนแรง และ รานี้ไม่ทำให้พืชทดสอบชนิดอื่นเป็นโรค เชื้อรา *Stemphylium sarciniforne* จากผักเบี้ยหินทำให้ผักเบี้ยหินเป็นโรคใบจุดแผลขยายตัวรวมกันเป็นแผลขนาดใหญ่ และเชื้อรานี้ไม่ทำให้พืชทดสอบชนิดอื่นเป็นโรค ดังนั้น *Exselohilum rostratum* และ *Stemphylium sarciniforne* จึงเป็นเชื้อราที่มีศักยภาพในการพิจารณานำมาทดลองใช้ในการควบคุมวัชพืช เช่น หญ้าปากควาย และผักเบี้ยหินในแปลงผัก สอดคล้องกับการศึกษาของ Chen and Ni (1999) ที่ศึกษาการแยกเชื้อราสาเหตุโรคพืชและเชื้อราชนิดอื่น ๆ จากใบหญ้าข้าวนก ซึ่งเป็นวัชพืชที่สำคัญในนาข้าวของประเทศจีน พบเชื้อราจำนวน 8 ชนิด ได้แก่ *Curvularia lunata Curvularia clavata Curvularia eragrostidis Alternaria alternate Exserohilum monocer Epicoccum purpurascens Dendrodochium auvantiacum* และ *Bipolaris schoemaker* โดยพบว่า เชื้อรา *C. lunata C. clavata C. eragrostidis* และ *A. alternata* ก่อให้เกิดโรคกับข้าว ส่วนเชื้อรา *Exserohilum monocer* ไม่ก่อให้เกิดโรคกับข้าว ข้าวสาลี ฝ้าย ถั่วเหลือง ทานตะวัน เมล็ดละหุ่ง และถั่วลิสง แต่ก่อให้เกิดโรคกับข้าวโพด และ ต้นอ่อนของหญ้าข้าวนก จึงมีการพัฒนาผลิตภัณฑ์ โดยใช้เชื้อรา *E. monoceras* เพื่อควบคุมวัชพืชหญ้าข้าวนกในนาข้าว และมีการศึกษาและสำรวจเชื้อราที่ก่อโรคกับวัชพืชกาฝาก พบเชื้อรากลุ่มสำคัญอาทิ เชื้อรากลุ่ม *Fusarium* เช่น เชื้อรา *F. oxysporum* ที่ก่อโรคกับวัชพืชกาฝาก โดยสามารถเพิ่มผลผลิตพืชปลูกได้โดยทำลายวัชพืชกาฝากในช่วงต้นอ่อน จากผลการทดสอบ พบว่าเชื้อรา *Fusarium* 17 ชนิด มีเพียง 6 ชนิด ที่ส่งผลให้เกิดโรคกับวัชพืชกาฝาก คือ *F. arthrosporioides F. nygamai F. oxysporum F. oxysporum F. semitectum* var. *majus* และ *F. solani* (Abbasher and Sauerborn, 1992; Ciotola *et al*., 1995, 2000; Abbasher *et al*., 1996; Kroschel *et al*., 1996; Sauerborn *et al*., 1996; Hess *et al*., 2002; Marley *et al*., 2004)

Hetherington *et al*. (2002) ศึกษาผลกระทบของสภาพแวดล้อมที่มีต่อประสิทธิภาพของเชื้อรา *Drechslera avenacea* ที่ใช้เป็นสารชีวภาพในการควบคุมข้าวโอ๊ตป่า (*Avena fatua*) ซึ่งเป็นวัชพืชในแปลงปลูกข้าวสาลีทางตอนใต้ของประเทศออสเตรเลีย พบว่า *D. avenacea* ทำให้ข้าวโอ๊ตป่าเป็นโรครุนแรงโดยเกิดบาดแผลบนใบขนาด 1.1 เซนติเมตรต่อตารางมิลลิเมตร เมื่อใช้เชื้อราในอัตรา $1X10^5$ สปอร์ต่อมิลลิลิตร ในสภาพแวดล้อมที่เหมาะสมคือ มีความชื้นสัมพัทธ์ต่ำสุดไม่น้อยกว่าร้อยละ 50 เมื่อทดสอบทำให้ใบมีความชื้นเป็นเวลา 12-16 ชั่วโมง ณ อุณหภูมิ 20-25 องศาเซลเซียส เนื่องจากอุณหภูมิและความชื้นมีผลโดยตรงต่อการเจริญของเชื้อก่อโรค อีกทั้งการทดสอบจะมีประสิทธิภาพสูงสุดเมื่อทำการทดลองกับต้นกล้าของวัชพืชที่มีอายุระหว่าง 3-5 สัปดาห์จาก ปัจจัยดังกล่าวข้างต้นส่งผลให้พืชอ่อนแอแก่โรค

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

Boari and Vurro (2004) ศึกษาพื้นที่ที่มีการระบาดของวัชพืชประเภทกาฝาก คือ *Orobanche ramosa* ทางตอนใต้ของประเทศอิตาลี สามารถแยกเชื้อราจากพืชที่เป็นโรค พบเชื้อรา 15 species สามารถแยกเชื้อราจากพืชที่ถูกกาฝากเข้าอาศัย และวัชพืชกาฝากที่แสดงอาการเป็นโรค เชื้อราส่วนใหญ่ที่แยกได้ คือ *Fusarium oxysporum* และ *Fusarium solani* หลังจากบ่มเชื้อราที่ความเข้มข้น 10^6 สปอร์ต่อมิลลิลิตร พบว่า เชื้อทั้งสองทำให้วัชพืชกาฝากที่เจริญในรากของพืชปลูกอ่อนแอ และน้ำหนักของลำต้นกาฝากลดลงร้อยละ 60 หรือทำให้ปมที่รากของวัชพืชน้อยลงเพราะทำให้ปมของวัชพืชกาฝากเป็นโรคมากถึงร้อยละ 70

Corwin *et al*. (2007) ได้ศึกษาโรค red leaf spot ที่เกิดขึ้นกับหญ้าในสนามกอล์ฟ พบว่าโรคนี้มักเกิดในช่วงที่อุณหภูมิสูง ในเดือนมิถุนายนถึงเดือนสิงหาคม พบว่า เชื้อสาเหตุเกิดจากเชื้อรา *Drechslera erythrospila* อาการของโรค คือ จะพบแผลสีน้ำตาล หรือสีแดงบริเวณใบและจะมีแผลขนาดแตกต่างกัน ใบจะแห้งตายในที่สุด ทำให้ในสนามกอล์ฟมีประสิทธิภาพน้อยลง จึงต้องการหาแนวทางจัดการแก้ไขโรคที่เกิดขึ้น

3.2 การศึกษาสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพและสารพิษในเชื้อราในการควบคุมวัชพืช

Ishii *et al.* (1971) ศึกษา และแยกเชื้อรา *Fusarium solani* M-1-1 จากพืชตระกูลถั่ว moldy bean hulls พบเชื้อราดังกล่าวผลิตสารพิษชื่อ T-2 เป็นสารพิษชนิดใหม่โดยใช้อาหาร Czapek-Dox-peptone ของ trichothecene และ solaniol

Kadir and Ahmad (2000) สามารถแยกเชื้อรา *Drechsclera longirostrata* จากหญ้าโขย่งที่เกิดโรค และศึกษาศักยภาพของเชื้อราในการควบคุมหญ้าโขย่งในระดับห้องปฏิบัติการ และโรงเรือน หลังการฉีดพ่นราที่มีความเข้มข้นของสารละลายสปอร์ $3.5x10^5$ สปอร์ต่อมิลลิลิตร เป็นเวลา 24 ชั่วโมง พบว่าหญ้าโขย่งมีอาการเป็นแผลทั่วใบ เส้นใบมีสีดำ เกิดบาดแผลอย่างกว้างขวาง เชื้อราชนิดนี้ทำให้เกิดโรครุนแรงในหญ้าโขย่ง โดยความรุนแรงจะขึ้นกับระยะการเจริญเติบโตของหญ้าโขย่ง ทำให้หญ้าโขย่งตาย 100 เปอร์เซ็นต์ เมื่อต้นหญ้าโขย่งมีใบแท้จำนวน 2 และ 4 ใบ แต่จะก่อให้เกิดความรุนแรงของโรคร้อยละ 90 กับต้นวัชพืชที่มีใบแท้จำนวน 6 ใบ ส่งผลทำให้เกิดโรคกับหญ้าโขย่ง แต่ไม่ก่อโรคกับพืชปลูก เช่น ข้าว อ้อย และข้าวโพด จึงจัดว่าเชื้อรา *Drechsclera longirostrata* มีศักยภาพในการควบคุมหญ้าโขย่ง

3.3 การศึกษาสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพ และสารพิษในเชื้อราต่อการยับยั้งการงอกเมล็ดวัชพืช

Andolfi *et al*. (2005) พบว่า *Orobanche ramosa* (broomrape) เป็นวัชพืชกาฝากที่พบมากในแปลงมะเขือเทศและแปลงยาสูบ ทางตอนใต้ของประเทศอิตาลี เป็นวัชพืชพวกกาฝากแย่งน้ำ แร่ธาตุ และแสงจากพืชที่มันอาศัย โดยวัชพืชกาฝากจะแทง germ tube ผ่านเข้าไปในรากของพืชอาศัยแล้วสร้างปมแย่ง

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

อาหาร จึงศึกษาการยับยั้งการงอกของเมล็ด *Orobanche ramosa* ด้วยสารเมตาบอไลท์ที่ผลิตจากเชื้อรา *Myrothecium verrucaria* และ *Fusarium compactum* โดยราทั้งสองชนิดซึ่งเจริญในอาหารเหลว จะผลิตสารเมตาบอไลท์ยับยั้งการงอกของเมล็ดกาฝากที่ระดับความเข้มข้น 1-10 ไมโครโมล โดยผลการวิเคราะห์ด้วยวิธี spectroscopic พบสาร metabolites เป็นกลุ่มของ macrocyclic trichothecenes จำแนกได้ 7 ชนิด คือ verrucarins A verrucarins B verrucarins M L acetate roridin A isotrichoverrin B และ trichoverrol B ที่มีศักยภาพในการยับยั้งการงอกของเมล็ดกาฝาก และ มีพิษต่อสัตว์ คือ *Artemia salina* brine shrimps โดยสาร verrucarin E ไม่จัดอยู่ในกลุ่ม trichothecene จึงไม่มีประสิทธิภาพในการยับยั้งการงอกของเมล็ด *Orobanche ramosa* และไม่มีพิษต่อสัตว์

3.4 การศึกษาสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพ และสารพิษในเชื้อราต่อการควบคุมการเจริญของต้นอ่อนวัชพืช

Hallock *et al*. (1988) แยกสาร phytotoxic metabolite และ สาร 6,8-dihydroxy-3 (2-hydroxypropyl) isocoumarin (de-o-methydiapothin) จากเชื้อรา *Drechslera siccansc* ทำการทดสอบกับพืชอาศัย พบว่า เมื่อฉีดพ่นกับหญ้าข้าวนก (*Echinochloa crus-galli*) และผักโขมหนาม (*Amaranthus spinosus*) ต้องใช้สารออกฤทธิ์ปริมาณ 8 และ 21 มิลลิโมล ตามลำดับ จึงจะทำให้วัชพืชทั้งสองชนิดเกิดอาการใบไหม้ แต่เมื่อฉีดพ่นบนข้าวโอ้ตจะไม่พบอาการของโรค หรือพบเพียงเล็กน้อยเมื่อใช้สารนี้ในปริมาณ 4 มิลลิโมล แต่จะส่งผลให้เกิดอาการใบไหม้เมื่อฉีดพ่นกับข้าวโพด และถั่วเหลืองในความเข้มข้นระดับเดียวกัน

Evidente *et al*. (2005) ศึกษาประสิทธิภาพของสาร drazepinone ซึ่งเป็นสารที่ผลิตโดยเชื้อรา *Drechslera siccans* ซึ่งแยกจากเมล็ดหญ้า *Lolium perenne* เชื้อราจะผลิตสารออกฤทธิ์ที่มีผลต่อการก่อโรคกับหญ้าหลาย ๆ ชนิด โดยจะเกิดโรคที่ใบ และผลการวิเคราะห์สารออกฤทธิ์ที่มีผลต่อพืช โดยการกรองสารพิษของเชื้อราจากอาหารเลี้ยงเชื้อแล้ว สามารถแยกสารออกฤทธิ์ชนิดใหม่ ในกลุ่ม trisubstituted naphthofuroazepinone มีชื่อว่า drazepinone มีสูตรโครงสร้างเป็น 3, 5, 12a-trimethyl-2, 5, 5a, 12a-tetrahydro-1H-naphtho [20, 30: 4, 5] furo [2, 3-b] azepin-2-one วิเคราะห์ที่ความเข้มข้น 2 ไมโครกรัมต่อไมโครลิตรของสารละลาย โดยสารเมตาบอไลท์ที่บริสุทธิ์นี้ มีสมบัติในการเข้าทำลายวัชพืชได้หลายชนิด โดยไม่ส่งผลกระทบต่อเชื้อแบคทีเรียและเชื้อรา และมีความเป็นพิษกับสัตว์น้อย มีสมบัติเป็นสารป้องกันกำจัดวัชพืชทางชีวภาพจากธรรมชาติที่น่าสนใจ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

อุปกรณ์และวิธีการ

อุปกรณ์

1. อุปกรณ์สำหรับเก็บตัวอย่างวัชพืชขั้นพื้นฐาน

1.1 ปากกาเขียนพลาสติก

1.2 ถุงพลาสติก ยางวง และถุงกระดาษสำหรับเก็บตัวอย่าง

1.3 กรรไกรและมีด

1.4 กล้องถ่ายรูป

1.5 กระติกน้ำแข็งสำหรับเก็บตัวอย่าง

1.6 สมุดบันทึกรายละเอียดการเก็บตัวอย่าง

1.7 พลั่วสำหรับขุด

2. อุปกรณ์ในห้องปฏิบัติการขั้นพื้นฐาน

2.1 วัชพืชทดสอบ คือ หญ้าตีนกา หญ้านกสีชมพู หญ้าปากควาย ผักเบี้ยหิน แห้วหมู และผักโขม พืชปลูกที่ใช้ทดสอบ คือ ผักกาดเขียวกวางตุ้ง มะเขือเทศ

2.2 ที่คีบ

2.3 ตู้อบความร้อน

2.4 กระดาษทราย

2.5 สารเคมี เช่น กรดซัลฟูริกเข้มข้น คลอร็อกซ์ และแอลกอฮอล์

2.6 จานอาหารเลี้ยงเชื้อ

2.7 กระดาษกรองเบอร์ 1

2.8 ผ้าขาวบาง

2.9 เชื้อราทดสอบ 6 ชนิด ได้แก่ *Curvularia clavata Curvularia penniseti Drechslera rostrata Drechslera erythrospila Fusarium semitectum* และ *Fusarium solani*

2.10 อาหารเลี้ยงเชื้อสำหรับแยกเชื้อรา และเลี้ยงเชื้อรา (เช่น potato dextrose agar)

2.11 แผ่นกรองเมมเบรนขนาด 0.45 ไมโครเมตร

2.12 เครื่องแก้วที่ใช้ในการเตรียมสารเคมีและอาหารเลี้ยงเชื้อ

2.13 เข็มเขี่ย

2.14 ไมโครปิเปตต์

2.15 ตู้ปลอดเชื้อ (HARUNA; Japan)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

2.16 หม้อนึ่งความดันไอ (HIRAYAMA; Japan)

2.17 มีดผ่าตัด

2.18 กล้องจุลทรรศน์ stereo microscope

2.19 กล้องจุลทรรศน์ compound microscope ที่ถ่ายภาพได้

2.20 สไลด์และแผ่นปิดสไลด์

2.21 สีย้อม lactophenol

2.22 เครื่องชั่งน้ำหนัก

2.23 ตู้บ่มเชื้อ (incubator) รุ่น IPP-200 (MEMMERT; Germany)

2.24 ชุดกรองสุญญากาศ (SS; UK)

2.25 เครื่อง DNA thermal cycle (Techr; UK)

2.26 เครื่องปั่นเหวี่ยง รุ่น 3-18K (Sortorius; UK)

2.27 เครื่อง mini gel system รุ่น Mupid-exu (ADVANCE; Japan)

2.28 เครื่อง Denaturing gradient gel electrophoresis (SCIE-PLAS; UK)

2.29 เครื่องเขย่าควบคุมอุณหภูมิ (incubator shaker) (MEMMERT; Germany)

2.30 เครื่อง gel document (BioRad, Japan)

3. อุปกรณ์การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างคุณสมบัติของดินต่อประสิทธิภาพของสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพในการยับยั้งการงอกของเมล็ดวัชพืช และการยับยั้งการเจริญเติบโตของต้นอ่อนวัชพืช ในดินที่มีสมบัติแตกต่างกัน

3.1 ดินจากแปลงผลิตผักระบบเกษตรอินทรีย์ จำนวน 4 แปลง ได้แก่
ชุดดินบางเขน เก็บตัวอย่างดินจาก อ. บางใหญ่ จ.นนทบุรี
ชุดดินกำแพงเพชร เก็บตัวอย่างดินจาก อ. เลาขวัญ จ. กาญจนบุรี
ชุดดินกำแพงแสน เก็บตัวอย่างดินจาก อ.กำแพงแสน จ.นครปฐม
และชุดดินท่าม่วง เก็บตัวอย่างดินจาก อ.ท่าม่วง จ. กาญจนบุรี

3.2 วัชพืชทดสอบ คือ หญ้าตีนกา หญ้าข้าวนก ผักเบี้ยหิน แห้วหมูและผักโขม พืชปลูก คือ ผักกาดเขียวกวางตุ้ง และมะเขือเทศ

3.3 อุปกรณ์ในการเก็บตัวอย่างดิน และ เครื่องมือการสำรวจดินภาคสนามมาตรฐาน (เอิบ, 2542; Soil Survey Division Staff, 1993)

3.4 อุปกรณ์ และเครื่องมือในการวิเคราะห์ตัวอย่างดินและพืชในห้องปฏิบัติการ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

วิธีการ

1. คัดแยกเชื้อราจากวัชพืชที่เป็นโรคและจัดจำแนกชนิดของเชื้อราจากลักษณะทางกายภาพและลักษณะทางพันธุกรรม

1.1 คัดแยกเชื้อราจากวัชพืชที่เป็นโรค

ทำการเก็บตัวอย่างวัชพืชที่แสดงอาการผิดปกติในแปลงปลูกผักกาดเขียวกวางตุ้ง และผักชะอม ใน ต.กรับใหญ่ อ.บ้านโป่ง จ.ราชบุรี มาแยกเชื้อราสาเหตุโรค ด้วยวิธี tissue transplanting และ moist chamber (เลขา, 2533; เลขา และคณะ, 2544) เพื่อแยกเชื้อราให้ได้โคโลนีบริสุทธิ์

1.2 จัดจำแนกเชื้อราจากลักษณะทางสัณฐานวิทยาของเชื้อรา

1.2.1 ทำการจัดจำแนกชนิดของเชื้อราด้วยลักษณะทางสัณฐานวิทยา โดยนำเชื้อราที่แยกได้มาเลี้ยงบนอาหาร Potato Dextrose Agar (PDA) ส่วนราที่ไม่พบการสร้างสปอร์บนอาหารดังกล่าว มีวิธีการกระตุ้นให้ราสร้างสปอร์โดยวางเส้นใยของเชื้อราบนใบวัชพืชที่นึ่งฆ่าเชื้อแล้วที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 20 นาที แล้ววางบนอาหาร PDA ในจานเลี้ยงเชื้อราบ่มไว้ที่อุณหภูมิห้อง 28 องศาเซลเซียส หรือนำไปวางใต้แสง near UV เมื่อราสร้างสปอร์ จึงนำมาทำสไลด์ เพื่อศึกษารายละเอียดและบันทึกลักษณะต่าง ๆ ของเชื้อรา ดังต่อไปนี้ (จิตรา, 2547)

1.2.2 ศึกษาอัตราการเจริญของเชื้อราบนอาหารเลี้ยงเชื้อเมื่อบ่มเชื้อไว้เป็นเวลา 7-20 วันขึ้นกับชนิดของเชื้อรา บันทึกรายละเอียด เช่น สีของโคโลนี และถ่ายภาพเก็บไว้

1.2.3 ศึกษาลักษณะและขนาดของเส้นใย สปอร์ และ fruiting body ภายใต้กล้องจุลทรรศน์แบบ compound บันทึกรายละเอียด และถ่ายภาพเก็บไว้ (เลขา และคณะ, 2547) รวบรวมข้อมูลทั้งหมด ได้แก่ สีของโคโลนี สีของเส้นใย ขนาดของสปอร์ และ fruiting body แล้วทำการจำแนกชนิดของเชื้อรา พิจารณาตามหนังสือการจัดจำแนกชนิดของเชื้อราตามลักษณะทางสัณฐานวิทยาของเชื้อรา อาทิ หนังสือ Dematiaceous Hyphomycetes, Graminicolous species of *Bipolaris, Curvularia, Drechslera, Exserohilum* and Their Teleomorphs และ Compendium of Soil Fungi (Ellis, 1971; Sivanesan, 1987; Domsch *et al*., 1993)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

1.3 จัดจำแนกชนิดของเชื้อราจากลักษณะทางพันธุกรรม ด้วยเทคนิคชีววิทยาระดับโมเลกุล มีขั้นตอนดังนี้

1.3.1 การสกัดสารพันธุกรรม (ดีเอ็นเอ) จากตัวอย่างเชื้อรา โดยนำตัวอย่างราที่เลี้ยงบนจานอาหาร PDA ที่เจริญเกือบเต็มจานอาหารมาสกัดดีเอ็นเอ ตามวิธีของ Dellaporta *et al.* (1983) โดยการเติม phosphate buffer (pH 7.2) 1 มิลลิลิตรในจานอาหาร ขูดเส้นใยราเบา ๆ ด้วย tip ที่นึ่งฆ่าเชื้อแล้วผสมให้เข้ากัน จากนั้น pipette ตัวอย่างสารละลาย 500 ไมโครลิตร ใส่ eppendorf ขนาด 1.5 มิลลิลิตร เติมสาร extraction buffer 250 ไมโครลิตร และsodium dodecyl sulfate (SDS) ความเข้มข้น 20 เปอร์เซ็นต์ 50 ไมโครลิตร ผสมเป็นเวลา 30 นาที ด้วยเครื่อง vortex แล้วนำไปบ่มที่อุณหภูมิ 65 องศาเซลเซียส นาน 10 นาที จากนั้นเติม 5M Potassium acetate 250 ไมโครลิตร แล้วผสมด้วยมือเบา ๆ 2-3 นาที แล้วบ่มในน้ำแข็งนาน 20 นาทีจากนั้นนำสารผสมไปเหวี่ยงด้วยเครื่องหมุนเหวี่ยงที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส ด้วยความเร็วรอบ 15,000 รอบต่อนาที เป็นเวลา 20 นาที ดูดส่วนสารละลายใสใส่ eppendorf ขนาด 1.5 มิลลิลิตร เติม isopropanol 250 ไมโครลิตร (4 องศาเซลเซียส) ผสมให้เข้ากันแล้วนำไปแช่ที่อุณหภูมิ -20 องศาเซลเซียส นาน 30 นาที จากนั้นนำมาละลายที่อุณหภูมิห้องและเหวี่ยงด้วยความเร็ว 12,300 รอบต่อนาที นาน 15 นาที เทสารละลายใสทิ้งและปล่อยให้ส่วนที่เหลือ (DNA) แห้งที่อุณหภูมิห้อง นาน 15 นาที แล้วละลายดีเอ็นเอที่ได้ด้วย TE buffer 350 ไมโครลิตรด้วยมือเบา ๆ 2-3 นาที เหวี่ยงด้วยความเร็ว 13,000 รอบต่อนาทีนาน 8 นาที ดูดสารละลายใสลง eppendorf อันใหม่ แล้วตกตะกอนดีเอ็นเอโดยเติม 3M Sodium acetate (pH 5.5) ปริมาตร 1/10 เท่าของสารละลายใส และisopropanol 250 ไมโครลิตร แล้วผสมเบา ๆ โดยการพลิกกลับไปกลับมา 5-8 ครั้ง เหวี่ยงด้วยความเร็ว 13,000 รอบต่อนาที นาน 30 นาที เทส่วนสารละลายใสทิ้ง แล้วล้างตะกอนด้วย 70 เปอร์เซ็นต์ ethanol 1 มิลลิลิตร เหวี่ยงด้วยความเร็ว 13,000 นาน 1 นาที เทส่วนสารละลายใสทิ้งและ รอให้ ethanol ระเหยจนหมดที่อุณหภูมิห้องนาน 15 นาที จะได้ตะกอนดีเอ็นเอ จากนั้นละลายดีเอ็นเอที่ได้ด้วย TE buffer 20-50 ไมโครลิตร และเก็บไว้ที่อุณหภูมิ -20 องศาเซลเซียส

1.3.2 การเพิ่มปริมาณชิ้นส่วน 18S rRNA gene นำตัวอย่าง DNA ที่ได้จากข้างต้นเป็นต้นแบบสารพันธุกรรม ในการสังเคราะห์เพื่อเพิ่มปริมาณ DNA ของเชื้อราในส่วนของ 18S rRNA gene ที่มีขนาด 926 bp โดยใช้เทคนิค PCR ด้วย universal primer ที่มีความจำเพาะกับ 18S rRNA gene ประกอบไปด้วย forward primer UF1 (5'-CGA ATC GCA TGG CCT TG -3') และ reverse primer S3 (5'-AGT CAA ATT AAG CCG CAG -3') ซึ่งเสนอโดย Kappe *et al.* (1998) ซึ่งในปฏิกิริยา PCR ทั้งหมด เพื่อให้ได้ปริมาตรสุดท้ายของสารผสมเท่ากับ 30 ไมโครลิตร จึงใช้ DNA (template) ปริมาณ 1 ไมโครลิตร, 10X PCR buffer 3 ไมโครลิตร, deoxyribonucleotide triphosphate (dNTPs) mixture 0.6 ไมโครลิตร, 10 µmol UF1 และ S3 1 ไมโครลิตร และ Taq polymerase 2 ไมโครลิตร ผสมน้ำกลั่นนึ่งฆ่าเชื้อ 21.4 ไมโครลิตร ผสมลงในหลอด epppendorf ขนาด 0.5 มิลลิลิตร เมื่อผสม PCR เสร็จเรียบร้อยแล้ว จึงนำตัวอย่าง PCR ใส่

