ผลของน้ำมันหอมระเหยบางชนิดในการควบคุมโรคหลาวของข้าว ในระยะกล้าและหลังการย้ายกล้า

(Effect of some Essential Oils for Controlling Bakanae Disease of Rice at Seedling Stage and after Transplanting)

คณะผู้วิจัย

หัวหน้างานวิจัย : รศ.ดร. สมบัติ ศรีชูวงศ์

ผู้ร่วมงานวิจัย : นางสาวสายชล โนชัย

รายงานผลงานวิจัยฉบับสมบูรณ์

ตามโครงการที่ 3060-0361 งบประมาณปี 2549

เสนอต่อ

มูลนิธิโครงการหลวง

กันยายน 2549

บทคัดย่อ

จากการตรวจหาชนิดและปริมาณของเชื้อราเมล็ดพันธุ์ข้าวทั้ง 8 ชนิด โดยวิธีเพาะบนกระดาษชื้น พบเชื้อราชนิดต่าง ๆ ที่ติดมากับเมล็ดพันธุ์ข้าวในปริมาณแตกต่างกันของแต่ละพันธุ์ โดยพบเชื้อราที่ติดมากับเมล็ดพันธุ์ทั้งหมด 16 species คือ *Alternaria* sp., *Aspergillus gluacus, A. niger, Bipoaris oryzae*, *Cladosporium* sp., *Curvularia* sp., *Fusarium chlamydospora*, *F. moniliforme*, *F. semitectum*, *Fusarium* sp., *Myrothecium* sp., *Nigrospora* sp., *Penicillium* sp., *Phoma* sp., *Rhisopus* sp. และ *Trichoconis padwickii* และเมื่อทดสอบความสามารถในการทำให้เกิดโรคของเชื้อรา *F. moniliforme* พบว่าเชื้อรามีผลต่อความงอกของเมล็ด เปอร์เซ็นต์การติดเชื้อและการเกิดโรคกับต้นกล้า ลักษณะของโรคที่เกิดขึ้น คือ เมล็ดเน่าไม่สามารถงอกได้ ส่วนเมล็ดที่งอกเป็นต้นกล้าพบว่า ต้นกล้ามีอาการผิดปกติ มีลักษณะขาวซีด แคระแกรนจนถึงเน่าเป็นสีน้ำตาลและตายในที่สุด

จากการทดสอบเปรียบเทียบประสิทธิภาพของน้ำมันหอมระเหยจากพืช 12 ชนิด ในการยับยั้งการเจริญของเส้นใยของเชื้อรา *F. moniliforme* พบว่าน้ำมันกานพลูสามารถยับยั้งการเจริญของเส้นใยได้ 100 % ที่ความเข้มข้น 400 ppm รองลงมาคือ อบเชย 500 ppm และเจอราเนียม 1,400 ppm สำหรับการทดสอบประสิทธิภาพของน้ำมันหอมระเหยจากพืชต่อความงอกของเมล็ด การติดเชื้อของเมล็ด และการเกิดโรคของต้นกล้าข้าวจากการเพาะบนกระดาษชื้น พบว่าน้ำมันกานพลูมีประสิทธิภาพดีที่สุดช่วยเพิ่มความงอกให้แก่เมล็ดข้าว ลดการติดเชื้อของเมล็ด และลดเปอร์เซ็นต์ต้นกล้าผิดปกติ ส่วนผลจากการเพาะในดินอบฆ่าเชื้อ พบว่าน้ำมันกานพลูมีประสิทธิภาพดีที่สุดในการช่วยเพิ่มเปอร์เซ็นต์ความงอกในแปลง ต้นกล้าผิดปกติ ความยาวลำต้น ความยาวราก น้ำหนักสดและน้ำหนักแห้ง รองลงมาคือ น้ำมันอบเชยและน้ำมันเจอราเนียม ที่ให้ผลในด้านความงอกลดลงตามลำดับ

จากการทดสอบประสิทธิภาพของสารกำจัดเชื้อรา 4 ชนิด ได้แก่ Benlate Captan Dithane M-45และ Thysan ในอัตราความเข้มข้น 3 ระดับ พบว่า สารกำจัดเชื้อรามีประสิทธิดีที่สุดคือ Benlate (ทุกความเข้มข้น) Dithane M-45 (ทุกความเข้มข้น) และ Thysan ที่ความเข้มข้น 1 เท่าของอัตราแนะนำ ให้เปอร์เซ็นต์การยับยั้งได้ดีที่สุด และการคลุกเมล็ดเพื่อทดสอบประสิทธิภาพของสารชีวภัณฑ์ชนิดต่าง ๆ พบว่าสารชีวภัณฑ์ที่มีประสิทธิภาพช่วยเพิ่มความงอกให้แก่เมล็ดข้าวดีที่สุด คือ Pretomium โดยให้ความงอกของเมล็ดสูงถึง 19% แต่ไม่แตกต่างจากกรรมวิธีที่ปลูกเชื้อแล้วคลุกเมล็ดด้วย Unigreen รองลงมาคือ Trisan และ Larminar ส่วนผลของสารชีวภัณฑ์ต่อการติดเชื้อของเมล็ด พบว่าสารชีวภัณฑ์ทั้ง 4 ชนิดมีประสิทธิภาพช่วยลดการเข้าทำลายของเชื้อราสาเหตุได้ดี สำหรับผลของสารชีวภัณฑ์ต่อเปอร์เซ็นต์ของต้นกล้าผิดปกติ พบว่าสารชีวภัณฑ์ทั้ง 4 ชนิดมีประสิทธิภาพช่วยลดเปอร์เซ็นต์ต้นกล้าผิดปกติได้ดี