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

เครื่องเพิ่มปริมาณจำนวนดีเอ็นเอ (DNA Thermal cycle; Techne; UK) ที่ตั้งค่าเครื่อง ดังนี้ รอบที่ 1 ใช้อุณหภูมิ 95 องศาเซลเซียส 5 นาที ในขั้นตอน denaturing ใช้อุณหภูมิ 94 องศาเซลเซียส 1 นาที ในขั้นตอน annealing ใช้อุณหภูมิ 54 องศาเซลเซียส 30 วินาที ในขั้นตอน extension ใช้อุณหภูมิ 72 องศาเซลเซียส 80 วินาที เป็นจำนวนทั้งหมด 30 รอบ ในรอบสุดท้าย คือ ขั้นตอน extension สุดท้าย ใช้อุณหภูมิ 72 องศาเซลเซียส 10 นาที

1.3.3 ตรวจสอบคุณภาพ PCR product ด้วย Agarose gel electrophoresis

ตรวจสอบและวิเคราะห์ PCR product ด้วยการทำ 0.8% agarose gel electrophoresis ในสารละลาย 1X TAE buffer (Tris-acetate-EDTA) (Liu *et al*., 1997) โดยเตรียมagarose gel เข้มข้น 0.8% แล้วนำเทใส่ใน gel tray และ เสียบ comb ทิ้งไว้จนเจลแข็งตัวดีแล้วดึงออกจากนั้นก็นำ agarose gel ไปวางในเครื่อง electrophoresis ที่มี 1X TAE buffer แล้วผสม 1X loading dry และ PCR product ในอัตราส่วน 2:5 ไมโครลิตร บนแผ่นพาราฟิล์มด้วยไมโครปิเปตต์ แล้วนำสารผสมที่ได้ไปหยอดใส่หลุม agarose gel แต่ละหลุม และหยอด marker ลงในหลุมแรก และหลุมสุดท้าย เพื่อใช้เป็นตัวเปรียบเทียบ จากนั้นก็ทำการปล่อยกระแสไฟฟ้าขนาด 100 โวลต์ เป็นเวลา 30-40 นาที แล้วทำการย้อมเจลใน ethidium bromide (0.5 มิลลิกรัมต่อไมโครลิตร) เป็นเวลา 15 นาที ตามด้วยแช่ในน้ำ หรือ 1X TAE buffer เป็นเวลา 10 นาที ตรวจสอบเจลภายใต้แสง ultraviolet พร้อมถ่ายรูปเก็บไว้

1.3.4 การจัดจำแนกเชื้อราโดยเทคนิค restriction fragment length polymorphism (RFLP) เพื่อศึกษาความแตกต่างระหว่างตัวอย่างชิ้นดีเอ็นเอของเชื้อรา หรือลายพิมพ์ดีเอ็นเอของเชื้อราในแต่ละตัวอย่างโดยอาศัยการทำงานของเอนไซม์ตัดจำเพาะ 2 ชนิด คือ *Hha* I และ *Hae*III ซึ่งเป็นเอนไซม์ที่มีลำดับเบสจำเพาะ 4 คู่เบส มีจุดตัดระหว่าง G-C ทำให้สามารถจำแนกรูปแบบของลายพิมพ์ดีเอ็นเอที่ถูกตัดได้ง่าย ซึ่งมีขั้นตอนการทำเริ่มจากเตรียมpre-mixture 10 ไมโครลิตรต่อหลอด โดยเตรียมแต่ละเอนไซม์แยกกัน enzyme *Hha*I เตรียมโดยการผสมน้ำกลั่นฆ่าเชื้อ 2.8 ไมโครลิตรกับ 10X TA buffer 1 ไมโครลิตร จากนั้นเติมเอนไซม์ *Hha*I เข้มข้น 20 ยูนิตต่อไมโครลิตรปริมาตร 0.2 ไมโครลิตรต่อหลอด 10X BSA 1 ไมโครลิตร และผสมให้เข้ากันเติม PCR product จาก stock ตัวอย่างละ 5 ไมโครลิตร ลงในหลอด epppendorf ขนาด 0.5 มิลลิลิตร แล้วปิดฝาแช่ไว้ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส และเตรียม pre-mixture 10 ไมโครลิตรต่อหลอดเอนไซม์ *Hae*III โดยการผสมน้ำกลั่นฆ่าเชื้อ 3.56 ไมโครลิตร กับ 10X M buffer 1 ไมโครลิตร จากนั้นเติมเอนไซม์ *Hae*III เข้มข้น 9 ยูนิตต่อไมโครลิตร ปริมาตร 0.44 ไมโครลิตรต่อหลอด และผสมให้เข้ากันด้วยปิเปต แล้วเติม PCR product จาก stock ตัวอย่างละ 5 ไมโครลิตร ลงในหลอด epppendorf ขนาด 0.5 มิลลิลิตรและนำ pre-mixture ทั้ง 2 เอนไซม์ไปบ่มไว้ที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 16 ชั่วโมง จากนั้นนำสารผสมที่ได้มาหลอดละ 10 ไมโครลิตร ผสมกับ loading dry 2 ไมโครลิตร ผสมบนกระดาษพาราฟิล์ม แล้วนำมาตรวจสอบคุณภาพด้วย 2.5% agarose gel ใน 1X TAE

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

buffer โดยเปิดเครื่อง electrophoresis ด้วยความต่างศักย์ของกระแสไฟฟ้า 100 โวลต์ นาน 40-60 นาที หรือจนกระทั่งสีของ BPB (bromophenolblue) เคลื่อนมาถึงปลายอีกด้านหนึ่งของเจล จากนั้นก็นำเจลมาย้อมสีด้วย ethidium bromide ประมาณ 10-15 นาที และล้างด้วยน้ำกลั่น แล้วนำมาส่องภายใต้แสง ultraviolet พร้อมทั้งบันทึกภาพเจลที่ได้จะปรากฏรูปแบบแถบชิ้น DNA ขนาดต่าง ๆ ของแต่ละตัวอย่าง แล้วทำการจัดจำแนกเชื้อราจากความแตกต่างของลายพิมพ์ดีเอ็นเอของเชื้อราในแต่ละตัวอย่างจากทั้งหมด 17 ไอโซเลต คือถ้าปรากฏแถบ DNA ที่มีรูปแบบเหมือนกัน แสดงว่าเป็นจุลินทรีย์ชนิดเดียวกัน สามารถจัดกลุ่มของเชื้อราได้ ซึ่งจะบอกได้ว่ามีเชื้อรากี่กลุ่ม ตามลักษณะทางพันธุกรรม โดยเทคนิคชีววิทยาระดับโมเลกุล

จากนั้นนำข้อมูลการจัดจำแนกเชื้อราจากลักษณะทางสัณฐานวิทยาของเชื้อราและลักษณะทางพันธุกรรม มาประมวลผลร่วมกัน เพื่อจัดจำแนกชนิดของเชื้อราที่คัดแยกได้ทั้งหมด

2. ศึกษาประสิทธิภาพของสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพที่เชื้อราผลิตต่อการยับยั้งการงอกของเมล็ดวัชพืช และพืชปลูก ในระดับห้องปฏิบัติการ

2.1 เตรียมเชื้อราทดสอบสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพในรูปสารกรองหยาบ และสารกรองละเอียด

2.1.1 ถ่ายเชื้อราที่ต้องการลงอาหาร PD broth ปริมาตร 100 มิลลิลิตร ในขวดรูปชมพู่ขนาด 250 มิลลิลิตร จำนวน 3 ขวดต่อเชื้อราหนึ่งชนิด แล้วเขย่าด้วยเครื่องเขย่า (shaker) 120 รอบต่อนาที บ่มเชื้อที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 4-6 วัน

2.1.2 แล้วกรองเส้นใยราออก ด้วยกระดาษกรองเบอร์ 1 ที่ผ่านการนึ่งฆ่าเชื้อ จะได้เชื้อราในรูปสารกรองหยาบ (crude)

2.1.3 นำสารกรองหยาบ มาเตรียมเชื้อราในรูปสารกรองละเอียด (filtrate) โดยกรองผ่านกระดาษกรองขนาด 0.45 ไมโครเมตร ด้วย vacuum pump จะได้สารออกฤทธิ์ทางชีวภาพในรูปสารกรองละเอียด (Ahmed *et al*., 2001)

2.2 ประสิทธิภาพของสารกรองหยาบ ต่อการยับยั้งการงอกของเมล็ดวัชพืชและพืชปลูก

2.2.1 วางแผนการทดลองแบบ CRD จำนวน 4 ซ้ำ กับพืชทดสอบ ได้แก่ หญ้าตีนกา หญ้าปากควาย ผักกาดเขียวกวางตุ้ง และมะเขือเทศ กับเชื้อราในรูปสารกรองหยาบ 6 ชนิด ได้แก่ *Curvularia clavata Curvularia penniseti Drechslera rostrata Drechslera erythrospila Fusarium semitectum* และ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

Fusarium solani

2.2.2 เพาะเมล็ดพืชด้วยการแช่ gibberellic acid ที่ความเข้มข้น 0.05 เปอร์เซ็นต์ กระตุ้นการงอกของเมล็ดพืช (สุเทวี, 2550) จากนั้นทำการคัดเลือกเมล็ดที่เริ่มงอกเพื่อนำมาทดสอบ จำนวน 25 เมล็ดต่อพืชหนึ่งชนิด มาทำให้เมล็ดปลอดเชื้อโดยล้างด้วยน้ำกลั่นนึ่งฆ่าเชื้อจำนวน 3 ครั้ง (Boari and Vurro, 2004) ล้างด้วยแอลกอฮอล์ความเข้มข้น 70 เปอร์เซ็นต์ ตามด้วยน้ำกลั่นนึ่งฆ่าเชื้อ 2 ครั้ง นำเมล็ดพืชมาวางบนจานอาหารเลี้ยงเชื้อ ที่รองรับด้วยกระดาษกรองซึ่งผ่านการนึ่งฆ่าเชื้อแล้ว ทำการทดสอบสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพ ในรูปสารกรองหยาบของเชื้อราแต่ละชนิด (ความเข้มข้น 1X) จำนวน 3 มิลลิลิตร และ ตำรับควบคุมใช้น้ำกลั่นที่ผ่านการนึ่งฆ่าเชื้อ 3 มิลลิลิตร ทำภายในตู้ปลอดเชื้อ

2.2.3 นำไปวางบริเวณที่มีแสงแดด ทำการตรวจสอบผลการยับยั้งการงอกที่ 7 วัน หลังบ่มเชื้อรา โดยร้อยละความงอก (germination percentage) ของตำรับควบคุมจะต้องงอกอย่างน้อยร้อยละ 80 ตามมาตรฐานของ ISTA (2004)

2.2.4 วิเคราะห์ข้อมูล การยับยั้งการงอกของเมล็ดวัชพืชและพืชปลูก โดยใช้โปรแกรม SPSS version 17.0

2.3 ประสิทธิภาพของสารกรองละเอียด ต่อการยับยั้งการงอกของเมล็ดวัชพืชและพืชปลูก

2.3.1 วางแผนการทดลองแบบ CRD จำนวน 4 ซ้ำ กับพืชทดสอบ ได้แก่ หญ้าตีนกา หญ้าปากควาย ผักโขม ผักเบี้ยหิน แห้วหมู ผักกาดเขียวกวางตุ้ง และมะเขือเทศ กับเชื้อราในรูปสารกรองละเอียด 6 ชนิด ได้แก่ *Curvularia clavata Curvularia penniseti Drechslera rostrata Drechslera erythrospila Fusarium semitectum* และ *Fusarium solani*

2.3.2 เพาะเมล็ดพืชด้วยการแช่ gibberellic acid ที่ความเข้มข้น 0.05 เปอร์เซ็นต์ กระตุ้นการงอกของเมล็ด (สุเทวี, 2550) จากนั้นทำการคัดเลือกเมล็ดที่เริ่มงอกเพื่อนำมาทดสอบ จำนวน 25 เมล็ดต่อพืชหนึ่งชนิด มาทำให้เมล็ดปลอดเชื้อโดยล้างด้วยน้ำกลั่นนึ่งฆ่าเชื้อจำนวน 3 ครั้ง (Boari and Vurro, 2004) ล้างด้วยแอลกอฮอล์ความเข้มข้น 70 เปอร์เซ็นต์ ตามด้วยน้ำกลั่นนึ่งฆ่าเชื้อ 2 ครั้ง นำเมล็ดพืชมาวางบนจานอาหารเลี้ยงเชื้อ ที่รองรับด้วยกระดาษกรองซึ่งผ่านการนึ่งฆ่าเชื้อแล้ว ทำการทดสอบสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพ ในรูปสารกรองละเอียดของเชื้อราแต่ละชนิด (ความเข้มข้น 1X) จำนวน 3 มิลลิลิตร และตำรับควบคุมใช้น้ำกลั่นที่ผ่านการนึ่งฆ่าเชื้อ 3 มิลลิลิตร ทำภายในตู้ปลอดเชื้อ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

2.3.3 นำไปวางบริเวณที่มีแสงแดด ทำการตรวจสอบผลการยับยั้งการงอกที่ 7 วัน หลังบ่มเชื้อรา โดยร้อยละความงอก (germination percentage) ของตำรับควบคุมจะต้องงอกอย่างน้อยร้อยละ 80 ตามมาตรฐานของ ISTA (2004)

2.3.4 วิเคราะห์ข้อมูล การยับยั้งการงอกของเมล็ดวัชพืชและพืชปลูก โดยใช้โปรแกรม SPSS version 17.0

2.4 ประสิทธิภาพของสารกรองละเอียดที่ความเข้มข้น 1:1 1:2 1:10 และ 1:100 ต่อการงอกของเมล็ดผักกาดเขียวกวางตุ้ง

2.4.1 วางแผนการทดลองแบบ CRD จำนวน 4 ซ้ำ ทดสอบกับผักกาดเขียวกวางตุ้ง กับเชื้อราในรูปสารกรองละเอียด 6 ชนิด ได้แก่ *Curvularia clavata Curvularia penniseti Drechslera rostrata Drechslera erythrospila Fusarium semitectum* และ *Fusarium solani*

2.4.2 เพาะเมล็ดพืชด้วยการแช่ gibberellic acid ที่ความเข้มข้น 0.05 เปอร์เซ็นต์ กระตุ้นการงอกของเมล็ด (สุเทวี, 2550) จากนั้นทำการคัดเลือกเมล็ดที่เริ่มงอกเพื่อนำมาทดสอบ จำนวน 25 เมล็ดต่อพืชหนึ่งชนิด มาทำให้เมล็ดปลอดเชื้อ โดยล้างด้วยน้ำกลั่นนึ่งฆ่าเชื้อจำนวน 3 ครั้ง (Boari and Vurro, 2004) ล้างด้วยแอลกอฮอล์ความเข้มข้น 70 เปอร์เซ็นต์ ตามด้วยน้ำกลั่นนึ่งฆ่าเชื้อ 2 ครั้ง นำเมล็ดพืชมาวางบนจานอาหารเลี้ยงเชื้อ ที่รองรับด้วยกระดาษกรองซึ่งผ่านการนึ่งฆ่าเชื้อแล้ว ทำการทดสอบสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพ ในรูปสารกรองละเอียดของเชื้อราแต่ละชนิดที่ความเข้มข้น 1:1 1:2 1:10 และ 1:100 จำนวน 3 มิลลิลิตร และตำรับควบคุมใช้น้ำกลั่นที่ผ่านการนึ่งฆ่าเชื้อ 3 มิลลิลิตร โดยทำภายในตู้ปลอดเชื้อ

2.4.3 นำไปวางบริเวณที่มีแสงแดด ทำการตรวจสอบผลการยับยั้งการงอกที่ 7 วัน หลังบ่มเชื้อรา โดยร้อยละความงอก (germination percentage) ของตำรับควบคุมจะต้องงอกอย่างน้อยร้อยละ 80 ตามมาตรฐานของ ISTA (2004)

2.4.4 วิเคราะห์ข้อมูล การยับยั้งการงอกของเมล็ดผักกาดเขียว โดยใช้โปรแกรม SPSS version 17.0

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

3. ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างคุณสมบัติของดินต่อประสิทธิภาพของสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพต่อการยับยั้งการงอกของเมล็ดและการยับยั้งการเจริญเติบโตของต้นอ่อนวัชพืช และพืชปลูก ในดินที่มีสมบัติแตกต่างกัน

3.1 การเก็บตัวอย่างดิน

สุ่มเก็บตัวอย่างดินที่ระดับความลึก 0-30 เซนติเมตร ในแปลงผลิตผักระบบเกษตรอินทรีย์ จำนวน 4 แปลง โดยใน 1 แปลงจะเก็บตัวอย่างดินจำนวน 10 จุด แล้วนำตัวอย่างดินทั้ง 10 จุด มาผสมรวมเป็น 1 ตัวอย่าง เพื่อเป็นตัวแทนของตัวอย่างดิน สำหรับการศึกษาสมบัติทางฟิสิกส์ และทางเคมีของดิน ตัวแทนดินที่ศึกษามี 4 ชุดดิน ได้แก่ ชุดดินบางเขน (อ.บางใหญ่ จ.นนทบุรี) ชุดดินกำแพงเพชร (อ.เลาขวัญ จ.กาญจนบุรี) ชุดดินกำแพงแสน (อ.กำแพงแสน จ.นครปฐม) และชุดดินท่าม่วง (อ.ท่าม่วง จ.กาญจนบุรี)

3.2 ศึกษาสมบัติบางประการของตัวอย่างดิน

เตรียมตัวอย่างดิน โดยนำดินมาผึ่งแดดให้แห้งในร่ม แยกก้อนกรวด เศษหินแร่ และซากพืชที่มีขนาดใหญ่ออก นำไปบดให้ละเอียด ร่อนผ่านตะแกรงขนาด 2 มิลลิเมตร และ0.5 มิลลิเมตร เพื่อนำไปวิเคราะห์สมบัติทางฟิสิกส์ และทางเคมี ดังนี้

3.2.1 สมบัติทางฟิสิกส์

การวิเคราะห์นำมาแจกแจงประเภทของเนื้อดิน (soil textural class) ในขนาดอนุภาคทราย อนุภาคทรายแป้ง และ อนุภาคดินเหนียว โดยวิธีปิเปตต์ (pipette method) (Kilmer and Alexander, 1949; Day, 1965) โดยการเปรียบเทียบกับชั้นเนื้อดิน ตามเกณฑ์ของกระทรวงเกษตรสหรัฐอเมริกา (USDA textural class) (Soil Survey Division Staff, 1993)

3.2.2 สมบัติทางเคมีของดิน

1) พีเอชดิน (soil pH) โดยใช้เครื่องมือวัดพีเอชดิน (pH meter) โดยใช้อัตราส่วนดินต่อน้ำ และดินต่อสารละลาย 1M KCl เท่ากับ 1:1 (National Soil Survey Center, 1996)

2) คาร์บอนอินทรีย์ (organic carbon) โดยวิธี Walkley and Black tritration (Walkley and Black, 1934; Nelson and Sommers, 1996) จากนั้นนำไปคำนวณหาปริมาณอินทรียวัตถุในดิน (organic matter) โดยใช้สูตร ดังนี้

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

organic matter (%) = % organic carbon × 1.724

3) ความจุแลกเปลี่ยนแคตไอออน (cation exchange capacity: CEC) โดยการชะละลายแคตไอออนด้วยสารละลาย 1M NH_4OAc ที่เป็นกลาง (pH 7) และแทนที่แอมโมเนียมไอออนด้วยสารละลายโซเดียมคลอไรด์ความเข้มข้น 10% ในสภาพที่เป็นกรด กลั่นหาแอมโมเนียมไอออน แล้วคำนวณหาค่าความจุแลกเปลี่ยนแคตไอออนของดิน (Chapman, 1965; Summer and Miller, 1996)

3.3 ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างคุณสมบัติของดินต่อประสิทธิภาพของสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพต่อการยับยั้งการงอกของเมล็ดวัชพืช และการงอกของเมล็ดพืชปลูก ในดินที่มีสมบัติแตกต่างกัน

3.3.1 วางแผนการทดลองแบบ CRD มี 4 ซ้ำ พืชทดสอบได้แก่ หญ้าตีนกา หญ้าข้าวนก ผักโขม ผักเบี้ยหิน ผักกาดเขียวกวางตุ้ง และมะเขือเทศ กับเชื้อราในรูปสารกรองละเอียด 6 ชนิด ได้แก่ *Curvularia clavata Curvularia penniseti Drechslera rostrata Drechslera erythrospila Fusarium semitectum* และ *Fusarium solani*

3.3.2 ชั่งตัวอย่างดินทั้ง 4 ชุดดิน ได้แก่ ชุดดินบางเขน ชุดดินกำแพงเพชร ชุดดินกำแพงแสน และชุดดินท่าม่วง ขนาด 2 มิลลิเมตร จำนวน 75 กรัม ใส่จานอาหาร

3.3.3 เพาะเมล็ดพืชด้วยการแช่ gibberellic acid ที่ความเข้มข้นความเข้มข้น 0.05 เปอร์เซ็นต์ กระตุ้นการงอกของเมล็ด (สุเทวี, 2550) จากนั้นทำการคัดเลือกเมล็ดที่เริ่มงอกส่วนเจริญ ได้แก่ ราก หรือตุ่มของหญ้าตีนกา หญ้าข้าวนก ผักโขม ผักเบี้ยหิน ผักกาดเขียวกวางตุ้ง และมะเขือเทศ นำมาวางบนจานอาหารที่เตรียมดินไว้แล้ว จำนวน 20 เมล็ดต่อพืช

3.3.4 ทดสอบสารกรองละเอียดของเชื้อราแต่ละชนิดที่ความเข้มข้น 1:1 ใส่ในจานอาหารจานละ 30 มิลลิลิตร และตำรับควบคุมทดสอบด้วยน้ำกลั่น 30 มิลลิลิตร

3.3.5 นำไปวางบริเวณที่มีแสงแดด แล้วทำการตรวจสอบ และบันทึกผลการยับยั้งการงอกเมื่อระยะเวลาผ่านไป 7 วัน โดยร้อยละความงอกของตำรับควบคุมจะต้องงอกอย่างน้อยร้อยละ 80 ตามมาตรฐานของ ISTA (2004)

3.3.6 วิเคราะห์ข้อมูล ประสิทธิภาพของสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพที่เชื้อราผลิตต่อการยับยั้งการงอกของเมล็ดวัชพืชและพืชปลูก โดยใช้โปรแกรม SPSS version 17.0

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

3.4 ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างคุณสมบัติของดินต่อประสิทธิภาพของสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพต่อการยับยั้งการเจริญเติบโตของต้นอ่อนวัชพืช และการเจริญของพืชปลูก ในดินที่มีสมบัติแตกต่างกัน

3.4.1 วางแผนการทดลองแบบ CRD มี 4 ซ้ำ กับพืชทดสอบ ได้แก่ หญ้าตีนกา หญ้าข้าวนก ผักโขม ผักเบี้ยหิน แห้วหมู ผักกาดเขียวกวางตุ้ง และ มะเขือเทศ กับเชื้อราในรูปสารกรองละเอียด 6 ชนิด ได้แก่ *Curvularia clavata Curvularia penniseti Drechslera rostrata Drechslera erythrospila Fusarium semitectum* และ *Fusarium solani*

3.4.2 ชั่งตัวอย่างดินทั้ง 4 ชุดดิน ได้แก่ ชุดดินบางเขน ชุดดินกำแพงเพชร ชุดดินกำแพงแสน และชุดดินท่าม่วง ขนาด 2 มิลลิเมตร จำนวน 75 กรัม ใส่จานอาหาร

3.4.3 เพาะเมล็ดพืชด้วยการแช่ gibberellic acid ที่ความเข้มข้นความเข้มข้น 0.05 เปอร์เซ็นต์ กระตุ้นการงอกของเมล็ด (สุเทวี, 2550) คัดเลือกเมล็ดที่เริ่มงอกส่วนเจริญ ได้แก่ ราก หรือตุ่ม เพื่อนำมาทดสอบ จำนวน 20 เมล็ดต่อพืชหนึ่งชนิด พืชทดสอบ ได้แก่ หญ้าข้าวนก ผักโขม ผักเบี้ยหิน แห้วหมู ผักกาดเขียวกวางตุ้ง และมะเขือเทศ นำมาวางบนจานอาหารที่ชั่งดินไว้

3.4.4 วางบริเวณที่มีแสงแดด ตั้งทิ้งไว้เป็นระยะเวลา 7 วัน สังเกตว่าเมื่อดินเริ่มแห้ง จะต้องดูดน้ำกลั่นที่นึ่งฆ่าเชื้อแล้ว 30 มิลลิลิตรทุก 1-2 วัน

3.4.5 เมื่อต้นอ่อนวัชพืชและพืชปลูกอายุ 7 วัน ทำการทดสอบสารกรองละเอียดของเชื้อราแต่ละชนิดที่ความเข้มข้น 1:1 ในจานอาหาร จานละ 15 มิลลิลิตร และตำรับควบคุมทำการทดสอบด้วยน้ำกลั่น 15 มิลลิลิตร

3.4.6 นำไปวางบริเวณที่มีแสงแดด ตรวจสอบผลการควบคุมการเจริญเติบโตของต้นอ่อนวัชพืชและพืชปลูก เมื่อระยะเวลาผ่านไป 7 วัน โดยตรวจสอบผล ดังนี้

- วัดการเจริญของพืช คือ ค่าเฉลี่ยความมีชีวิตของพืช มาคำนวณเป็นเปอร์เซ็นต์ยับยั้งการเจริญเติบโต (Chung *et al*., 2003) ดังนี้

$$\frac{(\text{การเจริญเติบโตในสภาพควบคุม} - \text{การเจริญเติบโตในสภาพที่ได้รับสารสกัด}) \times 100}{\text{การเจริญเติบโตในสภาพควบคุม}}$$

3.4.7 วิเคราะห์ข้อมูล ประสิทธิภาพของสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพที่เชื้อราผลิตต่อการยับยั้งการเจริญเติบโตของต้นอ่อนวัชพืช และพืชปลูก โดยใช้โปรแกรม SPSS version 17.0

4. สถานที่และระยะเวลาทำการทดลอง

4.1 สถานที่ทำการวิจัย

4.1.1 ห้องปฏิบัติการวิเคราะห์ดินภาควิชาปฐพีวิทยา

4.1.2 ห้องปฏิบัติการจุลชีววิทยาของดิน ภาควิชาปฐพีวิทยา

4.1.3 ห้องปฏิบัติการกลาง คณะเกษตร

4.1.4 โรงเรือน ภาควิชาปฐพีวิทยา

4.1.5 ห้องปฏิบัติการ ภาควิชาโรคพืช

4.2 ระยะเวลาทำการวิจัย

ระยะเวลาตั้งแต่ปี พ.ศ. 2552 - 2555

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ผลและวิจารณ์

1 คัดแยกเชื้อราจากวัชพืชที่เป็นโรค และจัดจำแนกชนิดของเชื้อราจากลักษณะทางกายภาพ และลักษณะทางพันธุกรรม

1.1 คัดแยกเชื้อราจากวัชพืชที่เป็นโรค

จากการเก็บตัวอย่างวัชพืชที่เป็นโรคทั้งหมด สามารถจำแนกวัชพืชตามลักษณะภายนอกของวัชพืช (ดวงพร และ รังสิต, 2544) ได้เป็น 3 กลุ่ม ได้แก่ วัชพืชใบเลี้ยงเดี่ยว คือ หญ้าปากควาย หญ้าขน หญ้าขนเล็ก หญ้าตีนกา หญ้าดอกขาว ผักปลาบใบแคบ และแห้วหมู วัชพืชใบเลี้ยงคู่ คือ ผักเบี้ยหิน กะเม็ง และลูกใต้ใบ โดยวัชพืชจะแสดงอาการ มีทั้งเกิดโรคใบจุดหรือใบไหม้อย่างเดียว และแสดงอาการร่วมกันทั้งโรคใบจุดและใบไหม้ ดังแสดงในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ผลการจำแนกตามลักษณะภายนอกของวัชพืชที่เป็นโรค

วัชพืชที่เป็นโรค	วงศ์ (Family)	ภาพวัชพืชที่เป็นโรค
วัชพืชใบเลี้ยงเดี่ยว หญ้าปากควาย *(Dactyloctenium aegyptium* (L.)P. B.) พบอาการโรคใบจุดและใบไหม้	Poaceae	
หญ้าขน (*Brachiaria mutica* (Forsk.) Stapf.) พบอาการโรคใบจุดและใบไหม้	Poaceae	
หญ้าขนเล็ก (*Brachiaria distachya* (L.) Stapf.) พบอาการโรคใบไหม้	Poaceae	

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 1 (ต่อ)

วัชพืชที่เป็นโรค	วงศ์ (Family)	ภาพวัชพืชที่เป็นโรค
หญ้าตีนกา *(Eleusine indica* (L.) Gaertn.) พบอาการโรคใบจุด	Poaceae	
หญ้าดอกขาว (*Leptochloa chinensis* (L.) Nees.) พบอาการโรคใบจุดและใบไหม้	Poaceae	
ผักปลาบใบแคบ (*Commelina diffusa* Burm.f.) พบอาการโรคใบจุดและใบไหม้	Commelinaceae	
แห้วหมู (*Cyperus rotundus* L.) พบอาการโรคใบจุดและใบไหม้	Cyperaceae	
วัชพืชใบเลี้ยงคู่		
ผักเบี้ยหิน (*Trianthema portulacastrum* L.) พบอาการโรคใบจุดและใบไหม้	Aizoaceae	
กะเม็ง *(Eclipta prostrata* L.) พบอาการโรคใบจุดและใบไหม้	Asteraceae	
ลูกใต้ใบ (*Phyllanthus amarus* Schumach & Thonn.) พบอาการโรคใบจุด	Euphorbiaceae	

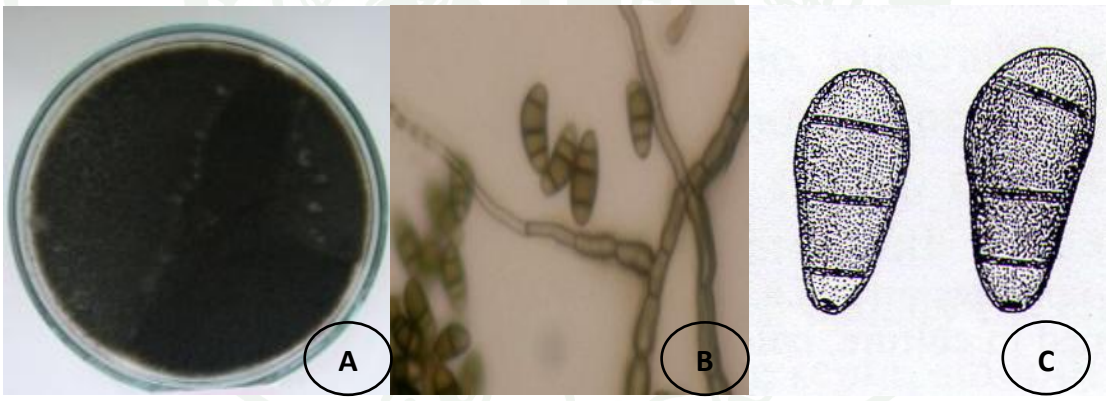
เมื่อทราบชนิดของวัชพืชที่เป็นโรคทั้งหมดแล้ว จึงนำวัชพืชมาแยกเชื้อราสาเหตุโรคด้วยวิธี tissue transplanting และ moist chamber (เลขา, 2533; เลขา และคณะ, 2544) เพื่อแยกเชื้อให้ได้โคโลนีบริสุทธิ์ (single colony) เพื่อจัดจำแนกชนิดของเชื้อราต่อไป

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

1.2 ผลการจัดจำแนกเชื้อราจากลักษณะทางสัณฐานวิทยาของเชื้อรา

เก็บตัวอย่างวัชพืชที่เป็นโรคทั้งหมดจำนวน 2 กลุ่ม ได้แก่ วัชพืชใบเลี้ยงเดี่ยว คือ หญ้าปากควาย หญ้าขน หญ้าขนเล็ก หญ้าตีนกา หญ้าดอกขาว ผักปลาบใบแคบ และแห้วหมู วัชพืชใบเลี้ยงคู่ ได้แก่ ผักเบี้ยหิน กะเม็ง และลูกใต้ใบ วัชพืชจะแสดงอาการใบจุด หรือใบไหม้อย่างเดียว และแสดงอาการร่วมกันทั้งโรคใบจุด และใบไหม้ มาทำการแยกเชื้อรา สามารถแยกเชื้อราได้ทั้งหมด 17 โคโลนี จำแนกกลุ่มของเชื้อราได้ 2 กลุ่ม คือ Sordariomycetes และ Hyphomycetes จำแนกชนิดได้ 6 ชนิด คือ *Curvularia clavata Curvularia penniseti Drechslera rostrata Drechslera erythrospila Fusarium semitectum* และ *Fusarium solani* จากลักษณะทางสัณฐานวิทยาของเชื้อรา ดังนี้

1.2.1 เชื้อรา *Curvularia clavata* มีลักษณะของโคโลนีบนอาหาร PDA อายุ 7 วัน ที่อุณหภูมิ 32 องศาเซลเซียส โคโลนีสีน้ำตาล ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 9.0 เซนติเมตร ด้านใต้วุ้นอาหารเปลี่ยนเป็นสีดำ conidiophores มีสีน้ำตาลถึงสีดำหักงอแบบ geniculate ผนังเรียบ ยาว 2.0-5.0 X 155 µm conidia รูปทรงกระบอง ตั้งตรง ผนังเรียบ ขนาด 6.0-15.0 X 17.2-25.5 µm มีสีน้ำตาล หรือ สีน้ำตาลเข้ม เซลล์หัวท้ายมีสีอ่อนกว่าเซลล์กลาง (Ellis, 1971) แยกเชื้อราจากหญ้าขนเล็กที่เป็นโรคใบไหม้ ดังแสดงในภาพที่ 1



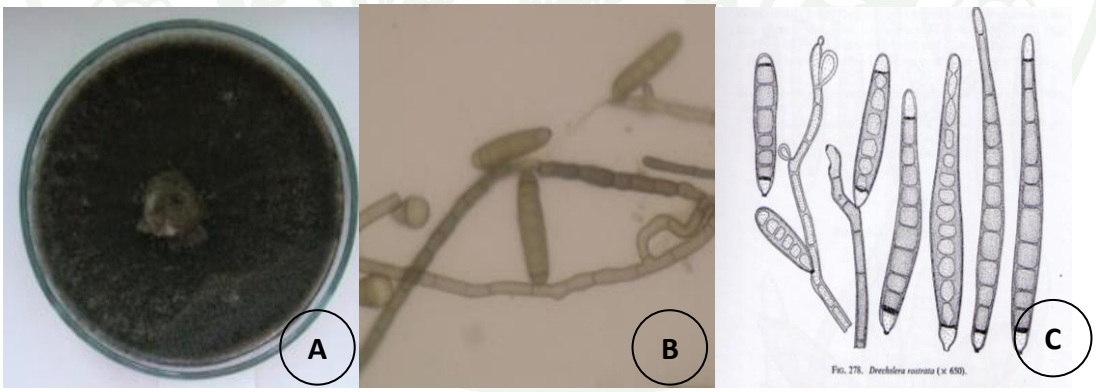
ภาพที่ 1 *Curvularia clavata* โคโลนีบนอาหาร PDA อายุ 7 วัน ที่อุณหภูมิ 32 องศาเซลเซียส (A), conidiophores และ conidia X 400 (B), ภาพวาดจาก camera lucida แสดงลักษณะของ conidiophores และ conidia (C) (Ellis, 1971)

1.2.2 เชื้อรา *Curvularia penniseti* มีลักษณะของโคโลนีบนอาหาร PDA อายุ 7 วัน ที่อุณหภูมิ 32 องศาเซลเซียส โคโลนีสีน้ำตาลเข้ม ลักษณะฟูเล็กน้อย เส้นผ่านศูนย์กลาง 9.0 เซนติเมตร conidiophore สีน้ำตาลเข้ม ถึงสีน้ำตาลดำ ผนังเรียบมีขนาด 6.2-7.5 X 175.5-180.0 µm, conidia รูปร่างแบบกระบอง (clavate) ขนาด 13.2-17.50 X 30.0-34.5 µm สีน้ำตาลเข้ม ผนังเรียบ มี 3 septa (Ellis, 1971) แยกเชื้อราจากหญ้าขนที่เป็นโรคใบจุด และใบไหม้ ดังแสดงในภาพที่ 2

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ภาพที่ 2 *Curvularia penniseti* โคโลนีบนอาหาร PDA อายุ 7 วัน ที่อุณหภูมิ 32 องศาเซลเซียส (A), conidiophores และ conidia X 400 (B), ภาพวาดจาก camera lucida แสดงลักษณะของ conidiophores และ conidia (C) (Ellis, 1971)

1.2.3 เชื้อรา *Drechslera rostrata* มีลักษณะของโคโลนีบนอาหาร PDA อายุ 7 วัน ที่อุณหภูมิ 32 องศาเซลเซียส โคโลนีสีน้ำตาล ถึงสีเขียวมะกอกออกน้ำตาล conidiophores ผนังเรียบขนาด 6-8 X 200 µm conidia มีรูปร่างทรงกระบอง (obclavate) หัวท้ายมน ขนาด 14-22 X 40-180 µm ผนังเรียบมี 6-16 pseudoseptate เซลล์หัวท้ายมีผนังกั้นสีเข้ม มี hilum สีเข้มชัดเจน (Ellis, 1971) แยกเชื้อราจากหญ้าปากควายที่เป็นโรคใบจุด และใบไหม้ ดังแสดงในภาพที่ 3



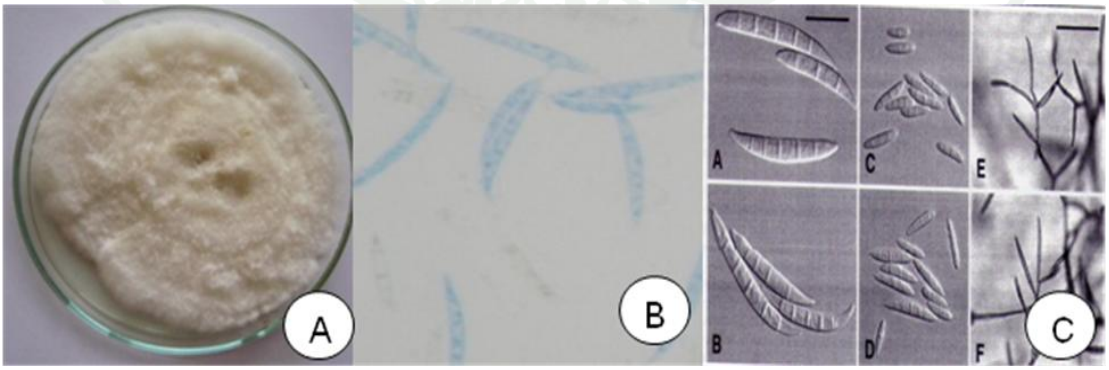
ภาพที่ 3 *Drechslera rostrata* โคโลนีบนอาหาร PDA อายุ 7 วัน ที่อุณหภูมิ 32 องศาเซลเซียส (A), conidiophores และ conidia X 400 (B), ภาพวาดจาก camera lucida แสดงลักษณะของ conidiophores และ conidia (C) (Ellis, 1971)

1.2.4 เชื้อรา *Drechslera erythrospila* มีลักษณะของโคโลนีบนอาหาร PDA อายุ 7 วัน ที่อุณหภูมิ 32 องศาเซลเซียส โคโลนีสีน้ำตาลเข้มถึงดำตรงกลางโคโลนีจะมีสีเข้มกว่าส่วนอื่น conidiophores ขนาด 6-8 X 340 µm conidia มีลักษณะยาวตรง หรือทรงกระบอก (cylindrical) หัว และ ท้ายมน สปอร์สีน้ำตาล ตรงกลางสีซีดกว่าส่วนอื่นสีออกเหลืองถึงน้ำตาลเขียวมะกอก ส่วนมากมี 4-6 pseudosepta เซลล์

หัวท้ายมีผนังกั้นสีเข้ม ขนาด 40-70 X 11-13 µm มีขนาดใหญ่สุด 100 X 16 µm บางทีมี septum สีเข้มคั่น pseudosepta (Ellis, 1971) แยกเชื้อราจากหญ้าตีนกาที่เป็นโรคใบจุด ดังแสดงในภาพที่ 4

ภาพที่ 4 *Drechslera erythrospila* โคโลนีบนอาหาร PDA อายุ 7 วัน ที่อุณหภูมิ 32 องศาเซลเซียส (A), conidiophores และ conidia X 400(B), ภาพวาดจาก camera lucida แสดงลักษณะของ conidiophores และ conidia (C) (Ellis, 1971)

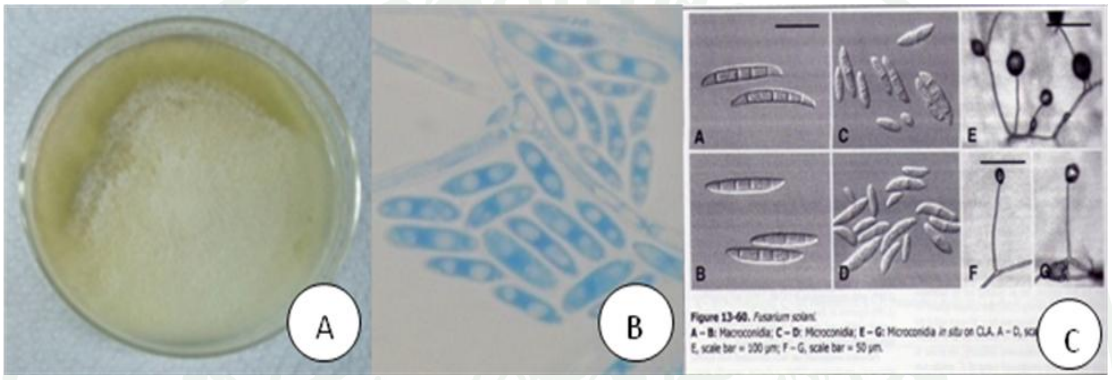
1.2.5 เชื้อรา *Fusarium semitectum* มีลักษณะของโคโลนีสีเหลืองฟู เจริญเร็ว ไม่พบการสร้าง sporodocium macroconidia รูปร่าง fusiform เป็นเซลล์ตั้งตรง มี 3-5 septa เกิดบน phialide ขนาด 3.5-4.0 X 15.6-35.5 µm ไม่พบการสร้าง microconidia มี chlamydospores เกิดกระจายทั่วไปรูปร่างกลมสีอ่อน และเกิดต่อกันเป็นโซ่ขนาด 7.5-12.0 µm (Domsch *et al*., 1993) แยกเชื้อราชนิดนี้ได้จาก แห้วหมู ผักเบี้ยหิน ผักปลาบใบแคบ และหญ้าดอกขาว ที่เป็นโรคใบจุดและใบไหม้ ดังแสดงในภาพที่ 5



ภาพที่ 5 *Fusarium semitectum* โคโลนีบนอาหาร PDA อายุ 7 วัน ที่อุณหภูมิ 32 องศาเซลเซียส (A), conidiophores และ conidia X 400 (B), ภาพวาดจาก camera lucida แสดงลักษณะของ conidiophores และ conidia (C) (Domsch *et al*., 1993)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

1.2.6 เชื้อรา *Fusarium solani* มีลักษณะของโคโลนีบนอาหาร PDA อายุ 7 วัน ที่อุณหภูมิ 32 องศาเซลเซียส สีครีม sporodochium สีน้ำเงินปนเขียว microconidia รูปไข่ หรือทรงกระบอก เกิดเป็น false head ที่ปลาย conidiophore มี 1-2 เซลล์ ไม่มีสี macroconodia ทรงกระบอกโค้งเล็กน้อย ขนาด 3.2-5.5 X 25.2-36.5 µm foot call ที่ฐานไม่ชัดเจน เกิดบน monophialide มี chlamydospore เกิดเดี่ยว ๆ หรือเป็นคู่ บนแขนงสั้น ๆ ผนังเรียบ (Domsch *et al*., 1993) แยกเชื้อราชนิดนี้ได้จาก ผักเบี้ยหิน แห้วหมู ลูกใต้ใบ หญ้าขนกะเม็ง ผักปลาบใบแคบ และหญ้าปากควาย ที่เป็นโรคใบจุดและใบไหม้ ดังแสดงในภาพที่ 6



ภาพที่ 6 *Fusarium solani* เป็นโคโลนีบนอาหาร PDA อายุ 7 วัน ที่อุณหภูมิ 32 องศาเซลเซียส (A), conidiophores และ conidia X400 (B), ภาพวาดจาก camera lucida แสดงลักษณะของ conidiophores และ conidia (C) (Domsch *et al*., 1993)

จากข้อมูลข้างต้น สามารถสรุปชนิดของเชื้อรา และการแพร่กระจายของเชื้อราบนใบวัชพืชที่เป็นโรค พบว่า เชื้อราที่แยกได้จากวัชพืชที่เป็นโรคอยู่ในกลุ่มวัชพืชใบเลี้ยงเดี่ยว และวัชพืชใบเลี้ยงคู่ ที่เป็นโรคใบจุดและใบไหม้ ดังแสดงในตารางที่ 2 - 4

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 2 ชนิดของเชื้อราและการแพร่กระจายของเชื้อราบนใบวัชพืชที่เป็นโรค

กลุ่ม (Class)	วัชพืช	จำนวนไอโซเลต
Sordariomycetes		
Fusarium solani	กะเม็ง ผักปลาบใบแคบ ผักเบี้ยหิน แห้วหมู หญ้าปากควาย หญ้าขน และลูกใต้ใบ	6
Fusarium semitectum	ผักเบี้ยหิน แห้วหมู หญ้าดอกขาว และผักปลาบใบแคบ	4
Hyphomycetes		
Curvularia clavata	หญ้าขนเล็ก	1
Curvularia penniseti	หญ้าขน	2
Drechslera rostrata	หญ้าปากควาย	2
Drechslera erythrospila	หญ้าตีนกา	2
รวม		17

ตารางที่ 3 เชื้อราที่แยกได้จากวัชพืชใบเลี้ยงเดี่ยว (วงศ์ Poaceae, Commelinaceae และ Cyperaceae) ที่เป็นโรคใบจุดและใบไหม้

วัชพืช	เชื้อรา
วงศ์ Poaceae	
หญ้าปากควาย (*Dactyloctenium aegyptium* (L.) P. B.)	*Drechslera rostrata* และ *Fusarium solani*
หญ้าตีนกา (*Eleusine indica* (L.) Gaertn.)	*Drechslera erythrospila*
หญ้าขน (*Brachiaria mutica* (Forsk.) Stapf.)	*Curvularia penniseti* และ *Fusarium solani*
หญ้าขนเล็ก (*Brachiaria distachya* (L.) Stapf.)	*Curvularia clavata*
หญ้าดอกขาว (*Leptochloa chinensis* (L.) Nees.)	*Fusarium semitectum*
วงศ์ Commelinaceae	
ผักปลาบใบแคบ (*Commelina diffusa* Burm.f.)	*Fusarium semitectum* และ *Fusarium solani*
วงศ์ Cyperaceae	
แห้วหมู (*Cyperus rotundus* L.)	*Fusarium solani* และ *Fusarium semitectum*

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 4 เชื้อราที่แยกได้จากวัชพืชใบเลี้ยงคู่ (วงศ์ Aizoaceae, Asteraceae และ Euphorbiaceae) ที่เป็นโรคใบจุด และใบไหม้

วัชพืช	เชื้อรา
วงศ์ Aizoaceae	
ผักเบี้ยหิน (*Trianthema portulacastrum* L.)	*Fusarium solani* และ *Fusariumsemitectum*
วงศ์ Asteraceae	
กะเม็ง (*Eclipta prostrata* L.)	*Fusarium solani*
วงศ์ Euphorbiaceae	
ลูกใต้ใบ (*Phyllanthus amarus* Schumach & Thonn.)	*Fusarium solani*

1.3 ผลการจัดจำแนกชนิดของเชื้อราจากลักษณะทางพันธุกรรม

จากการศึกษารูปแบบของลายพิมพ์ดีเอ็นเอจากตัวอย่างของเชื้อราที่แยกได้จากวัชพืชที่เป็นโรค จำนวน 17 โคโลนี โดยตัดด้วยเอนไซม์ตัดจำเพาะ *Hhe* I (A) และ *Hae* III (B) แล้วนำผลมาวิเคราะห์ร่วมกับข้อมูลลักษณะทางสัณฐานวิทยาของเชื้อรา ดังแสดงในภาพที่ 7 จะพบรูปแบบของลายพิมพ์ดีเอ็นเอ 6 รูปแบบ แบ่งกลุ่มของเชื้อราได้ 2 กลุ่ม คือ Sordariomycetes และ Hyphomycetes 3 จีนัส ได้แก่ *Drechslera* sp. *Fusarium* sp. และ *Curvularia* sp. ประกอบด้วยเชื้อรา 6 ชนิด ได้แก่

1) เชื้อรา *Drechslera rostrata* สามารถแยกได้จาก หญ้าปากควายที่เป็นโรค ซึ่งมีลักษณะลายพิมพ์ดีเอ็นเอตรงกับผล RFLP รหัส A1 และ A3

2) เชื้อรา *Fusarium solani* สามารถแยกได้จาก กะเม็ง ผักปลาบใบแคบ ผักเบี้ยหิน แห้วหมู หญ้าปากควาย หญ้าขน และลูกใต้ใบที่เป็นโรค ซึ่งมีลักษณะลายพิมพ์ดีเอ็นเอตรงกับผล RFLP รหัส A7 A8 A15 A10 A13 และ A17

3) เชื้อรา *Fusarium semitectum* สามารถแยกได้จาก ผักเบี้ยหิน แห้วหมู หญ้าดอกขาว และผักปลาบใบแคบที่เป็นโรค ซึ่งมีลักษณะลายพิมพ์ดีเอ็นเอตรงกับผล RFLP รหัส A11 A12 A14 และ A16

4) เชื้อรา *Curvularia clavata* สามารถแยกได้จาก หญ้าขนเล็กที่เป็นโรค ซึ่งมีลักษณะลายพิมพ์ดีเอ็นเอตรงกับผล RFLP รหัส A4

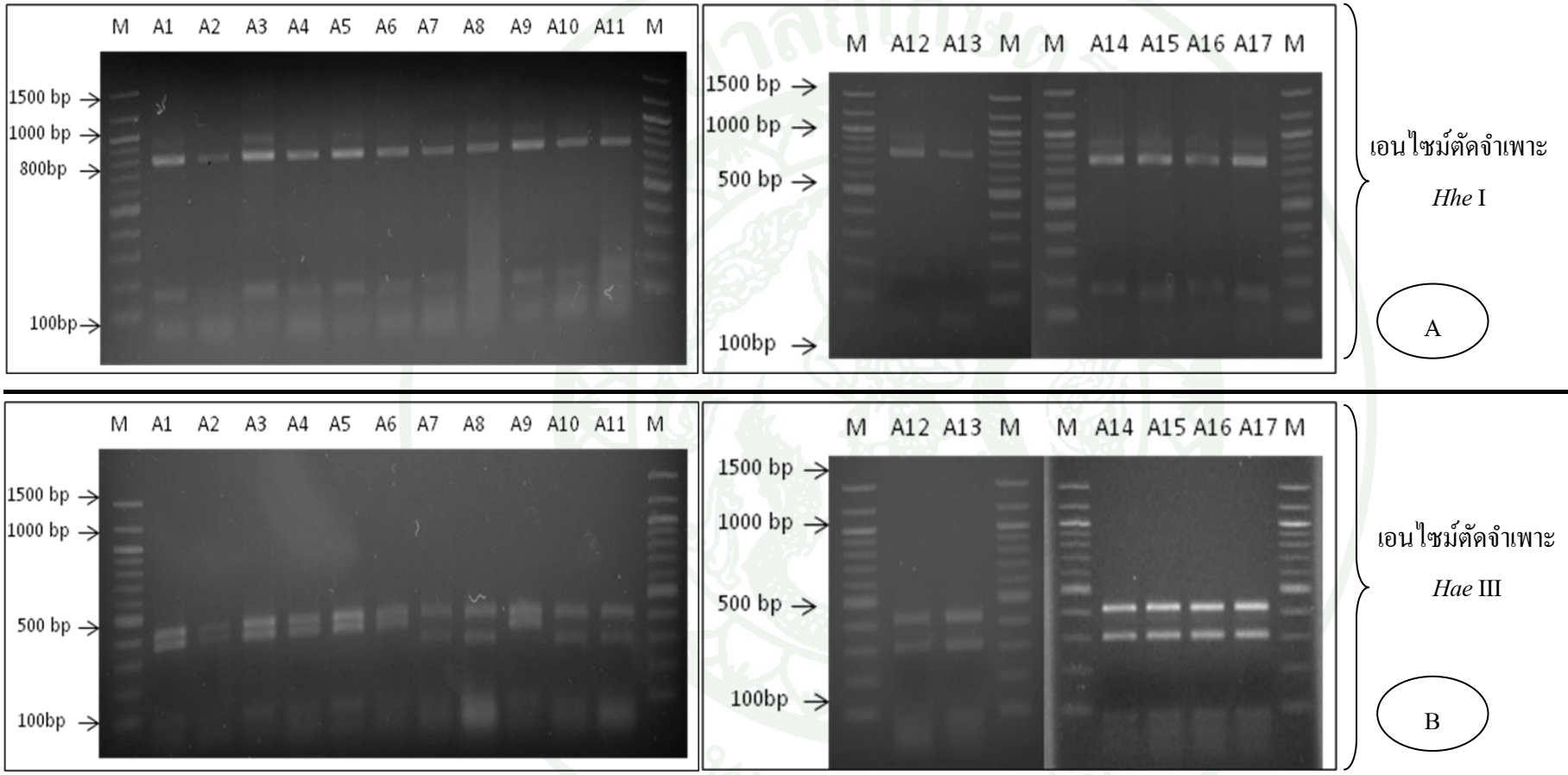
ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

5) เชื้อรา *Curvularia penniseti* สามารถแยกได้จาก หญ้าขนที่เป็นโรค ซึ่งมีลักษณะลายพิมพ์ดีเอ็นเอตรงกับผล RFLP รหัส A5 และ A6

6) เชื้อรา *Drechslera erythrospila* สามารถแยกได้จาก หญ้าตีนกาที่เป็นโรค ซึ่งมีลักษณะลายพิมพ์ดีเอ็นเอตรงกับผล RFLP รหัส A2 และ A9

เชื้อราบางชนิดมีสมบัติเป็น biocontrol weed สามารถยับยั้งการงอกของเมล็ดวัชพืชได้ เช่น เชื้อรา *Fusarium solani* ซึ่งคัดแยกได้จากพืชปลูกที่ถูกวัชพืชกาฝากเข้าอาศัย และวัชพืชกาฝากที่เป็นโรค วัชพืชกาฝากที่เจริญในรากของพืชปลูกอ่อนแอ และน้ำหนักของลำต้นของวัชพืชกาฝากลดลงร้อยละ 60 หรือ ทำให้ปมที่รากของวัชพืชน้อยลงเพราะทำให้ปมของวัชพืชกาฝากเป็นโรคมากถึงร้อยละ 70 (Boari and Vurro, 2004) สอดคล้องกับ เชื้อรา *Fusarium semitectum* ที่แยกได้จากส่วนต่าง ๆ ของหญ้าแม่มดที่เป็นโรค จะก่อให้เกิดโรคในหญ้าแม่มด (Abbasher *et al.,* 1996) เช่นเดียวกับการศึกษาของ Corwin *et al.,* 2007 ที่ศึกษาโรค red leaf spot ที่เกิดขึ้นกับหญ้าในสนามกอล์ฟ (creeping bentgrass) พบเชื้อสาเหตุเกิดจาก เชื้อรา *Drechslera erythrospila* อาการของโรค คือ เกิดแผลสีน้ำตาล หรือสีแดงบริเวณใบ และจะมีแผลขนาดแตกต่างกัน ทำให้หญ้าสนามตายในที่สุด จึงต้องการหาแนวทางจัดการแก้ไขโรคที่เกิดขึ้น

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



ภาพที่ 7 รูปแบบของลายพิมพ์ดีเอ็นเอจากชิ้นส่วนของยีน18S ไรโบโซมอลอาร์เอ็นเอตัดด้วยเอนไซม์ตัดจำเพาะ *Hhe* I (A) และ *Hae* III (B) เพื่อแยกรูปแบบ PCR product ของเชื้อรา (M คือ ดีเอ็นเอมาตรฐาน (Tridye 100 bp; NEB Biolab) และ A1-A17 คือ รหัส PCR product ของเชื้อรา

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

2 ประสิทธิภาพของสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพที่เชื้อราผลิตต่อการยับยั้งการงอกของเมล็ดวัชพืช และพืชปลูก ในระดับห้องปฏิบัติการ

2.1 ประสิทธิภาพของสารกรองหยาบ ต่อการยับยั้งการงอกของเมล็ดวัชพืชและพืชปลูก

ทดสอบกับวัชพืชใบเลี้ยงเดี่ยว ได้แก่ หญ้าปากควาย และหญ้าตีนกา และ พืชปลูก ได้แก่ มะเขือเทศ และผักกาดเขียวกวางตุ้ง โดยใช้สารออกฤทธิ์ทางชีวภาพในรูปสารกรองหยาบ 6 ชนิด ได้แก่ *Curvularia clavata Curvularia penniseti Drechslera rostrata Drechslera erythrospila Fusarium semitectum* และ *Fusarium solani*

วัชพืชใบเลี้ยงเดี่ยว

2.1.1 หญ้าปากควาย

เมื่อทดสอบสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพที่เชื้อราผลิตต่อการยับยั้งการงอกของเมล็ดหญ้าปากควาย ในรูปของสารกรองหยาบ พบว่า เชื้อรา *Fusarium semitectum* สามารถยับยั้งการงอกของเมล็ดหญ้าปากควายได้สูงสุดร้อยละ 98 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) เมื่อเปรียบเทียบกับตำรับอื่น ๆ ดังแสดงในตารางผนวกที่ 1

2.1.2 หญ้าตีนกา

เมื่อทดสอบสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพที่เชื้อราผลิตต่อการยับยั้งการงอกของเมล็ดหญ้าตีนกา ในรูปของสารกรองหยาบ พบว่า เชื้อรา *Fusarium semitectum Drechslera erythrospila* และ *Fusarium solani* สามารถยับยั้งการงอกของเมล็ดหญ้าตีนกาได้สูงสุดร้อยละ 74 74 และ 71 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) เมื่อเปรียบเทียบกับตำรับอื่น ๆ ดังแสดงในตารางผนวกที่ 1

พืชปลูก

2.1.3 มะเขือเทศ

เมื่อทดสอบสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพที่เชื้อราผลิตต่อการงอกของเมล็ดมะเขือเทศ ในรูปของสารกรองหยาบ พบว่า เชื้อรา *Curvularia penniseti* ทำให้เมล็ดมะเขือเทศงอกได้สูงสุดร้อยละ 69 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) เมื่อเปรียบเทียบกับตำรับอื่น ๆ ดังแสดงในตารางผนวกที่ 1

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

2.1.4 ผักกาดเขียวกวางตุ้ง

เมื่อทดสอบสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพที่เชื้อราผลิตต่อการงอกของเมล็ดผักกาดเขียว-กวางตุ้ง ในรูปของสารกรองหยาบ พบว่า เชื้อรา *Drechslera erythrospila* และ *Fusarium semitectum* ทำให้เมล็ดผักกาดเขียวกวางตุ้งงอกได้สูงสุดร้อยละ 58 และ 55 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) เมื่อเปรียบเทียบกับตำรับอื่น ๆ ดังแสดงในตารางผนวกที่ 1

ผลการทดสอบสามารถสรุปได้ว่า เชื้อรา *Fusarium semitectum Fusarium solani* และ *Drechslera erythrospila* ในรูปสารกรองหยาบ มีประสิทธิภาพในการยับยั้งการงอกของเมล็ดหญ้าปากควาย และหญ้าตีนกาได้สูงสุดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่พบว่า เชื้อรา *Curvularia penniseti* ทำให้เมล็ดมะเขือเทศงอกได้สูงสุดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) เมื่อเปรียบเทียบกับตำรับอื่น ๆ

แต่การใช้เชื้อราในรูปสารกรองหยาบ มีข้อเสียคือ จะมีส่วนของเส้นใยเชื้อราติดไปด้วย ทำให้มีโอกาสที่จะเจริญเติบโตต่อไปได้ ถ้าเป็นเชื้อก่อโรคจะเกิดการระบาดในสิ่งแวดล้อมได้ อาจทำให้พืชปลูกได้รับความเสียหายหนัก (จิตรา, 2547) ถ้าใช้เชื้อราในรูปสารกรองละเอียด ที่ผ่านการกรองละเอียด 0.45 ไมโครเมตร จะไม่มีสิ่งมีชีวิตเหลืออยู่จึงไม่เป็นเชื้อก่อโรค ไม่ปนเปื้อนในสิ่งแวดล้อม มีฤทธิ์จำเพาะเจาะจง สามารถสลายตัวในสิ่งแวดล้อมได้ง่าย ปลอดภัยต่อผู้ใช้และสิ่งแวดล้อม (ปัทมา, 2551) งานวิจัยที่ใช้เชื้อรารูปสารกรองละเอียด เช่น การใช้สารออกฤทธิ์ทางชีวภาพที่สกัดได้จากจากหญ้าดอกขาว (*Leptochloa chinensis*) ที่ความเข้มข้น 10 มิลลิกรัมต่อไมโครลิตร เพื่อยับยั้งการงอกของเมล็ดไมยราบยักษ์ (วิมลพรรณ และ อารีวรรณ, 2552) การใช้เชื้อรา *Fusarium solani* ในรูปของสารที่กรองหยาบและสารที่กรองละเอียด เพื่อยับยั้งการงอกของหญ้าแม่มด (*Striga* spp.) (Ahmed *et al*., 2001) และการใช้สารเมตาบอไลท์ที่ผลิตจากเชื้อรา *Myrothecium verrucaria* และ *Fusarium compactum* ที่ระดับความเข้มข้น 1-10 ไมโครโมล ใช้ยับยั้งการงอกของเมล็ดหญ้ากาฝาก พบว่ามีศักยภาพในการยับยั้งการงอกของเมล็ดกาฝาก (Andolfi *et al*., 2005)

จึงเป็นที่มาของการเลือกใช้เชื้อรารูปสารกรองละเอียดในการศึกษาสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพต่าง ๆ ที่เชื้อราผลิตขึ้นต่อการยับยั้งการงอกของเมล็ดวัชพืชและพืชปลูกในระดับห้องปฏิบัติการต่อไป

2.2 ประสิทธิภาพของสารกรองละเอียด ต่อการยับยั้งการงอกของเมล็ดวัชพืชและพืชปลูก

ทดสอบกับวัชพืชใบเลี้ยงเดี่ยว ได้แก่ หญ้าปากควาย หญ้าตีนกา และแห้วหมู ใบเลี้ยงคู่ ได้แก่ ผักโขม และผักเบี้ยหิน และพืชปลูก ได้แก่ มะเขือเทศ และผักกาดเขียวกวางตุ้ง โดยใช้สารออกฤทธิ์ทาง

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ชีวภาพในรูปสารกรองละเอียด 6 ชนิด ได้แก่ *Curvularia clavata Curvularia penniseti Drechslera rostrata Drechslera erythrospila Fusarium semitectum* และ *Fusarium solani*

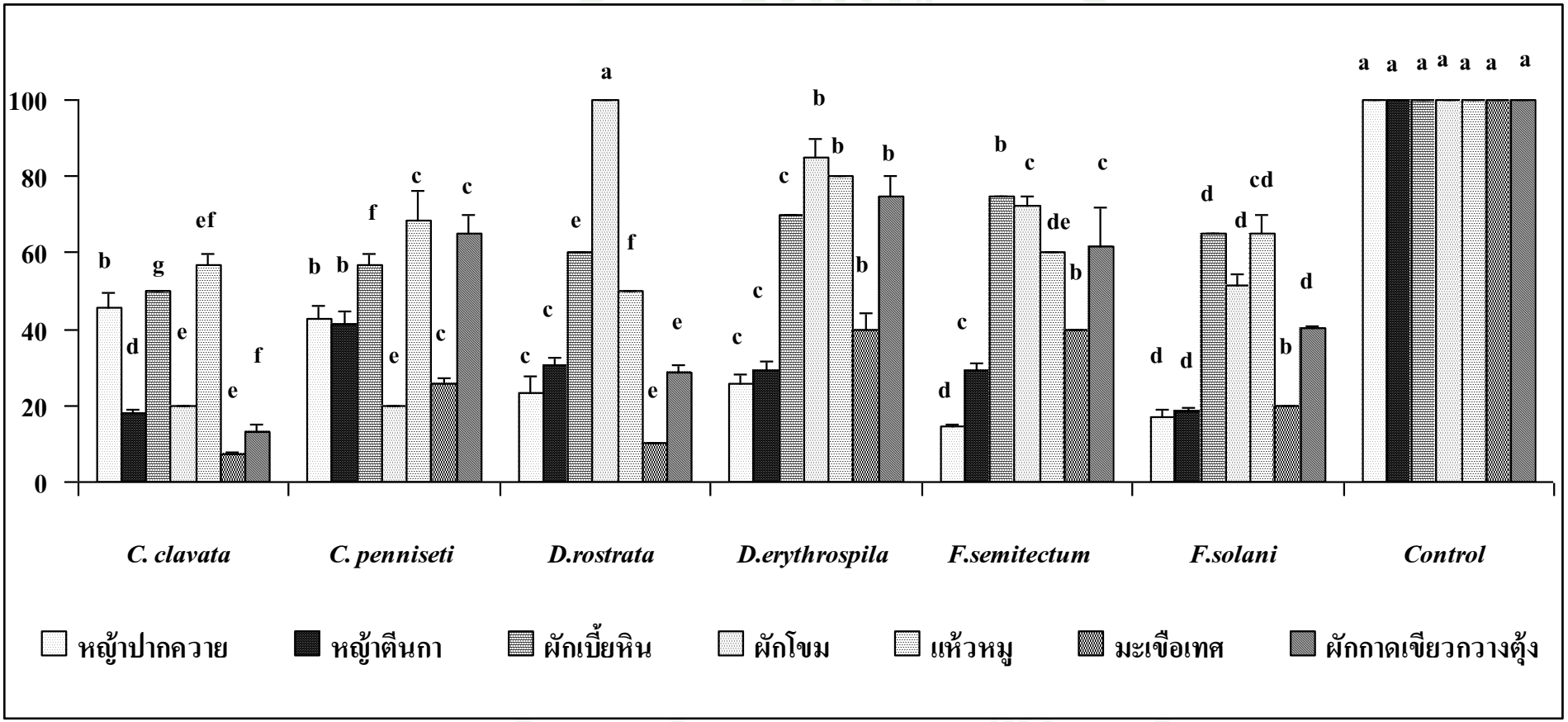
จากผลการทดสอบสามารถสรุปได้ว่า เชื้อรา *Drechslera erythrospila* สามารถยับยั้งการงอกของเมล็ดหญ้าปากควาย และเมล็ดหญ้าตีนกาได้สูงร้อยละ 74 และ 71 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) สอดคล้องกับเชื้อรา *Fusarium semitectum* สามารถยับยั้งการงอกของเมล็ดหญ้าปากควาย และเมล็ดหญ้าตีนกาได้สูงร้อยละ 85 และ 71 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) และเชื้อรา *Curvularia penniseti* สามารถยับยั้งการงอกของเมล็ดผักโขมได้สูงร้อยละ 80 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) แต่มีความเป็นพิษต่อเมล็ดพืชปลูกต่ำที่สุด ดังแสดงในตารางผนวกที่ 2 และ ภาพที่ 8

ซึ่งเป็นคุณสมบัติของสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพที่ดี ซึ่งการทดสอบสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพใช้ความเข้มข้นของสารกรองละเอียดที่ 1 เท่า จึงมีผลต่อยับยั้งการงอกของเมล็ดพืชปลูกและเมล็ดหญ้า ดังนั้นจึงเกิดแนวทางที่จะศึกษาหาความเข้มข้นของสารกรองละเอียดที่ให้การยับยั้งการงอกของพืชปลูกต่ำ แต่มีประสิทธิภาพในการยับยั้งการงอกของเมล็ดวัชพืชสูงต่อไป

2.3 ประสิทธิภาพของสารกรองละเอียดที่ความเข้มข้น 1:1 1:2 1:10 และ 1:100 ต่อการงอกของเมล็ดผักกาดเขียวกวางตุ้ง

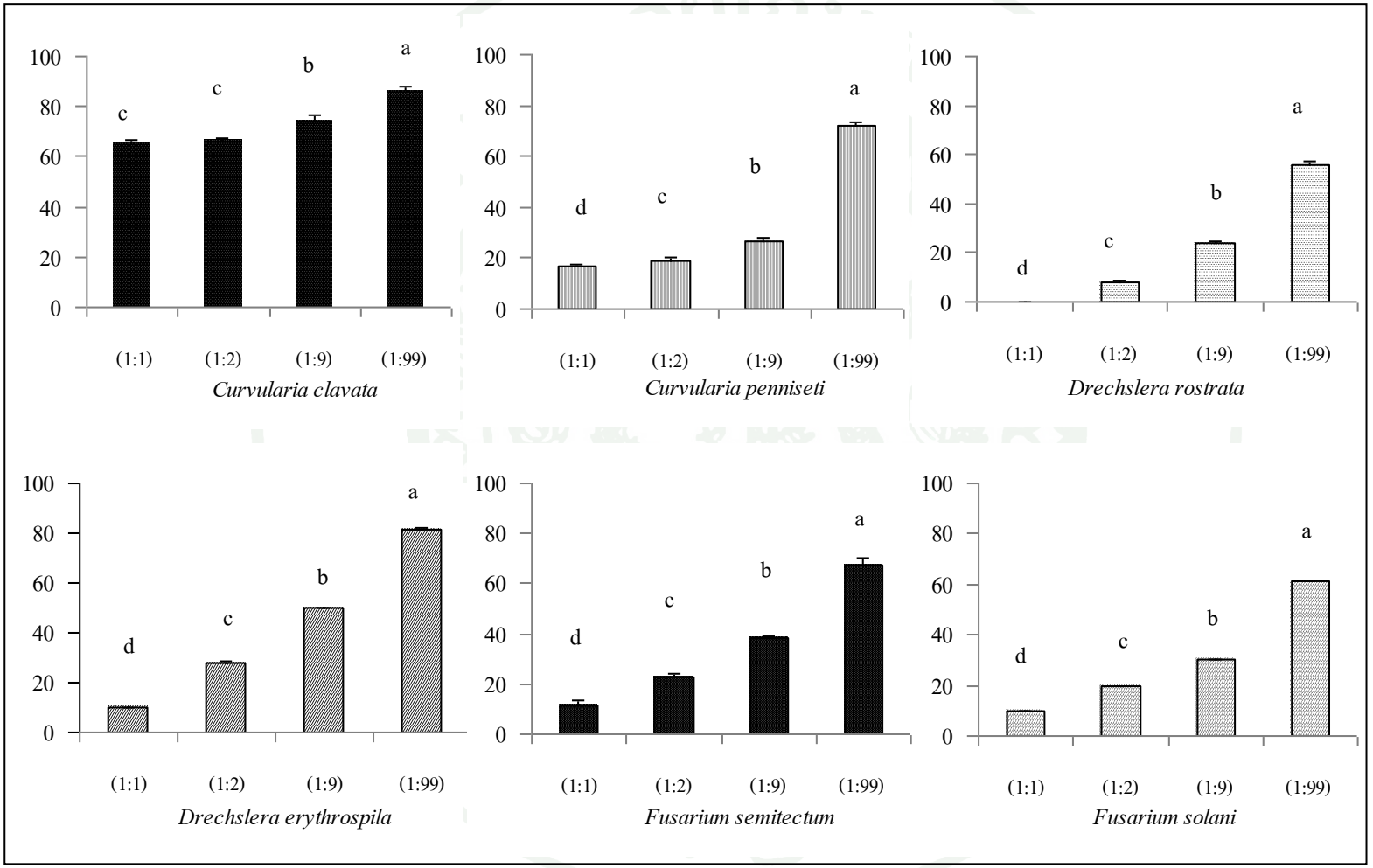
ทดสอบการงอกของเมล็ดผักกาดเขียวกวางตุ้ง โดยใช้สารออกฤทธิ์ทางชีวภาพ ในรูปสารกรองละเอียด 6 ชนิด ได้แก่ *Curvularia clavata Curvularia penniseti Drechslera rostrata Drechslera erythrospila Fusarium semitectum* และ *Fusarium solani* ทดสอบสารกรองละเอียดที่ความเข้มข้น 1:1 1:2 1:10 และ 1:100 ต่อการงอกของเมล็ดผักกาดเขียวกวางตุ้ง พบว่า ความเข้มข้น 1:1 ของเชื้อราทั้ง 6 ชนิด จะส่งผลให้ร้อยละการงอกของเมล็ดพืชปลูกต่ำที่สุด แต่เมื่อทดสอบเชื้อราในรูปสารกรองละเอียดที่ความเข้มข้น 1:2 1:10 และ 1:100 จะส่งผลให้ร้อยละการงอกของเมล็ดผักกาดเขียวกวางตุ้งเพิ่มมากขึ้นตามลำดับ ซึ่งสอดคล้องกันในทุกตำรับการทดลอง ดังแสดงในตารางผนวกที่ 3 และภาพที่ 9

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



ภาพที่ 8 ประสิทธิภาพของสารกรองละเอียดที่ความเข้มข้น 1X ต่อการยับยั้งการงอกของเมล็ดวัชพืชและพืชปลูก ในระดับห้องปฏิบัติการ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



ภาพที่ 9 ประสิทธิภาพของสารกรองละเอียดที่ความเข้มข้น 1:1 1:2 1:10 และ 1:100 ต่อการงอกของเมล็ดผักกาดเขียวกวางตุ้ง ในระดับห้องปฏิบัติการ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

3 ความสัมพันธ์ระหว่างคุณสมบัติของดิน ต่อประสิทธิภาพของสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพต่อการยับยั้งการงอกของเมล็ดและการยับยั้งการเจริญเติบโตของต้นอ่อนวัชพืช และพืชปลูก ในดินที่มีสมบัติแตกต่างกัน

3.1 สมบัติของดินตัวแทนจากแปลงเกษตรอินทรีย์ที่ใช้ในการทดลอง

ชุดดินกำแพงเพชร มีเนื้อดินเป็นดินร่วนปนทราย ชุดดินท่าม่วง มีเนื้อดินเป็นดินร่วนเหนียวปนทรายแป้ง ชุดดินกำแพงแสนมีเนื้อดินเป็นดินร่วนเหนียวปนทรายแป้ง และชุดดินบางเขนมีเนื้อดินเป็นดินเหนียวปนทรายแป้ง และสมบัติอื่นๆ ดังแสดงในตารางที่ 5

ตารางที่ 5 สมบัติทางฟิสิกส์และทางเคมีของชุดดินตัวแทนที่ศึกษา

สมบัติของดิน	ชุดดิน กำแพงเพชร	ชุดดิน ท่าม่วง	ชุดดิน กำแพงแสน	ชุดดิน บางเขน
Soil texture	Sandy Loam	Silty Clay Loam	Silty Clay Loam	Silty clay
% Clay	12.79	38.12	38.40	56.54
pH	6.6	7.5	7.7	6.8
CEC ($cmol_c kg^{-1}$)	1.5	6.7	6.77	9.63
OM ($g\ kg^{-1}$)	11.7	18.3	24.1	15.3
% OM	1.17	1.83	2.41	1.53

3.2 ความสัมพันธ์ระหว่างคุณสมบัติของดินต่อประสิทธิภาพของสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพ ต่อการยับยั้งการงอกของเมล็ดวัชพืชและการงอกของเมล็ดพืชปลูก ในดินที่มีสมบัติแตกต่างกัน

ทดสอบกับวัชพืชใบเลี้ยงเดี่ยว ได้แก่ หญ้าตีนกา และหญ้าข้าวนก วัชพืชใบเลี้ยงคู่ ได้แก่ ผักเบี้ยหิน และผักโขม และพืชปลูก ได้แก่ ผักกาดเขียวกวางตุ้ง และมะเขือเทศ โดยใช้สารออกฤทธิ์ทางชีวภาพในรูปสารกรองละเอียด 6 ชนิด ได้แก่ *Curvularia clavata Curvularia penniseti Drechslera rostrata Drechslera erythrospila Fusarium semitectum* และ *Fusarium solani* กับชุดดินกำแพงเพชร ชุดดินท่าม่วง ชุดดินกำแพงแสน และชุดดินบางเขน

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

3.2.1 ประสิทธิภาพของสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพต่อการยับยั้งการงอกของเมล็ดวัชพืช และการงอกของเมล็ดพืชปลูก เปรียบเทียบต่างชุดดิน

1) ชุดดินกำแพงเพชร

วัชพืชใบเลี้ยงเดี่ยว (ชุดดินกำแพงเพชร)

ทดสอบสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพต่อการยับยั้งการงอกของเมล็ดวัชพืชใบเลี้ยงเดี่ยว คือ หญ้าตีนกาและหญ้าข้าวนก กับชุดดินกำแพงเพชร ในรูปของสารกรองละเอียดความเข้มข้น 1:1 พบว่า เชื้อรา *Fusarium semitectum* ไม่มีผลต่อการงอกของหญ้าตีนกา ส่วนเชื้อรา *Drechslera erythrospila Fusarium solani Curvularia clavata Curvularia penniseti* และ *Drechslera rostrata* ทำให้เมล็ดหญ้าตีนกางอกร้อยละ 92 90 83 75 และ 70 โดยเชื้อรา *Drechslera rostrata* สามารถยับยั้งการงอกของเมล็ดหญ้าตีนกาได้สูงสุดร้อยละ 30 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) และพบว่า เชื้อรา *Drechslera erythrospila Fusarium semitectum Fusarium solani Curvularia clavata Drechslera rostrata* และ *Curvularia penniseti* ทำให้เมล็ดหญ้าข้าวนกงอกได้ร้อยละ 80 78 72 71 70 และ 52 โดยเชื้อรา *Curvularia penniseti* สามารถยับยั้งการงอกของเมล็ดหญ้าข้าวนกได้สูงสุดร้อยละ 48 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) ดังแสดงในตารางผนวกที่ 4

วัชพืชใบเลี้ยงคู่ (ชุดดินกำแพงเพชร)

ทดสอบสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพต่อการยับยั้งการงอกของเมล็ดวัชพืชใบเลี้ยงคู่คือ ผักเบี้ยหิน และผักโขม กับชุดดินกำแพงเพชร ในรูปของสารกรองละเอียดความเข้มข้น 1:1 พบว่า เชื้อรา *Fusarium semitectum Drechslera rostrata Drechslera erythrospila Curvularia clavata Curvularia penniseti* และ *Fusarium solani* ทำให้เมล็ดผักเบี้ยหินงอกได้ร้อยละ 96 95 90 89 80 และ 50 โดยเชื้อรา *Fusarium solani* สามารถยับยั้งการงอกของเมล็ดผักเบี้ยหินได้สูงสุดร้อยละ 50 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) และพบว่า เชื้อรา *Curvularia penniseti* ไม่มีผลต่อการงอกของ ผักโขม ส่วนเชื้อรา *Curvularia clavata Fusarium solani Drechslera rostrata Fusarium semitectum* และ *Drechslera erythrospila* ทำให้เมล็ดผักโขมงอกได้ร้อยละ 95 95 90 80 และ 62 โดยเชื้อรา *Drechslera erythrospila* สามารถยับยั้งการงอกของเมล็ดผักโขมได้สูงสุดร้อยละ 38 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) ดังแสดงในตารางผนวกที่ 5

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

พืชปลูก (ชุดดินกำแพงเพชร)

ทดสอบสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพต่อการงอกของเมล็ดพืชปลูก คือ มะเขือเทศ และผักกาดเขียวกวางตุ้ง กับชุดดินกำแพงเพชร ในรูปของสารกรองละเอียดความเข้มข้น 1:1 พบว่า เชื้อรา *Curvularia clavata Drechslera rostrata Curvularia penniseti Fusarium solani Drechslera erythrospila* และ *Fusarium semitectum* ทำให้เมล็ดมะเขือเทศงอกได้ร้อยละ 90 90 85 85 80 และ 65 โดยเชื้อรา *Curvularia clavata* และ *Drechslera rostrata* ทำให้เมล็ดมะเขือเทศ งอกได้สูงสุดร้อยละ 90 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) และพบว่า เชื้อรา *Drechslera rostrata Drechslera erythrospila Fusarium semitectum* และ*Fusarium solani* ไม่มีผลต่อการงอกของเมล็ดผักกาดเขียวกวางตุ้ง ส่วนเชื้อรา *Curvularia clavata* และ *Curvularia penniseti* ทำให้เมล็ดผักกาดเขียวกวางตุ้งงอกได้ร้อยละ 82 และ 77 โดยเชื้อรา *Drechslera rostrata Drechslera erythrospila Fusarium semitectum* และ *Fusarium solani* ไม่มีผลต่อการงอกของเมล็ดผักกาดเขียวกวางตุ้ง ทำให้เมล็ดผักกาดเขียวกวางตุ้งงอกได้อย่างสมบูรณ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) ดังแสดงในตารางผนวกที่ 6

2) ชุดดินท่าม่วง

วัชพืชใบเลี้ยงเดี่ยว (ชุดดินท่าม่วง)

ทดสอบสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพต่อการยับยั้งการงอกของเมล็ดวัชพืชใบเลี้ยงเดี่ยว คือ หญ้าตีนกา และหญ้าข้าวนก กับชุดดินท่าม่วง ในรูปของสารกรองละเอียดความเข้มข้น 1:1 พบว่า เชื้อรา *Drechslera rostrata* ไม่มีผลต่อการงอกของเมล็ดหญ้าตีนกา ส่วนเชื้อรา *Curvularia clavata Fusarium semitectum Drechslera erythrospila Curvularia penniseti* และ *Fusarium solani* ทำให้เมล็ดหญ้าตีนกางอกได้ร้อยละ 92 90 80 70 และ 58 โดยเชื้อรา *Fusariumsolani* สามารถยับยั้งการงอกของเมล็ดหญ้าตีนกาได้สูงสุดร้อยละ 42 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) และพบว่า เชื้อรา *Curvularia clavata Drechslera erythrospila Drechslera rostrata Curvularia penniseti Fusarium solani* และ *Fusarium semitectum* ทำให้เมล็ดหญ้าข้าวนกงอกได้ร้อยละ 95 95 93 90 87 และ 85 โดยเชื้อรา *Fusarium solani* และ *Fusarium semitectum* สามารถยับยั้งการงอกของเมล็ดหญ้าข้าวนกได้สูงร้อยละ 13 และ 15 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) ดังแสดงในตารางผนวกที่ 4

วัชพืชใบเลี้ยงคู่ (ชุดดินท่าม่วง)

ทดสอบสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพต่อการยับยั้งการงอกของเมล็ดวัชพืชใบเลี้ยงคู่ คือ ผักเบี้ยหิน และผักโขม กับชุดดินท่าม่วง ในรูปของสารกรองละเอียดความเข้มข้น 1:1 พบว่า เชื้อรา

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

Drechslera erythrospila Fusarium solani Drechslera rostrata Curvularia clavata Curvularia penniseti และ *Fusarium semitectum* ทำให้เมล็ดผักเบี้ยหินงอกได้ร้อยละ 99 83 79 72 68 และ 54 โดยเชื้อรา *Fusarium semitectum* สามารถยับยั้งการงอกของเมล็ดผักเบี้ยหินได้สูงสุดร้อยละ 46 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) และ พบว่า เชื้อรา *Fusarium semitectum* ไม่มีผลต่อการงอกของเมล็ดผักโขม ส่วนเชื้อรา *Drechslera rostrata Curvularia penniseti Drechslera erythrospila Curvularia clavata* และ *Fusarium solani* ทำให้เมล็ดผักโขมงอกได้ร้อยละ 97 80 79 67 และ 30 โดยเชื้อรา *Fusarium solani* สามารถยับยั้งการงอกของเมล็ดผักโขมได้สูงสุดร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) ดังแสดงในตารางผนวกที่ 5

พืชปลูก (ชุดดินท่าม่วง)

ทดสอบสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพต่อการงอกของเมล็ดพืชปลูก คือ มะเขือเทศ และผักกาดเขียวกวางตุ้ง กับชุดดินท่าม่วง ในรูปของสารกรองละเอียดความเข้มข้น 1:1 พบว่า เชื้อรา *Curvularia clavata Curvularia penniseti Drechslera rostrata Drechslera erythrospila Fusarium semitectum* และ *Fusarium solani* ทำให้เมล็ดมะเขือเทศงอกได้ร้อยละ 95 85 75 73 70 และ 70 โดยเชื้อรา *Curvularia clavata* ทำให้เมล็ดมะเขือเทศงอกได้สูงสุดร้อยละ 95 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) และ พบว่า เชื้อรา *Fusarium solani Curvularia penniseti Drechslera rostrata Fusarium semitectum Curvularia clavata* และ *Drechslera erythrospila* ทำให้เมล็ดผักกาดเขียวกวางตุ้งงอกได้ร้อยละ 80 75 75 75 50 และ 50 โดยเชื้อรา *Fusarium solani* ทำให้เมล็ดผักกาดเขียวกวางตุ้งงอกได้สูงสุดร้อยละ 80 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) ดังแสดงในตารางผนวกที่ 6

3) ชุดดินกำแพงแสน

วัชพืชใบเลี้ยงเดี่ยว (ชุดดินกำแพงแสน)

ทดสอบสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพต่อการยับยั้งการงอกของเมล็ดวัชพืชใบเลี้ยงเดี่ยว คือ หญ้าตีนกา และหญ้าข้าวนก กับชุดดินกำแพงแสน ในรูปของสารกรองละเอียดความเข้มข้น 1:1 พบว่า เชื้อรา *Drechslera rostrata Drechslera erythrospila Curvularia penniseti Fusarium solani Curvularia clavata* และ *Fusarium semitectum* ทำให้เมล็ดหญ้าตีนกางอกได้ร้อยละ 73 63 57 53 22 และ 13 โดยเชื้อรา *Fusarium semitectum* สามารถยับยั้งการงอกของเมล็ดหญ้าตีนกาได้สูงสุดร้อยละ 87 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) และพบว่า เชื้อรา *Drechslera rostrata Drechslera erythrospila Fusarium solani Curvularia penniseti Fusarium semitectum* และ *Curvularia clavata* ทำให้เมล็ดหญ้าข้าวนกงอกได้ร้อยละ 95 95 95 93 88 และ 85 โดยเชื้อรา *Curvularia clavata* สามารถยับยั้งการงอกของเมล็ดหญ้าข้าวนกได้สูงร้อยละ 15 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) ดังแสดงในตารางผนวกที่ 4

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

วัชพืชใบเลี้ยงคู่ (ชุดดินกำแพงแสน)

ทดสอบสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพต่อการยับยั้งการงอกของเมล็ดวัชพืชใบเลี้ยงคู่ คือ ผักเบี้ยหินและผักโขม กับชุดดินกำแพงแสน ในรูปของสารกรองละเอียดความเข้มข้น 1:1 พบว่าเชื้อรา *Curvularia clavata* และ *Curvularia penniseti* ไม่มีผลต่อการงอกของเมล็ดผักเบี้ยหิน ส่วนเชื้อรา *Fusarium semitectum Drechslera rostrata Fusarium solani* และ *Drechslera erythrospila* ทำให้เมล็ดผักเบี้ยหินงอกได้ร้อยละ 95 93 90 และ 69 โดยเชื้อรา *Drechslera erythrospila* สามารถยับยั้งการงอกของเมล็ดผักเบี้ยหินได้สูงสุดร้อยละ 31 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) และพบว่า เชื้อรา *Fusarium semitectum* ไม่มีผลต่อการงอกของเมล็ดผักโขม ส่วนเชื้อรา *Drechslera rostrata Curvularia penniseti Curvularia clavata* และ *Drechslera erythrospila* ทำให้เมล็ดผักโขมงอกได้ร้อยละ 90 85 55 และ 53 โดยเชื้อรา *Fusarium solani* ทำให้เมล็ดผักโขมไม่งอกเลยอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) ดังแสดงในตารางผนวกที่ 5

พืชปลูก (ชุดดินกำแพงแสน)

ทดสอบสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพต่อการงอกของเมล็ดพืชปลูก คือ มะเขือเทศ และผักกาดเขียวกวางตุ้ง กับชุดดินกำแพงแสน ในรูปของสารกรองละเอียดความเข้มข้น 1:1 พบว่า เชื้อรา *Fusarium solani Curvularia penniseti Curvularia clavata Drechslera rostrata Drechslera erythrospila* และ *Fusarium semitectum* ทำให้เมล็ดมะเขือเทศงอกได้ร้อยละ 90 88 85 85 85 และ 85 โดยเชื้อรา *Fusarium solani* ทำให้เมล็ดมะเขือเทศงอกได้สูงสุดร้อยละ 90 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) และพบว่า สารออกฤทธิ์ทางชีวภาพที่เชื้อราผลิตทุกตำรับการทดลอง ไม่มีผลต่อการงอกของเมล็ดผักกาด-เขียวกวางตุ้ง ดังแสดงในตารางผนวกที่ 6

4) ชุดดินบางเขน

วัชพืชใบเลี้ยงเดี่ยว (ชุดดินบางเขน)

ทดสอบสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพต่อการยับยั้งการงอกของเมล็ดวัชพืชใบเลี้ยงเดี่ยว คือ หญ้าตีนกา และหญ้าข้าวนก กับชุดดินบางเขน ในรูปของสารกรองละเอียดความเข้มข้น 1:1 พบว่า เชื้อรา *Drechslera erythrospila Curvularia penniseti Curvularia clavata Drechslera rostrata Fusarium semitectum* และ *Fusarium solani* ทำให้เมล็ดหญ้าตีนกางอกได้ร้อยละ 45 42 35 35 35 และ 35 โดยเชื้อรา *Curvularia clavata Drechslera rostrata Fusarium semitectum* และ *Fusarium solani* สามารถยับยั้งการงอกของเมล็ดหญ้าตีนกาได้สูงสุดร้อยละ 65 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) และพบว่า เชื้อรา *Curvularia*

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

penniseti Fusarium solani Curvularia clavata Drechslera rostrata Drechslera erythrospila และ *Fusarium semitectum* ทำให้เมล็ดหญ้าข้าวนกงอกได้ร้อยละ 90 83 81 80 80 และ 80 โดยเชื้อรา *Drechslera rostrata Drechslera erythrospila* และ *Fusarium semitectum* สามารถยับยั้งการงอกของเมล็ดหญ้าข้าวนกได้ร้อยละ 20 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) ดังแสดงในตารางผนวกที่ 4

วัชพืชใบเลี้ยงคู่ (ชุดดินบางเขน)

ทดสอบสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพต่อการยับยั้งการงอกของเมล็ดวัชพืชใบเลี้ยงคู่ คือ ผักเบี้ยหิน และผักโขม กับชุดดินบางเขน ในรูปของสารกรองละเอียดความเข้มข้น 1:1 พบว่า เชื้อรา *Drechslera rostrata Curvularia clavata Fusarium solani Fusarium semitectum Curvularia penniseti* และ *Drechslera erythrospila* ทำให้เมล็ดผักเบี้ยหินงอกได้ร้อยละ 90 65 55 39 30 และ 22 โดยเชื้อรา *Drechslera erythrospila* สามารถยับยั้งการงอกของเมล็ดผักเบี้ยหินได้สูงสุดร้อยละ 78 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) และพบว่า เชื้อรา *Curvularia penniseti Drechslera rostrata Fusarium solani* และ *Fusarium semitectum* ทำให้เมล็ดผักโขมงอกได้ร้อยละ 55 55 28 และ15 โดยเชื้อรา *Curvularia clavata* และ *Drechslera erythrospila* ทำให้เมล็ดผักโขมไม่งอกเลยอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) ดังแสดงในตารางผนวกที่ 5

พืชปลูก (ชุดดินบางเขน)

ทดสอบสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพต่อการงอกของเมล็ดพืชปลูก คือ มะเขือเทศ และผักกาดเขียวกวางตุ้ง กับชุดดินบางเขน ในรูปของสารกรองละเอียดความเข้มข้น 1:1 พบว่า เชื้อรา *Drechslera rostrata Fusarium solani Drechslera erythrospila Curvularia clavata Curvularia penniseti* และ *Fusarium semitectum* ทำให้เมล็ดมะเขือเทศงอกได้ร้อยละ 90 90 85 80 80 และ 75 โดยเชื้อรา *Drechslera rostrata* และ *Fusarium solani* ทำให้เมล็ดมะเขือเทศงอกได้สูงสุดร้อยละ 90 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) และพบว่า เชื้อรา *Fusarium solani Drechslera erythrospila Fusarium semitectum Curvularia penniseti Curvularia clavata* และ *Drechslera rostrata* ทำให้เมล็ดผักกาดเขียวกวางตุ้งงอกได้ร้อยละ 92 85 77 72 65 และ 65 โดยเชื้อรา *Fusarium solani* ทำให้เมล็ดผักกาดเขียวกวางตุ้งงอกได้สูงสุดร้อยละ 92 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) ดังแสดงในตารางผนวกที่ 6

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

3.2.2 ประสิทธิภาพของสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพต่อการยับยั้งการงอกของเมล็ดวัชพืช และการงอกของเมล็ดพืชปลูก เปรียบเทียบภายในชุดดิน

หญ้าตีนกา (วัชพืชใบเลี้ยงเดี่ยว)

ทดสอบสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพต่อการยับยั้งการงอกของเมล็ดหญ้าตีนกา กับทั้ง 4 ชุดดิน ในรูปของสารกรองละเอียดความเข้มข้น 1:1 พบว่า เชื้อรา *Fusarium semitectum* และ *Curvularia clavata* ที่ทดสอบกับชุดดินกำแพงแสน สามารถยับยั้งการงอกของเมล็ดหญ้าตีนกาได้สูงสุดร้อยละ 87 และ 78 ตามลำดับ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) รองลงมาคือ เชื้อรา*Curvularia clavata Drechslera rostrata Fusarium semitectum* และ *Fusarium solani* ที่ทดสอบกับชุดดินบางเขน สามารถยับยั้งการงอกของเมล็ดหญ้าตีนกาได้ร้อยละ 65 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) ดังแสดงในตารางผนวกที่ 7

หญ้าข้าวนก (วัชพืชใบเลี้ยงเดี่ยว)

ทดสอบสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพต่อการยับยั้งการงอกของเมล็ดหญ้าข้าวนก กับทั้ง 4 ชุดดิน ในรูปของสารกรองละเอียดความเข้มข้น 1:1 พบว่า เชื้อรา *Curvularia penniseti* ที่ทดสอบกับชุดดินกำแพงเพชร สามารถยับยั้งการงอกของเมล็ดหญ้าข้าวนกได้สูงสุดร้อยละ 48 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) รองลงมา คือ เชื้อรา *Drechslera rostrata Curvularia clavata* และ *Fusarium solani* ที่ทดสอบกับชุดดินกำแพงเพชร สามารถยับยั้งการงอกของเมล็ดหญ้าข้าวนกได้ร้อยละ 30 29 และ 28 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) ดังแสดงในตารางผนวกที่ 8

ผักเบี้ยหิน (วัชพืชใบเลี้ยงคู่)

ทดสอบสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพต่อการยับยั้งการงอกของเมล็ดผักเบี้ยหิน กับทั้ง 4 ชุดดิน ในรูปของสารกรองละเอียดความเข้มข้น 1:1 พบว่า เชื้อรา *Drechslera erythrospila* ที่ทดสอบกับชุดดินบางเขน สามารถยับยั้งการงอกของเมล็ดผักเบี้ยหินได้สูงสุดร้อยละ 78 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) รองลงมา คือ เชื้อรา *Curvularia penniseti* ที่ทดสอบกับชุดดินบางเขน สามารถยับยั้งการงอกของเมล็ดผักเบี้ยหินได้ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) และ เชื้อรา *Fusarium semitectum* ที่ทดสอบกับชุดดินบางเขน สามารถยับยั้งการงอกของเมล็ดผักเบี้ยหินได้ร้อยละ 61 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) ดังแสดงในตารางผนวกที่ 9

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ผักโขม (วัชพืชใบเลี้ยงคู่)

ทดสอบสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพต่อการยับยั้งการงอกของเมล็ดผักโขม กับทั้ง 4 ชุดดิน ในรูปของสารกรองละเอียดความเข้มข้น 1:1 พบว่า เชื้อรา *Fusarium solani* ที่ทดสอบกับชุดดินกำแพงแสน รวมทั้งเชื้อรา *Curvularia clavata* และ *Drechslera erythrospila* ที่ทดสอบกับชุดดินบางเขน สามารถยับยั้งการงอกของเมล็ดผักโขมได้สูงสุดทำให้เมล็ดผักโขมไม่งอกเลย อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) รองลงมา คือ เชื้อรา *Fusarium semitectum* ที่ทดสอบกับชุดดินบางเขน สามารถยับยั้งการงอกของเมล็ดผักโขมได้ร้อยละ 85 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) และเชื้อรา *Fusarium solani* ที่ทดสอบกับชุดดินบางเขน และชุดดินท่าม่วงสามารถยับยั้งการงอกของเมล็ดผักโขมได้สูงสุดร้อยละ 72 และ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) ดังแสดงในตารางผนวกที่ 10

ผักกาดเขียวกวางตุ้ง (พืชปลูก)

ทดสอบสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพต่อการงอกของเมล็ดผักกาดเขียวกวางตุ้ง กับทั้ง 4 ชุดดิน ในรูปของสารกรองละเอียดความเข้มข้น 1:1 พบว่า เชื้อราในทุกตำรับการทดลอง ที่ทดสอบกับชุดดินกำแพงแสน และเชื้อรา *Drechslera rostrata Drechslera erythrospila Fusarium semitectum* และ *Fusarium solani* ที่ทดสอบกับชุดดินกำแพงเพชร ไม่มีผลต่อการงอกของเมล็ดผักกาดเขียวกวางตุ้ง ทำให้เมล็ดงอกได้อย่างสมบูรณ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) รองลงมา คือ เชื้อรา *Fusarium solani* ที่ทดสอบกับชุดดินบางเขน ทำให้เมล็ดผักกาดเขียวกวางตุ้งงอกได้ร้อยละ 92 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) รวมทั้งเชื้อรา *Drechslera erythrospila* ที่ทดสอบกับชุดดินบางเขน ทำให้เมล็ดผักกาดเขียว-กวางตุ้งงอกได้ร้อยละ 85 และ เชื้อรา *Curvularia clavata* ที่ทดสอบกับชุดดินกำแพงเพชร ทำให้เมล็ดผักกาดเขียวกวางตุ้งงอกได้ร้อยละ 82 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) ดังแสดงในตารางผนวกที่ 11

มะเขือเทศ (พืชปลูก)

ทดสอบสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพที่เชื้อราผลิตต่อการงอกของเมล็ดมะเขือเทศ กับทั้ง 4 ชุดดิน ในรูปของสารกรองละเอียดความเข้มข้น 1:1 พบว่า เชื้อรา *Curvularia clavata* ที่ทดสอบกับชุดดินท่าม่วง ทำให้เมล็ดมะเขือเทศงอกได้สูงสุดร้อยละ 95 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) รองลงมา คือ เชื้อรา *Curvularia clavata* และ *Drechslera rostrata* ที่ทดสอบกับชุดดินกำแพงเพชร เชื้อรา *Drechslera rostrata* และ *Fusarium solani* ที่ทดสอบกับชุดดินบางเขน และเชื้อรา *Fusarium solani* ที่ทดสอบกับชุดดินกำแพงแสน ทำให้เมล็ดมะเขือเทศงอกได้ร้อยละ 90 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) และ เชื้อรา *Curvularia penniseti* ที่ทดสอบกับชุดดินกำแพงแสน ทำให้เมล็ดผักกาดเขียวกวางตุ้งงอกได้ร้อยละ 88 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) ดังแสดงในตารางผนวกที่ 12

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ผลการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างประสิทธิภาพของสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพ ในการต่อการยับยั้งการงอกของเมล็ดวัชพิชและการงอกของพืชปลูก กับทั้ง 4 ชุดดิน ที่มีร้อยละของอนุภาคดินเหนียว และความจุแลกเปลี่ยนแคตไอออนที่ต่างกัน ในรูปสารกรองละเอียดความเข้มข้น 1:1 หลังใส่สาร 7 วัน สรุปได้ว่า เชื้อรา *Drechslera erythrospila* และ *Fusarium semitectum* ที่ทดสอบกับชุดดินบางเขน สามารถยับยั้งการงอกของเมล็ดหญ้าตีนกา ผักเบี้ยหิน และผักโขม ได้ถึงร้อยละ 55-65 61-78 และ 85-100 ตามลำดับ โดยไม่มีผลต่อการเจริญเติบโตของมะเขือเทศ และผักกาดเขียวกวางตุ้ง ซึ่งสมบัติทางฟิสิกส์ของชุดดินบางเขน คือ จะมีร้อยละของอนุภาคดินเหนียว และความจุแลกเปลี่ยนแคตไอออนสูงที่สุด ซึ่งชุดดินที่มีร้อยละของอนุภาคดินเหนียว และความจุแลกเปลี่ยนแคตไอออนสูง จะส่งเสริมให้สารออกฤทธิ์ทางชีวภาพมีประสิทธิภาพเพิ่มขึ้น

จากการทำการทดลองในภาชนะที่เป็นระบบปิด สารออกฤทธิ์ทางชีวภาพจะถูกดินดูดซับไว้ในอนุภาคดินอย่างทั่วถึง ดังนั้นปัจจัยที่สำคัญคือ การดูดซับสารไว้กับอนุภาคดินให้นานที่สุด ซึ่งพบว่า ชุดดินบางเขน ที่มีเนื้อดินเป็นดินเหนียวปนทรายแป้ง ช่วยส่งเสริมประสิทธิภาพของสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพต่อการยับยั้งการงอกของเมล็ดวัชพืชมากที่สุด ในแง่การดูดซับสารต่าง ๆ ไว้ในดิน เนื่องจากมีอนุภาคของดินเหนียวและความจุแลกเปลี่ยนแคตไอออนสูงที่สุด จึงเกาะยึดสารได้ดีเมื่อเปียก มีพื้นที่ผิวจำเพาะสูง ดูดซับสารต่าง ๆ ได้ดี เมื่อเปรียบเทียบกับดินร่วนเหนียวปนทรายแป้ง และดินร่วนปนทรายที่ใช้ทดสอบ

สอดคล้องกับงานวิจัยที่พบว่ากระบวนการดูดซับมวลสารเคมีในดิน ขึ้นอยู่กับอุณหภูมิดิน ความชื้น ปฏิกิริยาดิน เนื้อดิน ชนิดและปริมาณแร่ดินเหนียว ปริมาณอินทรียวัตถุ ขนาดของอนุภาคดิน และไอออนต่าง ๆ ในสารละลายดิน เป็นต้น (Wild, 1993; Brady and Ray, 2002; Mirsal, 2004)

3.3 ความสัมพันธ์ระหว่างคุณสมบัติของดินต่อประสิทธิภาพของสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพต่อการยับยั้งการเจริญเติบโตของต้นอ่อนวัชพืชและการเจริญของพืชปลูก ในดินที่มีสมบัติแตกต่างกัน

ทดสอบกับวัชพืชใบเลี้ยงเดี่ยว ได้แก่ หญ้าตีนกา หญ้าข้าวนก และแห้วหมู วัชพืชใบเลี้ยงคู่ ได้แก่ ผักเบี้ยหิน และผักโขม และพืชปลูก ได้แก่ ผักกาดเขียวกวางตุ้ง และมะเขือเทศ โดยใช้สารออกฤทธิ์ทางชีวภาพในรูปสารกรองละเอียด 6 ชนิด ได้แก่ *Curvularia clavata*, *Curvularia penniseti*, *Drechslera rostrata, Drechslera erythrospila, Fusarium semitectum* และ *Fusarium solani* กับชุดดินกำแพงเพชร ชุดดินท่าม่วง ชุดดินกำแพงแสน และชุดดินบางเขน

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

3.3.1 ประสิทธิภาพของสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพต่อการยับยั้งการเจริญเติบโตของต้นอ่อนวัชพืชและการเจริญของพืชปลูก เปรียบเทียบต่างชุดดิน

1) ชุดดินกำแพงเพชร

วัชพืชใบเลี้ยงเดี่ยว (ชุดดินกำแพงเพชร)

ทดสอบสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพ ต่อการยับยั้งการเจริญเติบโตของต้นอ่อนวัชพืชใบเลี้ยงเดี่ยว คือ หญ้าตีนกา หญ้าข้าวนก และแห้วหมู กับชุดดินกำแพงเพชร ในรูปของสารกรองละเอียดความเข้มข้น 1:1 พบว่า เชื้อรา *Drechslera erythrospila Fusarium solani Fusarium semitectum Curvularia clavata Curvularia penniseti* และ *Drechslera rostrata* สามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของต้นอ่อนหญ้าตีนกาได้ร้อยละ 25 20 15 10 10 และ 5 โดยเชื้อรา *Drechslera erythrospila* สามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของต้นอ่อนหญ้าตีนกาได้สูงสุดร้อยละ 25 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) สอดคล้องกับเชื้อรา *Curvularia clavata Curvularia penniseti Fusarium semitectum Drechslera erythrospila* และ *Fusarium solani* ที่สามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของต้นอ่อนหญ้าข้าวนกได้ร้อยละ 34 32 32 30 และ 6 โดยเชื้อรา *Curvularia clavata* สามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของต้นอ่อนหญ้าข้าวนกได้สูงสุดร้อยละ 34 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) และ เชื้อรา *Fusarium solani Curvularia clavata* และ *Curvularia penniseti* สามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของต้นอ่อนแห้วหมูได้ร้อยละ 20 10 และ10 โดยเชื้อรา *Fusarium solani* สามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของต้นอ่อนแห้วหมูได้สูงสุดร้อยละ 20 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) ดังแสดงในตารางผนวกที่ 13

วัชพืชใบเลี้ยงคู่ (ชุดดินกำแพงเพชร)

ทดสอบสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพ ต่อการยับยั้งการเจริญเติบโตของต้นอ่อนวัชพืชใบเลี้ยงคู่ คือ ผักเบี้ยหิน และ ผักโขม กับชุดดินกำแพงเพชร ในรูปของสารกรองละเอียดความเข้มข้น 1:1 พบว่า เชื้อรา *Fusarium solani Curvularia penniseti Curvularia clavata Drechslera rostrata* และ *Drechslera erythrospila* สามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของต้นอ่อนผักเบี้ยหินได้ร้อยละ 50 8 6 5 และ 5 โดยเชื้อรา *Fusarium solani* สามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของต้นอ่อนผักเบี้ยหินได้สูงสุดร้อยละ 50 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) และเชื้อรา *Drechslera erythrospila* สามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของต้นอ่อนผักโขมได้สูงสุดร้อยละ 18 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) ดังแสดงในตารางผนวกที่ 14

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

พืชปลูก (ชุดดินกำแพงเพชร)

ทดสอบสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพ ต่อการเจริญเติบโตของต้นอ่อนพืชปลูก คือ มะเขือเทศ และผักกาดเขียวกวางตุ้ง กับชุดดินกำแพงเพชร ในรูปของสารกรองละเอียดความเข้มข้น 1:1 พบว่า เชื้อรา *Fusarium semitectum Drechslera erythrospila Curvularia clavata Curvularia penniseti Drechslera rostrata* และ *Fusarium solani* ทำให้มะเขือเทศเจริญเติบโตได้ถึงร้อยละ 80 88 90 95 95 และ 95 โดยเชื้อรา *Curvularia penniseti Drechslera rostrata* และ *Fusarium solani* ทำให้มะเขือเทศเจริญเติบโตได้สูงสุดร้อยละ 95 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) และพบว่า เชื้อราในทุกตำรับการทดลอง ไม่มีผลต่อการเจริญเติบโตของต้นอ่อนผักกาดเขียวกวางตุ้ง ดังแสดงในตารางผนวกที่ 15

2) ชุดดินท่าม่วง

วัชพืชใบเลี้ยงเดี่ยว (ชุดดินท่าม่วง)

ทดสอบสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพต่อการยับยั้งการเจริญเติบโตของต้นอ่อนวัชพืชใบเลี้ยงเดี่ยว คือ หญ้าตีนกา หญ้าข้าวนก และแห้วหมู ในชุดดินท่าม่วง ในรูปของสารกรองละเอียดความเข้มข้น 1:1 พบว่า เชื้อรา *Fusarium solani* และ *Drechslera rostrata* สามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของต้นอ่อนหญ้าตีนกาได้สูงสุดร้อยละ 10 และ 5 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) สอดคล้องกับเชื้อรา *Curvularia clavata Curvularia penniseti Drechslera rostrata* และ *Drechslera erythrospila* ที่สามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของต้นอ่อนหญ้าข้าวนกได้สูงสุดร้อยละ 5 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) และเชื้อรา *Fusarium solani Curvularia clavata Curvularia penniseti Fusarium semitectum* และ *Drechslera rostrata* สามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของต้นอ่อนแห้วหมูได้ร้อยละ 30 20 20 20 และ10 โดยเชื้อรา *Fusarium solani* สามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของต้นอ่อนแห้วหมูได้สูงสุดร้อยละ 30 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) ดังแสดงในตารางผนวกที่ 13

วัชพืชใบเลี้ยงคู่ (ชุดดินท่าม่วง)

ทดสอบสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพ ต่อการยับยั้งการเจริญเติบโตของต้นอ่อนวัชพืชใบเลี้ยงคู่ คือ ผักเบี้ยหิน และผักโขม กับชุดดินท่าม่วง ในรูปของสารกรองละเอียดความเข้มข้น 1:1 พบว่า เชื้อรา *Curvularia penniseti Drechslera rostrata Fusarium solani* และ *Curvularia clavata* สามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของต้นอ่อนผักเบี้ยหินได้ร้อยละ 23 15 5 และ 3 โดยเชื้อรา *Curvularia penniseti* สามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของต้นอ่อนผักเบี้ยหินได้สูงสุดร้อยละ 23 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) และเชื้อรา *Fusarium solani Curvularia penniseti* และ *Drechslera erythrospila* สามารถยับยั้งการเจริญเติบโต

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ของต้นอ่อนผักโขมได้ร้อยละ 55 20 และ 12 โดยเชื้อรา *Fusarium solani* สามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของต้นอ่อนผักโขมได้สูงสุดร้อยละ 55 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) ดังแสดงในตารางผนวกที่ 14

พืชปลูก (ชุดดินท่าม่วง)

ทดสอบสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพ ต่อการเจริญเติบโตของต้นอ่อนพืชปลูก คือ มะเขือเทศ และผักกาดเขียวกวางตุ้ง กับชุดดินท่าม่วง ในรูปของสารกรองละเอียดความเข้มข้น 1:1 พบว่า เชื้อรา *Drechslera erythrospila Drechslera rostrata Fusarium semitectum* และ *Curvularia clavata* ทำให้มะเขือเทศเจริญเติบโตได้ร้อยละ 75 85 85 และ 90 โดยเชื้อรา *Curvularia penniseti* และ *Fusarium solani* ไม่มีผลต่อการเจริญเติบโตของต้นอ่อนมะเขือเทศอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) และพบว่า เชื้อราในทุกตำรับการทดลอง ไม่มีผลต่อการเจริญเติบโตของต้นอ่อนผักกาดเขียวกวางตุ้ง ดังแสดงในตารางผนวกที่ 15

3) ชุดดินกำแพงแสน

วัชพืชใบเลี้ยงเดี่ยว (ชุดดินกำแพงแสน)

ทดสอบสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพ ต่อการยับยั้งการเจริญเติบโตของต้นอ่อนวัชพืชใบเลี้ยงเดี่ยว คือ หญ้าตีนกา หญ้าข้าวนก และแห้วหมู กับชุดดินกำแพงแสน ในรูปของสารกรองละเอียดความเข้มข้น 1:1 พบว่า เชื้อรา *Curvularia clavata Drechslera rostrata* และ*Curvularia penniseti* สามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของต้นอ่อนหญ้าตีนกาได้ร้อยละ 15 10 และ 5 โดยเชื้อรา *Curvularia clavata* สามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของต้นอ่อนหญ้าตีนกาได้สูงสุดร้อยละ 15 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) สอดคล้องกับเชื้อรา *Curvularia clavata Curvularia penniseti Drechslera rostrata Drechslera erythrospila Fusarium semitectum* และ *Fusarium solani* ที่สามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของต้นอ่อนหญ้าข้าวนกได้ร้อยละ 10 10 5 5 5 และ 5 โดยเชื้อรา *Curvularia clavata* และ *Curvularia penniseti* สามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของต้นอ่อนหญ้าข้าวนกได้สูงสุดร้อยละ 10 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) และเชื้อรา *Curvularia clavata Drechslera rostrata Fusarium semitectum Fusarium solani* และ *Drechslera erythrospila* สามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของต้นอ่อนแห้วหมูได้ร้อยละ 20 20 20 20 และ 10 โดยเชื้อรา *Curvularia clavata Drechslera rostrata Fusarium semitectum* และ *Fusarium solani* สามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของต้นอ่อนแห้วหมูได้สูงสุดร้อยละ 20 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) ดังแสดงในตารางผนวกที่ 13

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

วัชพืชใบเลี้ยงคู่ (ชุดดินกำแพงแสน)

ทดสอบสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพ ต่อการยับยั้งการเจริญเติบโตของต้นอ่อนวัชพืชใบเลี้ยงคู่ คือ ผักเบี้ยหิน และผักโขม กับชุดดินกำแพงแสน ในรูปของสารกรองละเอียดความเข้มข้น 1:1 พบว่า เชื้อรา *Drechslera rostrata* และ *Drechslera erythrospila* สามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของต้นอ่อนผักเบี้ยหินได้ร้อยละ 7 และ 5 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) และเชื้อรา *Curvularia penniseti* และ *Drechslera erythrospila* สามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของต้นอ่อนผักโขมได้ร้อยละ 22 และ 7 โดยเชื้อรา *Curvularia penniseti* สามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของต้นอ่อนผักโขมได้สูงสุดร้อยละ 22 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) ดังแสดงในตารางผนวกที่ 14

พืชปลูก (ชุดดินกำแพงแสน)

ทดสอบสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพ ต่อการเจริญเติบโตของต้นอ่อนพืชปลูก คือ มะเขือเทศ และผักกาดเขียวกวางตุ้ง กับชุดดินกำแพงแสน ในรูปของสารกรองละเอียดความเข้มข้น 1:1 พบว่า เชื้อราในทุกตำรับการทดลอง ไม่มีผลต่อการเจริญเติบโตของต้นอ่อนมะเขือเทศ และผักกาดเขียว-กวางตุ้ง ดังแสดงในตารางผนวกที่ 15

4) ชุดดินบางเขน

วัชพืชใบเลี้ยงเดี่ยว (ชุดดินบางเขน)

ทดสอบสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพ ต่อการยับยั้งการเจริญเติบโตของต้นอ่อนวัชพืชใบเลี้ยงเดี่ยว คือ หญ้าตีนกา หญ้าข้าวนก และแห้วหมู กับชุดดินบางเขน ในรูปของสารกรองละเอียดความเข้มข้น 1:1 พบว่า เชื้อรา *Fusarium semitectum Curvularia clavata Fusarium solani Drechslera erythrospila Curvularia penniseti* และ *Drechslera rostrata* สามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของต้นอ่อนหญ้าตีนกาได้ร้อยละ 20 15 15 12 5 และ 5 โดยเชื้อรา *Fusarium semitectum* สามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของต้นอ่อนหญ้าตีนกาได้สูงสุดร้อยละ 20 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) สอดคล้องกับเชื้อรา *Fusarium semitectum Curvularia clavata Curvularia penniseti Drechslera erythrospila Fusarium solani* และ *Drechslera rostrata* ที่สามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของต้นอ่อนหญ้าข้าวนกได้ร้อยละ 25 11 5 4 3 และ 2 โดยเชื้อรา *Fusarium semitectum* สามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของต้นอ่อนหญ้าข้าวนกได้สูงสุดร้อยละ 25 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) และ เชื้อรา *Fusarium solani Fusarium semitectum Curvularia clavata* และ *Drechslera rostrata* สามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของต้นอ่อนแห้วหมูได้ร้อยละ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

41 20 10 และ 10 โดยเชื้อรา *Fusarium solani* สามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของต้นอ่อนแห้วหมูได้สูงสุดร้อยละ 41 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) ดังแสดงในตารางผนวกที่ 13

วัชพืชใบเลี้ยงคู่ (ชุดดินบางเขน)

ทดสอบสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพ ต่อการยับยั้งการเจริญเติบโตของต้นอ่อนวัชพืชใบเลี้ยงคู่ คือ ผักเบี้ยหิน และผักโขม กับชุดดินบางเขน ในรูปของสารกรองละเอียดความเข้มข้น 1:1 พบว่าเชื้อรา *Fusarium solani Drechslera erythrospila Fusarium semitectum Curvularia penniseti Drechslera rostrata* และ *Curvularia clavata* สามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของต้นอ่อนผักเบี้ยหินได้ ร้อยละ 92 83 68 35 20 และ 10 โดยเชื้อรา *Fusarium solani* สามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของต้นอ่อนผักเบี้ยหินได้สูงสุดร้อยละ 92 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) และ เชื้อรา *Drechslera erythrospila Drechslera rostrata Fusarium semitectum Curvularia clavata Fusarium solani* และ *Curvularia penniseti* สามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของต้นอ่อนผักโขมได้ร้อยละ 68 45 35 31 19 และ 8 โดยเชื้อรา *Drechslera erythrospila* สามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของต้นอ่อนผักโขมได้สูงสุดร้อยละ 68 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) ดังแสดงในตารางผนวกที่ 14

พืชปลูก (ชุดดินบางเขน)

ทดสอบสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพ ต่อการเจริญเติบโตของต้นอ่อนพืชปลูก คือ มะเขือเทศ และผักกาดเขียวกวางตุ้ง กับชุดดินบางเขน ในรูปของสารกรองละเอียดความเข้มข้น 1:1 พบว่า เชื้อรา *Curvularia penniseti* ไม่มีผลต่อการเจริญเติบโตของต้นอ่อนมะเขือเทศ ส่วนเชื้อรา *Fusarium semitectum Drechslera rostrata Drechslera erythrospila Curvularia clavata* และ *Fusarium solani* ทำให้มะเขือเทศเจริญเติบโตได้ร้อยละ 75 85 85 90 และ 95 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) และเชื้อรา *Drechslera erythrospila Fusarium semitectum Curvularia penniseti Drechslera rostrata Curvularia clavata* และ *Fusarium solani* ทำให้ผักกาดเขียวกวางตุ้งเจริญเติบโตได้ร้อยละ 84 84 90 94 95 และ 100 โดยเชื้อรา *Fusarium solani* ไม่มีผลต่อการเจริญเติบโตของต้นอ่อนผักกาดเขียวกวางตุ้งอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) ดังแสดงในตารางผนวกที่ 15

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

3.3.2 ประสิทธิภาพของสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพต่อการยับยั้งการเจริญเติบโตของต้นอ่อนวัชพืช และพืชปลูก ภายในชุดดิน

หญ้าตีนกา (วัชพืชใบเลี้ยงเดี่ยว)

ทดสอบสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพ ต่อการยับยั้งการเจริญเติบโตของต้นอ่อนหญ้าตีนกา กับทั้ง 4 ชุดดิน ในรูปของสารกรองละเอียดความเข้มข้น 1:1 พบว่าเชื้อรา *Drechslera erythrospila* ที่ทดสอบกับชุดดินกำแพงเพชร สามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของต้นอ่อนหญ้าตีนกาสูงสุดร้อยละ 25 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) รองลงมาคือ เชื้อรา *Fusarium solani* ที่ทดสอบกับชุดดินกำแพงเพชร และชุดดินบางเขน สามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของต้นอ่อนหญ้าตีนกาได้ร้อยละ 20 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) และเชื้อรา *Fusarium semitectum* ที่ทดสอบกับชุดดินกำแพงเพชร เชื้อรา *Curvularia clavata* ที่ทดสอบกับชุดดินกำแพงแสน เชื้อรา *Curvularia clavata* และ *Fusarium solani* ที่ทดสอบกับชุดดินบางเขน สามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของต้นอ่อนหญ้าข้าวนกได้ร้อยละ 15 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) ดังแสดงในตารางผนวกที่ 16

หญ้าข้าวนก (วัชพืชใบเลี้ยงเดี่ยว)

ทดสอบสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพ ต่อการยับยั้งการเจริญเติบโตของต้นอ่อนหญ้าข้าวนก กับทั้ง 4 ชุดดิน ในรูปของสารกรองละเอียดความเข้มข้น 1:1 พบว่า เชื้อรา *Curvularia clavata* ที่ทดสอบกับชุดดินกำแพงเพชร สามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของต้นอ่อนหญ้าข้าวนกสูงสุดร้อยละ 34 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) รองลงมา คือ เชื้อรา *Curvularia penniseti* และ *Fusarium semitectum* ที่ทดสอบกับชุดดินกำแพงเพชร สามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของต้นอ่อนหญ้าข้าวนกได้ร้อยละ 32 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) และเชื้อรา *Drechslera erythrospila* ที่ทดสอบกับชุดดินกำแพงเพชร สามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของต้นอ่อนหญ้าข้าวนกได้ร้อยละ 30 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) ดังแสดงในตารางผนวกที่ 17

แห้วหมู (วัชพืชใบเลี้ยงเดี่ยว)

ทดสอบสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพ ต่อการยับยั้งการเจริญเติบโตของต้นอ่อนแห้วหมู กับทั้ง 4 ชุดดิน ในรูปของสารกรองละเอียดความเข้มข้น 1:1 พบว่า เชื้อรา *Fusarium solani* ที่ทดสอบกับชุดดินบางเขน สามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของต้นอ่อนแห้วหมูสูงสุดร้อยละ 41 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) รองลงมา คือ เชื้อรา *Fusarium solani* ที่ทดสอบกับชุดดินท่าม่วง สามารถยับยั้งการ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

เจริญเติบโตของต้นอ่อนแห้วหมูได้ร้อยละ 30 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) ดังแสดงในตารางผนวกที่ 18

ผักเบี้ยหิน (วัชพืชใบเลี้ยงคู่)

ทดสอบสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพ ต่อการยับยั้งการเจริญเติบโตของต้นอ่อนผักเบี้ยหินกับทั้ง 4 ชุดดิน ในรูปของสารกรองละเอียดความเข้มข้น 1:1 พบว่า เชื้อรา *Fusarium solani* ที่ทดสอบกับชุดดินบางเขน สามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของต้นอ่อนผักเบี้ยหินสูงสุดร้อยละ 92 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) รองลงมา คือ เชื้อรา *Drechslera erythrospila* ที่ทดสอบกับชุดดินบางเขน สามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของต้นอ่อนผักเบี้ยหินได้ร้อยละ 83 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) และเชื้อรา *Fusarium semitectum* ที่ทดสอบกับชุดดินบางเขน สามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของต้นอ่อนผักเบี้ยหินได้ร้อยละ 68 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) ดังแสดงในตารางผนวกที่ 19

ผักโขม (วัชพืชใบเลี้ยงคู่)

ทดสอบสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพ ต่อการยับยั้งการเจริญเติบโตของต้นอ่อนผักโขม กับทั้ง 4 ชุดดิน ในรูปของสารกรองละเอียดความเข้มข้น 1:1 พบว่า เชื้อรา *Drechslera erythrospila* ที่ทดสอบกับชุดดินบางเขน สามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของต้นอ่อนผักโขมสูงสุดร้อยละ 68 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) รองลงมา คือ เชื้อรา *Fusarium solani* ที่ทดสอบกับชุดดินท่าม่วง สามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของต้นอ่อนผักโขมได้ร้อยละ 55 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) และเชื้อรา *Drechslera rostrata* ที่ทดสอบกับชุดดินบางเขน สามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของต้นอ่อนผักโขมได้ร้อยละ 45 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) ดังแสดงในตารางผนวกที่ 20

ผักกาดเขียวกวางตุ้ง (พืชปลูก)

ทดสอบสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพ ต่อการเจริญเติบโตของต้นอ่อนผักกาดเขียวกวางตุ้งกับทั้ง 4 ชุดดิน ในรูปของสารกรองละเอียดความเข้มข้น 1:1 พบว่า เชื้อราในทุกตำรับการทดลองที่ทดสอบกับชุดดินกำแพงเพชร ชุดดินท่าม่วง และชุดดินกำแพงแสน ไม่มีผลต่อการเจริญเติบโตของต้นอ่อนผักกาดเขียวกวางตุ้ง อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) สอดคล้องกับ เชื้อรา *Fusarium solani* ที่ทดสอบกับชุดดินบางเขน ไม่มีผลต่อการเจริญเติบโตของต้นอ่อนผักกาดเขียวกวางตุ้ง อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) ดังแสดงในตารางผนวกที่ 21

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

มะเขือเทศ (พืชปลูก)

ทดสอบสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพต่อการเจริญเติบโตของต้นอ่อนมะเขือเทศ กับทั้ง 4 ชุดดิน ในรูปของสารกรองละเอียดความเข้มข้น 1:1 พบว่า เชื้อราในทุกตำรับการทดลองที่ทดสอบกับชุดดินกำแพงแสน ไม่มีผลต่อการเจริญเติบโตของต้นอ่อนมะเขือเทศ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) สอดคล้องกับ เชื้อรา *Curvularia penniseti* ที่ทดสอบกับชุดดินบางเขน และชุดดินท่าม่วง และเชื้อรา *Fusarium solani* ที่ทดสอบกับชุดดินท่าม่วง ไม่มีผลต่อการเจริญเติบโตของต้นอ่อนมะเขือเทศ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) ดังแสดงในตารางผนวกที่ 22

ผลการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างประสิทธิภาพของสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพ ต่อการเจริญเติบโตต้นอ่อนวัชพืชและพืชปลูก กับทั้ง 4 ชุดดินที่มีร้อยละของอนุภาคดินเหนียวและความจุแลกเปลี่ยนแคตไอออนที่ต่างกัน ในรูปสารกรองละเอียดความเข้มข้น 1:1 หลังใส่สาร 7 วัน สรุปได้ว่า เชื้อรา *Drechslera erythrospila* ที่ทดสอบกับชุดดินบางเขน สามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของต้นอ่อนผักเบี้ยหิน และผักโขม ได้ถึงร้อยละ 83 และ 68 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) และเชื้อรา *Fusarium solani* ที่ทดสอบกับชุดดินบางเขน สามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของต้นอ่อนแห้วหมู ได้ถึงร้อยละ 41 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) โดยไม่มีผลต่อการเจริญเติบโตของมะเขือเทศ และผักกาดเขียวกวางตุ้ง ซึ่งสมบัติทางฟิสิกส์ของชุดดินบางเขน คือ มีร้อยละของอนุภาคดินเหนียวและความจุแลกเปลี่ยนแคตไอออนสูงที่สุด โดยชุดดินที่มีร้อยละของอนุภาคดินเหนียว และความจุแลกเปลี่ยนแคตไอออนสูง ช่วยส่งเสริมให้สารออกฤทธิ์ทางชีวภาพมีประสิทธิภาพเพิ่มขึ้น

จากการทำการทดลองในภาชนะที่เป็นระบบปิด สารออกฤทธิ์ทางชีวภาพจะถูกดินดูดซับไว้ในอนุภาคดินอย่างทั่วถึง ดังนั้นปัจจัยที่สำคัญ คือ การดูดซับสารไว้กับอนุภาคดินให้นานที่สุด ซึ่งพบว่า ชุดดินบางเขนที่มีเนื้อดินเป็นดินเหนียวปนทรายแป้ง ช่วยส่งเสริมประสิทธิภาพของสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพต่อการยับยั้งการงอกของเมล็ดวัชพืชมากที่สุด ในแง่การดูดซับสารต่าง ๆ ไว้ในดิน เนื่องจากมีอนุภาคของดินเหนียวและความจุแลกเปลี่ยนแคตไอออนสูงที่สุด จึงเกาะยึดสารได้ดีเมื่อเปียกมีพื้นที่ผิวจำเพาะสูง ดูดซับสารต่าง ๆ ได้ดี เมื่อเปรียบเทียบกับดินร่วนเหนียวปนทรายแป้ง และดินร่วนปนทรายที่ใช้ทดสอบ

สอดคล้องกับงานวิจัย ที่พบว่ากระบวนการดูดซับมวลสารเคมีในดิน ขึ้นอยู่กับอุณหภูมิดิน ความชื้น ปฏิกิริยาดิน เนื้อดิน ชนิดและปริมาณแร่ดินเหนียว ปริมาณอินทรียวัตถุ ขนาดของอนุภาคดิน และไอออนต่าง ๆ ในสารละลายดิน เป็นต้น (Wild, 1993; Brady and Ray, 2002; Mirsal, 2004)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สรุปและข้อเสนอแนะ

สรุป

1. จากการเก็บตัวอย่างวัชพืชที่เป็นโรค สามารถจำแนกวัชพืชตามลักษณะภายนอกของวัชพืชได้ 2 กลุ่ม ได้แก่ วัชพืชใบเลี้ยงเดี่ยว คือ หญ้าปากควาย หญ้าขน หญ้าตีนกา หญ้าดอกขาว ผักปลาบใบแคบ และแห้วหมู วัชพืชใบเลี้ยงคู่ ได้แก่ ผักเบี้ยหิน กะเม็ง และลูกใต้ใบ สามารถแยกเชื้อราได้ทั้งหมด 17 โคโลนี จำแนกเชื้อราได้ 2 กลุ่ม คือ Sordariomycetes และ Hyphomycetes 3 สกุล ได้แก่ *Curvularia* sp. *Drechslera* sp. *Fusarium* sp ประกอบด้วยเชื้อรา 6 ชนิด ได้แก่ *Curvularia clavata Curvularia penniseti Drechslera rostrata Drechslera erythrospila Fusarium semitectum* และ *Fusarium solani*

2. ผลของประสิทธิภาพของสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพ ในรูปของสารกรองหยาบต่อการยับยั้งการงอกเมล็ดวัชพืช ในระดับห้องปฏิบัติการ พบว่า เชื้อรา *Fusarium semitectum Fusarium solani* และ *Drechslera erythrospila* สามารถยับยั้งการงอกของเมล็ดหญ้าปากควาย และหญ้าตีนกาได้สูงสุด แต่เชื้อราในรูปของสารกรองหยาบ มีข้อเสีย คือ จะมีส่วนของเส้นใยเชื้อราติดไปด้วย ทำให้มีโอกาสเจริญเติบโตต่อไปได้ ถ้าเป็นเชื้อก่อโรคจะเกิดการระบาดในสิ่งแวดล้อมได้ อาจทำให้พืชปลูกได้รับความเสียหายได้ จึงไม่ควรใช้เชื้อราในรูปของสารกรองหยาบทดสอบพืช

3. ผลของประสิทธิภาพของสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพ ในรูปของสารกรองละเอียด ต่อการยับยั้งการงอกเมล็ดวัชพืช ในระดับห้องปฏิบัติการ พบว่า เชื้อรา *Drechslera erythrospila* และ *Fusarium semitectum* สามารถยับยั้งการงอกเมล็ดหญ้าปากควาย และหญ้าตีนกาได้สูงสุด แต่มีความเป็นพิษต่อเมล็ดพืชปลูกต่ำที่สุด สอดคล้องกับ *Curvularia penniseti* ที่สามารถยับยั้งการงอกเมล็ดผักโขมได้สูงสุด แต่มีความเป็นพิษต่อเมล็ดพืชปลูกต่ำที่สุด

4. ความสัมพันธ์ของสมบัติดินต่อประสิทธิภาพของสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพ ในรูปของสารกรองละเอียด ต่อการยับยั้งการงอกของเมล็ดวัชพืช กับชุดดินกำแพงเพชร ชุดดินท่าม่วง ชุดดินกำแพงแสน และชุดดินบางเขน โดยทดสอบกับวัชพืชใบเลี้ยงเดี่ยว ได้แก่ หญ้าตีนกา และหญ้าข้าวนก วัชพืชใบเลี้ยงคู่ ได้แก่ ผักเบี้ยหิน และผักโขม และพืชปลูก ได้แก่ ผักกาดเขียวกวางตุ้ง และมะเขือเทศ โดยใช้สารออกฤทธิ์ทางชีวภาพในรูปสารกรองละเอียด 6 ชนิด ได้แก่ เชื้อรา *Curvularia clavata Curvularia penniseti Drechslera rostrata Drechslera erythrospila Fusarium semitectum* และ *Fusarium solani* พบว่า เชื้อรา *Drechslera erythrospila* และ *Fusarium semitectum* ที่ทดสอบกับชุดดินบางเขน สามารถยับยั้งการงอกของเมล็ดหญ้าตีนกา ผักเบี้ยหิน และ ผักโขม แต่ไม่มีผลต่อการงอกของเมล็ดพืชปลูก

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

5. ความสัมพันธ์ของสมบัติดินต่อประสิทธิภาพของสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพ ในรูปของสารกรองละเอียด ต่อการยับยั้งการเจริญเติบโตของต้นอ่อนวัชพืช กับชุดดินกำแพงเพชร ชุดดินท่าม่วง ชุดดินกำแพงแสน และชุดดินบางเขน โดยทดสอบกับวัชพืชใบเลี้ยงเดี่ยว ได้แก่ หญ้าตีนกา หญ้าข้าวนก และแห้วหมู วัชพืชใบเลี้ยงคู่ ได้แก่ ผักเบี้ยหิน และผักโขม และพืชปลูก ได้แก่ ผักกาดเขียวกวางตุ้ง และมะเขือเทศ โดยใช้สารออกฤทธิ์ทางชีวภาพในรูปสารกรองละเอียด 6 ชนิด ได้แก่ เชื้อรา *Curvularia clavata* *Curvularia penniseti* *Drechslera rostrata* *Drechslera erythrospila* *Fusarium semitectum* และ *Fusarium solani* พบว่า เชื้อรา *Drechslera erythrospila* ที่ทดสอบกับชุดดินบางเขน สามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของต้นอ่อนวัชพืชผักเบี้ยหิน และผักโขม แต่ไม่มีผลต่อการงอกของเมล็ดพืชปลูก

6. จากการทำการทดลองในภาชนะปิด ดังนั้น สารต่าง ๆ จะถูกดูดซับไว้ในอนุภาคดิน ซึ่งพบว่าในชุดดินบางเขน ที่มีเนื้อดินเป็นดินเหนียวปนทรายแป้ง มีร้อยละของอนุภาคดินเหนียว และความจุแลกเปลี่ยนแคตไอออนสูงที่สุด จึงช่วยส่งเสริมให้ประสิทธิภาพของสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพต่อการยับยั้งการงอกของเมล็ดและการเจริญเติบโตของวัชพืชเพิ่มสูงขึ้น เพราะชุดดินบางเขนมีพื้นที่ผิวจำเพาะสูงจึงดูดซับสารต่าง ๆ ได้ดี เมื่อเปรียบเทียบกับดินร่วนเหนียวปนทรายแป้ง และดินร่วนปนทรายที่ใช้ทดสอบในชุดดินกำแพงเพชร ชุดดินท่าม่วง และชุดดินกำแพงแสน

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ข้อเสนอแนะ

จากการศึกษาสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพต่อการยับยั้งการงอกของเมล็ดวัชพืช และการเจริญเติบโตของต้นอ่อนของวัชพืช ในชุดดินต่าง ๆ พบว่าสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพมีประสิทธิภาพ ต่อการยับยั้งการงอกของเมล็ดวัชพืชมากกว่ายับยั้งการเจริญของต้นอ่อนของวัชพืช จึงควรใช้ฉีดพ่นลงในดินหลังจากไถเตรียมแปลงปลูกพืชแล้ว เป็นการใช้ควบคุมวัชพืชแบบก่อนงอก และฉีดพ่นตอนเย็น เพื่อให้เกิดประโยชน์สูงสุด สามารถเพิ่มประสิทธิภาพของสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพได้ โดยภายหลังฉีดพ่นสารแล้วใช้ฟางข้างคลุมดิน จะรักษาความชื้นในดินได้ ทำให้สารออกฤทธิ์ทางชีวภาพที่มีประสิทธิภาพ ซึ่งเป็นสารอินทรีย์ ลดการสูญเสียโดยการระเหยได้ สารเสื่อมสลายช้าลง และควรใช้ในชุดดินที่มีสมบัติเหมือนกับชุดดินบางเขน คือ มีร้อยละของอนุภาคดินเหนียว และความจุแลกเปลี่ยนแคตไอออนสูง

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

เอกสารและสิ่งอ้างอิง

กลุ่มวิจัยวัชพืช. 2547. **คำแนะนำ การป้องกันกำจัดวัชพืช และการใช้สารป้องกันกำจัดวัชพืช**. สำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช. กรมวิชาการเกษตร. กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

เกลียวพันธ์ สุวรรณรักษ์. 2540. **หลักการควบคุมวัชพืช**. กลุ่มงานวิทยาการวัชพืช, กอง-พฤกษศาสตร์และวัชพืช. กรมวิชาการเกษตร. กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา. 2541. **ปฐพีวิทยาเบื้องต้น**. ครั้งที่ 8. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

จันทร์เพ็ญ ประคองวงศ์, เกลียวพันธ์ สุวรรณรักษ์, ทวี แสงทอง, ไชยยศ สุพัฒนกุล และ เพ็ญศรี นันทสมสราญ. 2549. **รายงานผลงานวิจัยประจำปี 2549**. สำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช. กรมวิชาการเกษตร

จิตรา เกาะแก้ว. 2547. **ความหลากหลายของเชื้อราบนวัชพืชที่เป็นโรคในแปลงผัก และแนวทางการนำไปใช้ควบคุมวัชพืชทางชีวภาพ**. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

จรูญ พรหมชุม และ จันทร์เพ็ญ เบญจรูญ. 2536. ผลของวิธีการกำจัดวัชพืชต่อถั่วเหลือง (*Glycine max*). **วารสารวัชพืช**, สมาคมวิทยาการวัชพืชแห่งประเทศไทย (1): 52-62.

ดวงพร สุวรรณกุล. 2543. **ชีววิทยาวัชพืช พื้นฐานการจัดการวัชพืช**. ภาควิชาพืชไร่ คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

ดวงพร สุวรรณกุล และ รังสิต สุวรรณเขตนิยม. 2544. **วัชพืชในประเทศไทย**. สำนักพิมพ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

ทศพล พรพรหม. 2545. **สารป้องกันกำจัดวัชพืช: หลักการและกลไกการทำลาย**. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

ธวัชชัย รัตน์ชเลศ. 2540. **เทคโนโลยีสารป้องกันกำจัดวัชพืช**. สำนักพิมพ์รั้วเขียว, กรุงเทพฯ.

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ปัทมา พิทยขจรวุฒิ. 2551. **สารออกฤทธิ์ทางชีวภาพคุณค่าจากทรัพยากรชีวภาพของไทย**. สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยีแห่งชาติ กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. แหล่งที่มา: http://www.vcharkarn.com/varticle/37351

พรชัย เหลืองอาภาพงศ์. 2540. **วัชพืชศาสตร์**. ภาควิชาพืชไร่ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่.

พัฒนเดช บุญเจริญ. 2529. **การเคลื่อนย้ายและความคงทนของสารเคมีกำจัดวัชพืชกลุ่ม TRIAZINE ในพื้นที่ที่มีความลาดชันแตกต่างกัน ณ สถานีเกษตรหลวงอ่างขาง**. วิทยานิพนธ์ปริญญโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

เลขา มาโนช. 2533. **บทปฏิบัติการเทคนิควิจัยเชื้อรา**. ภาควิชาโรคพืช คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

เลขา มาโนช, กัญญา เจริญไทย, คนึงนิจ บุศราคำ, พรพิมล อธิปัญญาคม, อภิรัชต์ สนมฤทธิ์ และอรอุมา เจียมจิตต์. 2544. เชื้อราโรคพืช รา endophyte และ ราดินในประเทศไทย, น. 502-510 ใน **รายงานการประชุม ทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 39 (สาขาพืช) มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์**, กรุงเทพฯ.

เลขา มาโนช, พรพิมล อธิปัญญาคม, กัญญา เจริญไทย, คนึงนิจ บุศราคำ, อรอุมา เจียมจิตต์, ธิดา เดชฮวบ, จิตรา เกาะแก้ว และ ผจงจิต ภูจิญญาณ์. 2547. เชื้อราโรคพืชบนผลไม้พืชผักและราดินบริเวณจอมปลวก, น. 544-552 ใน **รายงานการประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัย-เกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 42 (สาขาพืช) มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์,** กรุงเทพฯ.

วิมลพรรณ รุ่งพรหม และ อารีวรรณ ประสันทะวงษ์. 2552. สารออกฤทธิ์ทางชีวภาพจากหญ้าดอกขาว (*Leptochloa chinensis* (L.) Ness). **วิทยาศาสตร์เกษตร** 40(1) : 118-120.

ศิริพร ซึงสนธิพร และ มัตติกา ทองรส. 2551. **รายงานผลงานวิจัยประจำปี 2551**. สำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช. กรมวิชาการเกษตร.

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สถิต มั่งมีชัย และ สายันต์ ตันยา. 2534. **อัตราปุ๋ยผสมสูตร 15-15-15 ที่มีต่อผลผลิต และคุณภาพเมล็ดหญ้าปากควาย รายงานผลงานวิจัยประจำปี 2530-2532**. ศูนย์วิจัยอาหารสัตว์ ลำปาง กองอาหารสัตว์ กรมปศุสัตว์. กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

สุชาดา. 2548. **การดูดซับสารอาทราซีนและอะลาคลอร์ใน 4 ชุดดิน**. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, ภาควิชา ปฐพีวิทยา. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ.

สุเทวี ศุขปราการ. 2550. **การทดสอบเมล็ดพันธุ์พืชสวน**. ภาควิชาพืชสวน คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ.

สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 2552. **ปริมาณและมูลค่าการนำเข้าสารกำจัดศัตรูพืช ปี 2545-2552**. ฝ่ายวัตถุมีพิษ กรมวิชาการเกษตร. แหล่งที่มา : http://www.oae.go.th/ewt_news.php?nid=14617

สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 2554. **ปริมาณและมูลค่าการนำเข้าสารกำจัดศัตรูพืช ปี 2554**. ฝ่ายวัตถุมีพิษ กรมวิชาการเกษตร.

อนุสรณ์ ธาดากิตติสาร และ อาริยันต์ ลิ้มมณี. 2533. สารป้องกันกำจัดวัชพืชเพื่อเพิ่มผลผลิตของถั่วเหลือง. ใน **รายงานการสัมมนาเชิงปฏิบัติการ งานวิจัยถั่วเหลืองแห่งชาติ ครั้งที่ 3 จ. เชียงใหม่** : 415-421

เอิบ เขียวรื่นรมณ์. 2542. **คู่มือปฏิบัติการ การสำรวจดิน**. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

Abbasher, A.A. and J. Sauerborn. 1992. *Fusarium nygamai* a potential bioherbicide for Striga hermonthica control in sorghum. **Biol. Control 2:** 291–296.

Abbasher, A.A., J. Sauerborn, J. Kroschel and D.E. Hess. 1996. Evaluation of *Fusarium semitectum* var. majus for biological control of Striga hermonthica. In: Moran VC, Hoffmann JHJ (eds**), Proceedings of the 9 th International Symposium on Biological Control of Weeds**. South Africa, Rondebosch.

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

Ahmed, N. E., Y. Sugimoto, A. G. T. Babiker, O. E. Mohamed, Y. Ma, S. Inanaga and H. Nakajima. 2001. Effects of *Fusarium solani* isolates and metabolites on *Striga* germination. **J. Weed Science**. 49: 354-358.

Alves, M.R., M.D. Landgraf and M.O. Rezende. 2001. Sorption and desorption of the herbicide alachlor on humic acid fractions from two vermicomposts. **J. Environmental Science and Health.** Part B, Pesticides. 36: 797-808.

Andolfi, A., A. Boari, A. Evidente and M. Vurro. 2005. Metabolites Inhibiting Germination of *Orobanche ramosa* Seeds Produced by *Myrothecium verrucaria* and *Fusarium compactum*. **Journal of Agriculteral and Food Chemistry**. 53: 1598-1603.

Boari, A. and M. Vurro. 2004. Evaluation of Fusarium spp. and other fungi as biological control agents of broomrape (*Orobanche ramosa*). **Biological Control**. 30: 212–219.

Brady, A.C. and R.W. Ray. 2002. **The Nature and Property of Soils**. 13th ed. Prentic Hall. New Jersey.

Carvalho, D.D.C. Oliveira, D.F. Correa, R.S.B. Campos, V.P. Guimaraes, R.M. Coimbra, J.L. 2007. Rhizobacteria able to produce phototoxic metabolites. **Brazillian Journal of Microbiology**. 38: 759-765.

Chapman, H.D. 1965. Cation exchange capacity, pp. 891-901. In C.A. Black, ed., **In Method of Soil Analysis, Part II: Chemical and Microbiological Properties**. Agron. No. 9. Amer. Soc. of Agron. Inc., Madison, Wisconsin.

Chen, Y. and H.W. Ni. 1999. Pathogenicity of indigenous fungi to *Echinochloa crus-galli* and rice. **Chinese Journal of Biological Control**. 15 (2): 73–76.

Chung,I.M.,K.H. Kim.,J. K. Ahn., S.B. Lee.,S.H. Kim and S.J. Hahn. 2003. Comparision of allelopathic potential of rice leaves, straw and hull extract on barnyardgrass. **Agron J**. 95: 1063-1070.

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

Ciotola, M., A.K. Watson and S.G. Hallett. 1995. Discovery of an isolate of *Fusarium oxysporum* with potential to control Striga hermonthica in Africa. **Weed Res**. 35: 303–309.

Ciotola, M., A.D. Tommaso and A.K. Watson. 2000. Chlamydospore production, inoculation methods and pathogenicity of *Fusarium oxysporum* M12-4A, a biocontrol for *Striga hermonthica*. **Biocontrol Sci**. Technol. 10: 129–145.

Clausen, L. and I. Fabricius. 2001. Atrazine, Isoproturon, Mecoprop, 2,4-D, and Bentazone Adsorption onto Iron Oxides. **J. Environ**. Qual. 30: 858-869.

Clay, S.A., T.B. Moorman, D.E. Clay and K.A. Scholes. 1997. Sorption and Degradation of Alachlor in Soil and Aquifer Material. J. Environ. Qual. 26: 1348-1353.

Corwin, B., N. Tisserat and B. Fresenburg. 2007. **Integrated Pest Management Identification & Management of turfgrass disease**. College of Agriculture, Food and Natural Resources. P 55.

Cramer, H.H. 1967. **Pflanzenschutz and Weltlernte**. Pflanenschutz. Nachrichten, Bayer (20): 15-23

Day, D.R. 1965. Particle fraction and particle size analysis, pp. 546-566. In C.A. Black, ed. **Methods of Soil Analysis. Part I**. Agronomy No. 9. Amer. Soc. of Agron. Inc., Madison,Wisconsin, USA.

Dellaporta, S.L., J. Wood and J.B. Hicks. 1983. A plant DNA minipreparation: version II. **Plant Molecular Biology Reporter,** March 1983. 1: 19-21.

DeSutter, T.M., S.A. Clay and D.E. Clay. 2003. atrazine sorption and desorption as affected by aggregate size, particle size, and soil type. **Weed Sci**. 51: 456-462.

Domsch, K. H., W. Gams and T.h. Anderson. 1993. **Compendium of Soil Fungi. Vol. 1.** 2nd ed. Academic Press, London.

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

Einhorn, G. 2008. Small scale field experiment to enhance microbial weed seed deterioration. **Journal of Plant Diseases and Protection**. 21: 525-540

Ellis, M.B. 1971. **Dematiaceous Hyphomycetes**. Commonwealth Mycological Institute, Kew, Survey.

Evidente, A., A. Andolfi, M. Vurro, M. Fracchiolla, M. C. Zonno and A. Motta. 2005. Drazepinone, a trisubstituted tetrahydronaphthofuroazepinone with herbicidal activity produced by *Drechslera siccans*. Phytochemistry. **Elsevier**. 66: 715–721

Hallock, J.F., J. Clardy, D.S, Kenplied and G.Strobel. 1988. De-O-methydiaporthin, a phytotoxin from *Drechslera siccans*. **Phytochemistry**. 27: 3123-3125.

Hess, D.E., J. Kroschel, D. Traore , A.E.M. Elzein, P.S. Marley, A.A. Abbasher and C. Diarra. 2002. Striga: biological control strategies for a new millennium. In: Leslie, J.F. (Ed.), **Sorghum and Millet Diseases 2000**. Iowa State Press, Ames, Iowa, USA.

Hetherington, S.D., H.E. Smith, M.G. Scanes and B.A. Auld. 2002. Effects of some environmental conditions on the effectiveness of *Drechslera avenacea* (Curtisex Cooke) Shoem.: a potential bioherbicidal organism for Avena fatua L**. Biological Control**. 24: 103-109.

Hoagland, R.E. Boyette, C.D. Weaver, M.A. and Abbas, H.K. 2007. Bioherbicides: Research and risks. **J.Toxicology**.Toxin Reviews. 26: 313-342.

Ishii, K., K. Sakai, Y. Ueno, H. Tsunoda and M. Enomoto. 1971. Solaniol, a Toxic Metabolite of *Fusarium solani*. **Applied Microbiology**. 22: 718-720

ISTA. 2004. Internation Rules for Seed Testing. **The Internation Seed testing Association, Bassersdorf**, Switzerland.

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

Kadir, J. and A. Ahmad. 2000. **Potential of *Drechslera Longirostrata* As Bioherbicide Fo Itch grass**. Department of Plant Protection, University Putra Malaysia.

Kappe, R., C.N. Okeke, C. Fauser, M. Maiwald and H.G. Sonntag. 1998. Molecular probes for the detection of pathogenic fungi in the presence of human tissue. **J. Med. Microbiol**. 47: 811-820.

Kilmer, V.J. and L.T. Alexander. 1949. Method of making mechanical analysis of soils. **Soil Sci**. 68: 15-24.

Konda, L.N., Gy. Füleky, Gy. Morovjan and P. Csokan. 2002. Sorption behaviour of acetochlor, atrazine, carbendazim, diazinon, imidacloprid and isoproturon on Hungarian agricultural soil. **J. Chemosphere**. 48: 545-552.

Kroschel, J., A. Hundt, A. Abbasher and J. Sauerborn. 1996. Pathogenicity of fungi collected in northern Ghana to *Striga hermonthica*. **Weed Res**. 36: 515–520.

Liu, W.T., T.L. Marsh, H. Cheng and L.J. Forney. 1997. Characterization of Microbial Diversity by Determining Terminal Restriction Fragment Length Polymorphisms of Genes Encoding 16S rRNA. **Applied and Environmental Microbiology**. 63(11): 4516-4522

Liu, W., Z. Fang, H. Liu and W. Yang. 2002. Adsorption of chloroacetanilide herbicides on soil and its components. III. Influence of clay acidity, humic acid coating and herbicide structure on acetanilide herbicide adsorption on homoionic clays. **J. Environmental Sciences (China)**. 14: 173-180.

Marley, P.S., D.A. Aba, J.A.Y. Shebayan, R. Musa and A. Sanni. 2004. Integrated management of *Striga hermonthica* in sorghum using a mycoherbicide and host plant resistance in the Nigerian Sudano-Sahelian savanna. **Weed Res**. 44: 157–162.

Mirsal, I.A. 2004. Soil Pollution: Origin, Monitoring & Remediation. **Springer**, Heidelberg.

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

National Soil Survey Center. 1996. Soil Survey Laboratory Method Manual. **In Soil Survey Investigation. Report No. 42, Version 3.0 National Resources Conservation Service**, United States Department of Agriculture.

Nelson, E.W., and L.E. Sommers. 1996. Total Carbon, Organic Carbon, and Organic Matter. In **Methods of Soil Analysis: Chemical Methods. Part 3**. D.L. Sparks, editor. Soil Sci. Soc. of Am., Madison WI.

Oliveira, R.S., W.C. Koskinen and F.A. Ferreira. 2001. Sorption and leaching potential of herbicides on Brazillian soils. **Weed Research**. 41: 97-110.

Ownley. B.H, B.K. Duffy and D.M. Weller . 2003. Identification and Manipulation of Soil Properties To Improve the Biological Control Performance of Phenazine-Producing *Pseudomonas fluorescens*. **Applied and environmental**. Microbiology. 69 : 3333-3343.

Sauerborn, J., A.A. Abbasher, J. Kroschel, D.W. Cornes, A. Zoschke and K.T. Hine. 1996. Biological control of *Striga hermonthica* with Fusarium nygamai in maize. In: Moran, V.C., Hoffmann, J.H. (Eds.), **Ninth International Symposium on Biological Control of Weeds**. University of Cape Town, RSA.

Scheunert, I. 1993. Transport and Transformation of Pesticides in Soil. pp 1-22. In **Mohammed Mansour, eds. Fate and Prediction of Environmental Chemicals in Soils, Plants, and Aquatic Systems**. Lewis Publishers, Florida.

Si, Y., K. Takagi, A. Lwasaki and D. Zhou. 2009. Adsorption, desorption and dissipation of metolachlor in surface and subsurface soils. **Pest Manag Sci**. 65: 956-962

Sivanesan, A. 1987. Graminicolous species of *Bipolaris*, *Curvularia*, *Drechslera*, *Exserohilum* and Their Teleomorphs. **C.A.B International Mycological Institute**. Wallingford

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

Soil Survey Division Staff. 1993. **Soil Survey Manual**. United States Department of Agriculture Handbook No. 18. United State Department of Agriculture, United States Government Printing Office, Washington, D.C.

Spark, K.M. and R.S. Swift. 2002. Effect of soil composition and dissolved organic matter on pesticide sorption. **The Science of the Total Environment**. 298: 147-161.

Struthers, J.K., K. Jayachandran and T.B. Moorman. 1998. Biodegradation of Atrazine by *Agrobacterium radiobacter* J14a and Use of This Strain in Bioremediation of Contaminated Soil. **Applied and Environmental Microbiology**. 64: 3368-3375.

Summer M.E. and W.P. Miller. 1996. Cation exchange capacity and exchange coefficients. In **Methods of Soils Analysis. Part II: Chemical Properties (3rd edn), Sparks DL (ed)**. SSSAJ, ASA and CSSA: Madison, WI.

Walkley, A. and C.A. Black. 1934. An examination of Degtjareff Method for determining soil organic matter: a proposed modification of the chromic acid titration method. **Soil Sci**. 37: 29-35.

Wild, A. 1993. **Soils and The Environment**: An Introduction. Cambridge University, New York.

Xu, J.C., J.W. Stuck, J. Wu, J.E. Kostka and G.K. Sims. 2001. Fate of atrazine and alachlor in redox-treared ferruginous smectite. **Environmental Toxicology and Chemistry/SETAC**. 20: 2717-2724.

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ภาคผนวก

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางผนวกที่ 1 ประสิทธิภาพของสารกรองหยาบ ต่อการยับยั้งการงอกของเมล็ดวัชพืชและการงอกของพืชปลูก ในระดับห้องปฏิบัติการ

ตำรับการทดลอง	อัตรางอกของเมล็ดวัชพืช (%)		อัตรางอกของเมล็ดพืชปลูก (%)	
	หญ้าปากควาย	หญ้าตีนกา	มะเขือเทศ	ผักกาดเขียวกวางตุ้ง
1. *Curvularia clavata*	56 b [1/]	36 bc	53 c	52 bc
2.*Curvularia penniseti*	59 b	45 b	69 b	42 bcd
3. *Drechslera rostrata*	35 d	35 bc	60 bc	25 d
4. *Drechslera erythrospila*	43 c	26 c	52 c	58 b
5. *Fusarium semitectum*	2 f	26 c	50 c	55 b
6. *Fusarium solani*	9 e	29 c	50 c	33 cd
7. Control	86 a	90 a	90 a	87 a
CV (%)	8.19	15.03	9.91	21.57

หมายเหตุ [1/] ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยตัวอักษรต่างกันในแต่ละคอลัมน์มีความแตกต่างกันทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบด้วยวิธี DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางผนวกที่ 2 ประสิทธิภาพของสารกรองละเอียด ต่อการยับยั้งการงอกของเมล็ดวัชพืชและการงอกของเมล็ดพืชปลูก ในระดับห้องปฏิบัติการ

ตำรับการทดลอง	อัตรางอกของเมล็ดวัชพืช (%)					อัตรางอกของเมล็ดพืชปลูก (%)	
	หญ้าปากควาย	หญ้าตีนกา	แห้วหมู	ผักเบี้ยหิน	ผักโขม	มะเขือเทศ	ผักกาดเขียวกวางตุ้ง
1. *Curvularia clavata*	45 b [1/]	18 d	57 ef	50 g	20 e	7 e	13 f
2.*Curvularia penniseti*	43 b	41 b	68 c	57 f	20 e	26 c	65 c
3. *Drechslera rostrata*	23 c	31 c	50 f	60 e	100 a	10 e	29 e
4. *Drechslera erythrospila*	26 c	29 c	80 b	70 c	85 b	40 b	75 b
5. *Fusarium semitectum*	15 d	29 c	60 de	75 b	72 c	40 b	62 c
6. *Fusarium solani*	17 d	18 d	65 cd	65 d	52 d	20 d	40 d
7. Control	100 a	100 a	100 a	100 a	100 a	100 a	100 a
CV (%)	7.69	4.01	5.59	1.60	3.80	4.94	9.25

หมายเหตุ [1/] ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยตัวอักษรต่างกันในแต่ละคอลัมน์มีความแตกต่างกันทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบด้วยวิธี DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางผนวกที่ 3 ประสิทธิภาพของสารกรองละเอียดที่ความเข้มข้น 1:1 1:2 1:10 และ 1:100 ต่อการงอกของเมล็ดผักกาดเขียวกวางตุ้ง ในระดับห้องปฏิบัติการ

สารกรองละเอียดที่ระดับความเข้มข้นต่าง ๆ	ตำรับการทดลอง					
	Curvularia clavata	*Curvularia penniseti*	*Drechslera rostrata*	*Drechslera erythrospila*	*Fusarium semitectum*	*Fusarium solani*
1:1	65 c[1/]	17 d	0 d	10 d	12 d	10 d
1:2	67 c	19 c	8 c	28 c	23 c	20 c
1:10	74 b	27 b	24 b	50 b	38 b	30 b
1:100	87 a	72 a	56 a	81 a	68 a	61 a
CV (%)	2.32	3.65	4.35	1.94	4.46	8.11

หมายเหตุ [1/] ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยตัวอักษรต่างกันในแต่ละคอลัมน์มีความแตกต่างกันทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบด้วยวิธี DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางผนวกที่ 4 ประสิทธิภาพของสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพในรูปสารกรองละเอียด ต่อการยับยั้งการงอกของเมล็ดวัชพืชใบเลี้ยงเดี่ยว เปรียบเทียบต่างชุดดิน

ตำรับการทดลอง	ชุดดินกำแพงเพชร		ชุดดินท่าม่วง		ชุดดินกำแพงแสน		ชุดดินบางเขน	
	หญ้าตีนกา	หญ้าข้าวนก	หญ้าตีนกา	หญ้าข้าวนก	หญ้าตีนกา	หญ้าข้าวนก	หญ้าตีนกา	หญ้าข้าวนก
	อัตรางอกของเมล็ดวัชพืช (%)							
1. *Curvularia clavata*	83 c[1/]	71 c	92 b	95 b	22 e	85 d	35 d	81 d
2.*Curvularia penniseti*	75 d	52 d	70 d	90 c	57 d	93 b	42 c	90 b
3. *Drechslera rostrata*	70 e	70 c	100 a	93 b	73 b	95 b	35 d	80 d
4. *Drechslera erythrospila*	92 b	80 b	80 c	95 b	63 c	95 b	45 b	80 d
5. *Fusarium semitectum*	100 a	78 b	90 b	85 d	13 f	88 c	35 d	80 d
6. *Fusarium solani*	90 b	72 c	58 e	87 d	53 d	95 b	35 d	83 c
7. Control	100 a	100 a	100 a	100 a	100 a	100 a	100 a	100 a
CV (%)	1.66	2.36	3.02	1.67	5.04	1.56	2.78	1.02

หมายเหตุ [1/] ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยตัวอักษรต่างกันในแต่ละคอลัมน์มีความแตกต่างกันทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบด้วยวิธี DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางผนวกที่ 5 ประสิทธิภาพของสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพในรูปสารกรองละเอียด ต่อการยับยั้งการงอกของเมล็ดวัชพืชใบเลี้ยงคู่ เปรียบเทียบต่างชุดดิน

ตำรับการทดลอง	ชุดดินกำแพงเพชร		ชุดดินท่าม่วง		ชุดดินกำแพงแสน		ชุดดินบางเขน	
	ผักเบี้ยหิน	ผักโขม	ผักเบี้ยหิน	ผักโขม	ผักเบี้ยหิน	ผักโขม	ผักเบี้ยหิน	ผักโขม
	อัตรางอกของเมล็ดวัชพืช (%)							
1. *Curvularia clavata*	89 c[1/]	95 b	72 d	67 c	100 a	55 c	65 c	0 e
2.*Curvularia penniseti*	80 d	100 a	68 d	80 b	100 a	85 b	30 f	55 b
3. *Drechslera rostrata*	95 b	90 c	79 c	97 a	93 c	90 ab	90 b	55 b
4. *Drechslera erythrospila*	90 c	62 e	99 a	79 b	69 e	53 c	22 g	0 e
5. *Fusarium semitectum*	96 b	80 d	54 e	100 a	95 b	100 a	39 e	15 d
6. *Fusarium solani*	50 e	95 b	83 b	30 d	90 d	0 d	55 d	28 c
7. Control	100 a	100 a	100 a	100 a	100 a	100 a	100 a	100 a
CV (%)	1.03	1.735	2.89	4.09	1.00	10.61	2.36	9.83

หมายเหตุ [1/] ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยตัวอักษรต่างกันในแต่ละคอลัมน์มีความแตกต่างกันทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบด้วยวิธี DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางผนวกที่ 6 ประสิทธิภาพของสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพในรูปสารกรองละเอียด ต่อการงอกของเมล็ดพืชปลูก เปรียบเทียบต่างชุดดิน

ตำรับการทดลอง	ชุดดินกำแพงเพชร		ชุดดินท่าม่วง		ชุดดินกำแพงแสน		ชุดดินบางเขน	
	ผักกาดเขียวกวางตุ้ง	มะเขือเทศ	ผักกาดเขียวกวางตุ้ง	มะเขือเทศ	ผักกาดเขียวกวางตุ้ง	มะเขือเทศ	ผักกาดเขียวกวางตุ้ง	มะเขือเทศ
	อัตรางอกของเมล็ดวัชพืช (%)							
1. *Curvularia clavata*	82 b[1/]	90 b	50 d	95 b	100	85 c	65 f	80 d
2. *Curvularia penniseti*	77 c	85 c	75 c	85 c	100	88 b	72 e	80 d
3. *Drechslera rostrata*	100 a	90 b	75 c	75 d	100	85 c	65 f	90 b
4. *Drechslera erythrospila*	100 a	80 d	50 d	73 d	100	85 c	85 c	85 c
5. *Fusarium semitectum*	100 a	65 e	75 c	70 e	100	85 c	77 d	75 e
6. *Fusarium solani*	100 a	85 c	80 b	70 e	100	90 b	92 b	90 b
7. Control	100 a	100 a	100 a	100 a	100	100 a	100 a	100 a
CV (%)	1.59	0.65	0.73	1.57	0.22	1.39	1.70	0.64
F-test	*	*	*	*	ns	*	*	*

หมายเหตุ [1/] คือ ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยตัวอักษรต่างกันในแต่ละคอลัมน์มีความแตกต่างกันทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบด้วยวิธี DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % และ ns คือ ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางผนวกที่ 7 ประสิทธิภาพของสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพในรูปสารกรองละเอียด ต่อการยับยั้งการงอกของเมล็ดวัชพืชใบเลี้ยงเดี่ยว เปรียบเทียบภายในชุดดิน

ตำรับการทดลอง	อัตรางอกของเมล็ดหญ้าตีนกา (%)			
	ชุดดินกำแพงเพชร	ชุดดินท่าม่วง	ชุดดินกำแพงแสน	ชุดดินบางเขน
1. *Curvularia clavata*	83 c[1/]	92 b	22 k	35 j
2.*Curvularia penniseti*	75 d	70 e	57 gh	42i
3. *Drechslera rostrata*	70 e	100 a	73 de	35 j
4. *Drechslera erythrospila*	92 b	80 c	63 f	45 i
5. *Fusarium semitectum*	100 a	90 b	13 l	35 j
6. *Fusarium solani*	90 b	58 g	53 h	35 j
7. Control	100 a	100 a	100 a	100 a
CV (%)	3.10	3.10	3.10	3.10

หมายเหตุ [1/] ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยตัวอักษรต่างกันในแต่ละคอลัมน์มีความแตกต่างกันทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบด้วยวิธี DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางผนวกที่ 8 ประสิทธิภาพของสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพในรูปสารกรองละเอียด ต่อการยับยั้งการงอกของเมล็ดวัชพืชใบเลี้ยงเดี่ยว เปรียบเทียบภายในชุดดิน

ตำรับการทดลอง	อัตรางอกของเมล็ดหญ้าข้าวนก (%)			
	ชุดดินกำแพงเพชร	ชุดดินท่าม่วง	ชุดดินกำแพงแสน	ชุดดินบางเขน
1. *Curvularia clavata*	71 j[1/]	95 b	85 ef	81 hg
2.*Curvularia penniseti*	52 k	90 c	93 b	90 c
3. *Drechslera rostrata*	70 j	93 b	95 b	80 hi
4. *Drechslera erythrospila*	80 hi	95 b	95 b	80 hi
5. *Fusarium semitectum*	78 i	85 ef	88 cd	80 hi
6. *Fusarium solani*	72 j	87 de	95 b	83 fg
7. Control	100 a	100 a	100 a	100 a
CV (%)	1.74	1.74	1.74	1.74

หมายเหตุ [1/] ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยตัวอักษรต่างกันในแต่ละคอลัมน์มีความแตกต่างกันทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบด้วยวิธี DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางผนวกที่ 9 ประสิทธิภาพของสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพในรูปสารกรองละเอียด ต่อการยับยั้งการงอกของเมล็ดวัชพืชใบเลี้ยงคู่ เปรียบเทียบภายในชุดดิน

ตำรับการทดลอง	อัตรางอกของเมล็ดผักเบี้ยหิน (%)			
	ชุดดินกำแพงเพชร	ชุดดินท่าม่วง	ชุดดินกำแพงแสน	ชุดดินบางเขน
1. *Curvularia clavata*	89 d[1/]	72 g	100 a	65 i
2.*Curvularia penniseti*	80 f	68 h	100 a	30 m
3. *Drechslera rostrata*	95 bc	79 f	93 c	90 d
4. *Drechslera erythrospila*	90 d	99 a	69 h	22 n
5. *Fusarium semitectum*	96 b	54 j	95 bc	39 l
6. *Fusarium solani*	50 k	83 e	90 d	55 j
7. Control	100 a	100 a	100 a	100 a
CV (%)	1.80	1.80	1.80	1.80

หมายเหตุ [1/] ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยตัวอักษรต่างกันในแต่ละคอลัมน์มีความแตกต่างกันทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบด้วยวิธี DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางผนวกที่ 10 ประสิทธิภาพของสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพในรูปสารกรองละเอียด ต่อการยับยั้งการงอกของเมล็ดวัชพืชใบเลี้ยงคู่ เปรียบเทียบภายในชุดดิน

ตำรับการทดลอง	อัตรางอกของเมล็ดผักโขม (%)			
	ชุดดินกำแพงเพชร	ชุดดินท่าม่วง	ชุดดินกำแพงแสน	ชุดดินบางเขน
1. *Curvularia clavata*	95 ab[1/]	67 e	55 fg	0 j
2.*Curvularia penniseti*	100 a	80 d	85 cd	55 fg
3. *Drechslera rostrata*	90 bc	97 ab	90 bc	55 fg
4. *Drechslera erythrospila*	62 ef	79 d	53 g	0 j
5. *Fusarium semitectum*	80 d	100 a	100 a	15 i
6. *Fusarium solani*	95 ab	30 h	0 j	28 h
7. Control	100 a	100 a	100 a	100 a
CV (%)	6.40	6.40	6.40	6.40

หมายเหตุ [1/] ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยตัวอักษรต่างกันในแต่ละคอลัมน์มีความแตกต่างกันทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบด้วยวิธี DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางผนวกที่ 11 ประสิทธิภาพของสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพในรูปสารกรองละเอียด ต่อการงอกของเมล็ดพืชปลูก เปรียบเทียบภายในชุดดิน

ตำรับการทดลอง	อัตรางอกของเมล็ดผักกาดเขียวกวางตุ้ง (%)			
	ชุดดินกำแพงเพชร	ชุดดินท่าม่วง	ชุดดินกำแพงแสน	ชุดดินบางเขน
1. *Curvularia clavata*	82 d[1/]	50 i	100 a	65 h
2. *Curvularia penniseti*	77 e	75 f	100 a	72 g
3. *Drechslera rostrata*	100 a	75 f	100 a	65 h
4. *Drechslera erythrospila*	100 a	50 i	100 a	85 c
5. *Fusarium semitectum*	100 a	75 f	100 a	77 e
6. *Fusarium solani*	100 a	80 d	100 a	92 b
7. Control	100 a	100 a	100 a	100 a
CV (%)	1.38	1.38	1.38	1.38

หมายเหตุ [1/] ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยตัวอักษรต่างกันในแต่ละคอลัมน์มีความแตกต่างกันทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบด้วยวิธี DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางผนวกที่ 12 ประสิทธิภาพของสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพในรูปสารกรองละเอียด ต่อการงอกของเมล็ดพืชปลูก เปรียบเทียบภายในชุดดิน

ตำรับการทดลอง	อัตรางอกของเมล็ดมะเขือเทศ (%)			
	ชุดดินกำแพงเพชร	ชุดดินท่าม่วง	ชุดดินกำแพงแสน	ชุดดินบางเขน
1. *Curvularia clavata*	90 c[1/]	95 b	85 e	80 f
2. *Curvularia penniseti*	85 e	85 e	88 d	80 f
3. *Drechslera rostrata*	90 c	75 g	85 e	90 c
4. *Drechslera erythrospila*	80 f	73 g	85 e	85 e
5. *Fusarium semitectum*	65 i	70 h	85 e	75 g
6. *Fusarium solani*	85 e	70 h	90 c	90 c
7. Control	100 a	100 a	100 a	100 a
CV (%)	1.08	1.08	1.08	1.08

หมายเหตุ [1/] ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยตัวอักษรต่างกันในแต่ละคอลัมน์มีความแตกต่างกันทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบด้วยวิธี DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางผนวกที่ 13 ประสิทธิภาพของสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพในรูปสารกรองละเอียด ต่อการยับยั้งการเจริญเติบโตของต้นอ่อนวัชพืชใบเลี้ยงเดี่ยว เปรียบเทียบต่างชุดดิน

ตำรับการทดลอง	ชุดดินกำแพงเพชร			ชุดดินท่าม่วง			ชุดดินกำแพงแสน			ชุดดินบางเขน		
	หญ้าตีนกา	หญ้าข้าวนก	แห้วหมู	หญ้าตีนกา	หญ้าข้าวนก	แห้วหมู	หญ้าตีนกา	หญ้าข้าวนก	แห้วหมู	หญ้าตีนกา	หญ้าข้าวนก	แห้วหมู
	การยับยั้งการเจริญเติบโตของต้นอ่อนของวัชพืชใบเลี้ยงเดี่ยว (%)											
1. *Curvularia clavata*	10 d[1/]	34 a	10 b	0 c	5 a	20 b	15 a	10 a	20 a	15 b	11 b	10 c
2.*Curvularia penniseti*	10 d	32 b	10 b	0 c	5 a	20 b	5 c	10 a	0 c	5 d	5 c	0 d
3. *Drechslera rostrata*	5 e	0 e	0 c	5 b	5 a	10 c	10 b	5 b	20 a	5 d	2 d	10 c
4. *Drechslera erythrospila*	25 a	30 c	0 c	0 c	5 a	0 d	0 d	5 b	10 b	12 c	4 c	0 d
5. *Fusarium semitectum*	15 c	32 b	0 c	0 c	0 b	20 b	0 d	5 b	20 a	20 a	25 a	20 b
6. *Fusarium solani*	20 b	6 d	20 a	10 a	0 b	30 a	0 d	5 b	20 a	15 b	3 d	41 a
7. Control	0 f	0 e	0 c	0 c	0 b	0 d	0 d	0 c	0 c	0 e	0 e	0 d
CV (%)	5.05	4.55	9.81	31.00	24.51	4.41	14.63	7.20	1.67	14.37	11.67	9.64

หมายเหตุ [1/] ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยตัวอักษรต่างกันในแต่ละคอลัมน์มีความแตกต่างกันทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบด้วยวิธี DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางผนวกที่ 14 ประสิทธิภาพของสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพในรูปสารกรองละเอียด ต่อการยับยั้งการเจริญเติบโตของต้นอ่อนวัชพืชใบเลี้ยงคู่ เปรียบเทียบต่างชุดดิน

ตำรับการทดลอง	ชุดดินกำแพงเพชร		ชุดดินท่าม่วง		ชุดดินกำแพงแสน		ชุดดินบางเขน	
	ผักเบี้ยหิน	ผักโขม	ผักเบี้ยหิน	ผักโขม	ผักเบี้ยหิน	ผักโขม	ผักเบี้ยหิน	ผักโขม
	การยับยั้งการเจริญเติบโตของต้นอ่อนของวัชพืชใบเลี้ยงเดี่ยว (%)							
1. *Curvularia clavata*	6 bc[1/]	0 b	3 c	0 d	0 b	0 b	10 f	31 c
2.*Curvularia penniseti*	8 b	0 b	23 a	20 b	0 b	22 a	35 d	8 e
3. *Drechslera rostrata*	5 c	0 b	15 b	0 d	7 a	0 b	20 e	45 b
4. *Drechslera erythrospila*	5 c	18 a	0 d	12 c	5 a	7 b	83 b	68 a
5. *Fusarium semitectum*	0 d	0 b	0 d	0 d	0 b	0 b	68 c	35 c
6. *Fusarium solani*	50 a	0 b	5 c	55 a	0 b	0 b	92 a	19 d
7. Control	0 d	0 b	0 d	0 d	0 b	0 b	0 g	0 f
CV (%)	12.92	30.42	23.38	18.64	67.32	35.61	4.25	11.35

หมายเหตุ [1/] ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยตัวอักษรต่างกันในแต่ละคอลัมน์มีความแตกต่างกันทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบด้วยวิธี DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางผนวกที่ 15 ประสิทธิภาพของสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพในรูปสารกรองละเอียด ต่อการยับยั้งการเจริญเติบโตของต้นอ่อนพืชปลูก เปรียบเทียบต่างชุดดิน

ตำรับการทดลอง	ชุดดินกำแพงเพชร		ชุดดินท่าม่วง		ชุดดินกำแพงแสน		ชุดดินบางเขน	
	ผักกาดเขียวกวางตุ้ง	มะเขือเทศ	ผักกาดเขียวกวางตุ้ง	มะเขือเทศ	ผักกาดเขียวกวางตุ้ง	มะเขือเทศ	ผักกาดเขียวกวางตุ้ง	มะเขือเทศ
	การยับยั้งการเจริญเติบโตของต้นอ่อนของวัชพืชใบเลี้ยงเดี่ยว (%)							
1. *Curvularia clavata*	0	10 b[1/]	0	10 c	0	0	5 c	10 c
2. *Curvularia penniseti*	0	5 c	0	0 d	0	0	10 b	0 e
3. *Drechslera rostrata*	0	5 c	0	15 b	0	0	6 c	15 b
4. *Drechslera erythrospila*	0	12 b	0	25 a	0	0	16 a	15 b
5. *Fusarium semitectum*	0	20 a	0	15 b	0	0	16 a	25 a
6. *Fusarium solani*	0	5 c	0	0 d	0	0	0 d	5 d
7. Control	0	0 d	0	0 d	0	0	0 d	0 e
CV (%)	76.68	16.97	76.68	6.91	76.68	76.68	11.27	6.78
F-test	ns	*	ns	*	ns	ns	*	*

หมายเหตุ [1/] คือ ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยตัวอักษรต่างกันในแต่ละคอลัมน์มีความแตกต่างกันทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบด้วยวิธี DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % และ ns คือ ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางผนวกที่ 16 ประสิทธิภาพของสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพในรูปสารกรองละเอียด ต่อการยับยั้งการเจริญเติบโตของต้นอ่อนวัชพืชใบเลี้ยงเดี่ยว เปรียบเทียบภายในชุดดิน

ตำรับการทดลอง	การยับยั้งการเจริญเติบโตของต้นอ่อนหญ้าตีนกา (%)			
	ชุดดินกำแพงเพชร	ชุดดินท่าม่วง	ชุดดินกำแพงแสน	ชุดดินบางเขน
1. *Curvularia clavata*	10 e[1/]	0 g	15 c	15 c
2.*Curvularia penniseti*	10 e	0 g	5 f	5 f
3. *Drechslera rostrata*	5 f	5 f	10 e	5 f
4. *Drechslera erythrospila*	25 a	0 g	0 g	12 d
5. *Fusarium semitectum*	15 c	0 g	0 g	20 b
6. *Fusarium solani*	20 b	10 e	0 g	15 c
7. Control	0 g	0 g	0 g	0 g
CV (%)	12.78	12.78	12.78	12.78

หมายเหตุ [1/] ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยตัวอักษรต่างกันในแต่ละคอลัมน์มีความแตกต่างกันทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบด้วยวิธี DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางผนวกที่ 17 ประสิทธิภาพของสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพในรูปสารกรองละเอียด ต่อการยับยั้งการเจริญเติบโตของต้นอ่อนวัชพืชใบเลี้ยงเดี่ยว เปรียบเทียบภายในชุดดิน

ตำรับการทดลอง	การยับยั้งการเจริญเติบโตของต้นอ่อนหญ้าข้าวนก (%)			
	ชุดดินกำแพงเพชร	ชุดดินท่าม่วง	ชุดดินกำแพงแสน	ชุดดินบางเขน
1. *Curvularia clavata*	34 a[1/]	5 fg	10 e	11 e
2.*Curvularia penniseti*	32 b	5 fg	10 e	5 fg
3. *Drechslera rostrata*	0 i	5 fg	5 fg	2 h
4. *Drechslera erythrospila*	30 c	5 fg	5 fg	4 g
5. *Fusarium semitectum*	32 b	0 i	5 fg	25 d
6. *Fusarium solani*	6 f	0 i	5 fg	3 h
7. Control	0 i	0 i	0 i	0 i
CV (%)	9.08	9.08	9.08	9.08

หมายเหตุ [1/] ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยตัวอักษรต่างกันในแต่ละคอลัมน์มีความแตกต่างกันทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบด้วยวิธี DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางผนวกที่ 18 ประสิทธิภาพของสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพในรูปสารกรองละเอียด ต่อการยับยั้งการเจริญเติบโตของต้นอ่อนวัชพืชใบเลี้ยงเดี่ยว เปรียบเทียบภายในชุดดิน

ตำรับการทดลอง	การยับยั้งการเจริญเติบโตของต้นอ่อนแห้วหมู (%)			
	ชุดดินกำแพงเพชร	ชุดดินท่าม่วง	ชุดดินกำแพงแสน	ชุดดินบางเขน
1. *Curvularia clavata*	10 d[1/]	20 c	20 c	10 d
2.*Curvularia penniseti*	10 d	20 c	0 e	0 e
3. *Drechslera rostrata*	0 e	10 d	20 c	10 d
4. *Drechslera erythrospila*	0 e	0 e	10 d	0 e
5. *Fusarium semitectum*	0 e	20 c	20 c	20 c
6. *Fusarium solani*	20 c	30 b	20 c	41 a
7. Control	0 e	0 e	0 e	0 e
CV (%)	6.47	6.47	6.47	6.47

หมายเหตุ [1/] ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยตัวอักษรต่างกันในแต่ละคอลัมน์มีความแตกต่างกันทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบด้วยวิธี DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางผนวกที่ 19 ประสิทธิภาพของสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพในรูปสารกรองละเอียด ต่อการยับยั้งการเจริญเติบโตของต้นอ่อนวัชพืชใบเลี้ยงคู่ เปรียบเทียบภายในชุดดิน

ตำรับการทดลอง	การยับยั้งการเจริญเติบโตของต้นอ่อนผักเบี้ยหิน (%)			
	ชุดดินกำแพงเพชร	ชุดดินท่าม่วง	ชุดดินกำแพงแสน	ชุดดินบางเขน
1. *Curvularia clavata*	6 jk[1/]	3 k	0 l	10 i
2.*Curvularia penniseti*	8 ij	23 f	0 l	35 e
3. *Drechslera rostrata*	5 jk	15 h	7 j	20 g
4. *Drechslera erythrospila*	5 jk	0 l	5 jk	83 b
5. *Fusarium semitectum*	0 l	0 l	0 l	68 c
6. *Fusarium solani*	50 d	5 jk	0 l	92 a
7. Control	0 l	0 l	0 l	0 l
CV (%)	9.31	9.31	9.31	9.31

หมายเหตุ [1/] ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยตัวอักษรต่างกันในแต่ละคอลัมน์มีความแตกต่างกันทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบด้วยวิธี DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางผนวกที่ 20 ประสิทธิภาพของสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพในรูปสารกรองละเอียด ต่อการยับยั้งการเจริญเติบโตของต้นอ่อนวัชพืชใบเลี้ยงคู่ เปรียบเทียบภายในชุดดิน

ตำรับการทดลอง	การยับยั้งการเจริญเติบโตของต้นอ่อนผักโขม (%)			
	ชุดดินกำแพงเพชร	ชุดดินท่าม่วง	ชุดดินกำแพงแสน	ชุดดินบางเขน
1. *Curvularia clavata*	0 j[1/]	0 j	0 j	31 e
2.*Curvularia penniseti*	0 j	20 fg	22 f	8 i
3. *Drechslera rostrata*	0 j	0 j	0 j	45 c
4. *Drechslera erythrospila*	18 g	12 h	7 i	68 a
5. *Fusarium semitectum*	0 j	0 j	0 j	35 d
6. *Fusarium solani*	0 j	55 b	0 j	19 fg
7. Control	0 j	0 j	0 j	0 j
CV (%)	17.61	17.61	17.61	17.61

หมายเหตุ [1/] ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยตัวอักษรต่างกันในแต่ละคอลัมน์มีความแตกต่างกันทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบด้วยวิธี DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางผนวกที่ 21 ประสิทธิภาพของสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพในรูปสารกรองละเอียด ต่อการยับยั้งการเจริญเติบโตของต้นอ่อนต้นอ่อนพืชปลูก เปรียบเทียบภายในชุดดิน

ตำรับการทดลอง	การยับยั้งการเจริญเติบโตของต้นอ่อนผักกาดเขียวกวางตุ้ง (%)			
	ชุดดินกำแพงเพชร	ชุดดินท่าม่วง	ชุดดินกำแพงแสน	ชุดดินบางเขน
1. *Curvularia clavata*	0 e[1/]	0 e	0 e	5 d
2. *Curvularia penniseti*	0 e	0 e	0 e	10 b
3. *Drechslera rostrata*	0 e	0 e	0 e	6 c
4. *Drechslera erythrospila*	0 e	0 e	0 e	16 a
5. *Fusarium semitectum*	0 e	0 e	0 e	16 a
6. *Fusarium solani*	0 e	0 e	0 e	0 e
7. Control	0 e	0 e	0 e	0 e
CV (%)	12.32	12.32	12.32	12.32

หมายเหตุ [1/] ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยตัวอักษรต่างกันในแต่ละคอลัมน์มีความแตกต่างกันทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบด้วยวิธี DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางผนวกที่ 22 ประสิทธิภาพของสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพในรูปสารกรองละเอียด ต่อการยับยั้งการเจริญเติบโตของต้นอ่อนต้นอ่อนพืชปลูก เปรียบเทียบภายในชุดดิน

ตำรับการทดลอง	การยับยั้งการเจริญเติบโตของต้นอ่อนมะเขือเทศ (%)			
	ชุดดินกำแพงเพชร	ชุดดินท่าม่วง	ชุดดินกำแพงแสน	ชุดดินบางเขน
1. *Curvularia clavata*	10 e[1/]	10 e	0 g	10 e
2. *Curvularia penniseti*	5 f	0 g	0 g	0 g
3. *Drechslera rostrata*	5 f	15 c	0 g	15c
4. *Drechslera erythrospila*	12 d	25 a	0 g	15 c
5. *Fusarium semitectum*	20 b	15 c	0 g	25 a
6. *Fusarium solani*	5 f	0 g	0 g	5 f
7. Control	0 g	0 g	0 g	0 g
CV (%)	12.32	12.32	12.32	12.32

หมายเหตุ [1/] ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยตัวอักษรต่างกันในแต่ละคอลัมน์มีความแตกต่างกันทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบด้วยวิธี DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ประวัติการศึกษาและการทำงาน

ชื่อ	นางสาวนุจรี เพลา
เกิดวันที่	25 มีนาคม 2527
สถานที่เกิด	จังหวัดราชบุรี
ประวัติการศึกษา	วท.บ. (เกษตรศาสตร์) ภาควิชาปฐพีวิทยา มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กำแพงแสน
ตำแหน่งปัจจุบัน	-
สถานที่ทำงานปัจจุบัน	-
ผลงานดีเด่นและรางวัลทางวิชาการ	-
ทุนการศึกษาที่ได้รับ	โครงการวิจัยทุนอุดหนุน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์