สารบัญ

หน้า

สารบัญตาราง	ก
สารบัญภาพ	ข
คำนำ	1
ตรวจเอกสาร	2
อุปกรณ์และวิธีการ	11
ผลการทดลอง	16
สรุปและวิจารณ์ผลการทดลอง	39
เอกสารอ้างอิง	41
ภาคผนวก	45

โครงการหลวง

สารบาญตาราง

ตาราง		หน้า
1	ชนิดและปริมาณของเชื้อราที่ตรวจพบบนเมล็ดข้าวพันธุ์ต่าง ๆ โดยวิธีเพาะบนกระดาษชื้น(Blotter Method)	18
2	เปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์ความงอกของเมล็ด การติดเชื้อของเมล็ด ต้นกล้าผิดปกติ จากการเพาะเมล็ดบนกระดาษชื้น และเปอร์เซ็นต์ความงอกในแปลง ต้นกล้าผิดปกติ จากการเพาะในดินอบฆ่าเชื้อ ของเมล็ดพันธุ์ข้าว หลังจากปลูกเชื้อที่เมล็ดด้วยเชื้อรา *Fusarium moniliforme*	24
3	เปอร์เซ็นต์การยับยั้งการเจริญของเชื้อรา *Fusarium moniliforme* บนอาหาร PDA ผสมน้ำมันหอมระเหยจากพืช 10 ชนิด ระดับความเข้มข้น 10 ระดับ วัดผล 14 วัน	26
4	การยับยั้งการเจริญของเชื้อรา *Fusarium moniliforme* บนอาหาร PDA ผสมน้ำมันหอมระเหยจากพืช 3 ชนิด ที่ความเข้มข้น 5 ระดับ วัดผล 10 วัน หลังเลี้ยงเชื้อ	27
5	เปอร์เซ็นต์ความงอกของเมล็ด การติดเชื้อของเมล็ดและต้นกล้าผิดปกติ ที่พบในเมล็ดข้าวหลังจากปลูกเชื้อรา *Fusarium moniliforme* ที่เมล็ดและแช่เมล็ดด้วยน้ำมันหอมระเหยจากพืช 2 ชนิด ทดสอบโดยวิธีเพาะบนกระดาษชื้น	30
6	เปอร์เซ็นต์ความงอกในแปลง ต้นกล้าผิดปกติ ความยาวลำต้น ความยาวราก น้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งที่พบในเมล็ดข้าวขาวดอกมะลิ 105 หลังจากปลูกเชื้อรา *Fusarium moniliforme* ที่เมล็ดและแช่เมล็ดด้วยน้ำมันหอมระเหยจากพืช 3 ชนิด ทดสอบโดยวิธีเพาะในดินอบฆ่าเชื้อ	32
7	ขนาดโคโลนีและเปอร์เซ็นต์การยับยั้งการเจริญของเชื้อรา *Fusarium moniliforme* บนอาหาร PDA ผสมสารกำจัดเชื้อรา 4 ชนิดที่ความเข้มข้น 3 ระดับ วัดผล 14 วัน	33
8	เปอร์เซ็นต์ความงอกของเมล็ด การติดเชื้อของเมล็ดและต้นกล้าผิดปกติ ที่พบในเมล็ดข้าว หลังจากปลูกเชื้อรา *Fusarium moniliforme* ที่เมล็ดและคลุกเมล็ดด้วยสารกำจัดรา 3 ชนิด ทดสอบโดยวิธีเพาะบนกระดาษชื้น	36
9	เปอร์เซ็นต์ความงอกของเมล็ด การติดเชื้อของเมล็ดและต้นกล้าผิดปกติ ที่พบในเมล็ดข้าวหลังจากปลูกเชื้อรา *Fusarium moniliforme* ที่เมล็ดและคลุกเมล็ดด้วยสารชีวภัณฑ์ 3 ชนิด ทดสอบโดยวิธีเพาะบนกระดาษชื้น	37

สารบาญภาพ

ภาพ		หน้า
1	วงจรชีวิตของโรคถอดฝักดาบ	5
2	ลักษณะการเจริญของเชื้อรา *Fusarium moniliforme* บนเมล็ดพันธุ์ข้าว	22
3	ลักษณะ conidia ของเชื้อรา *Fusarium moniliforme* ภายใต้กล้องจุลทรรศน์ กำลังขยาย 400 เท่า	22
4	ลักษณะของต้นอ่อนข้าวที่ไม่ปลูกเชื้อและปลูกเชื้อด้วย เชื้อรา *Fusarium moniliforme* ที่เมล็ด ทดสอบโดยการเพาะบนกระดาษชื้น	23
5	ลักษณะของต้นกล้าข้าวที่ไม่ปลูกเชื้อและปลูกเชื้อด้วย เชื้อรา *Fusarium moniliforme* ที่เมล็ด ทดสอบโดยการเพาะในดินอบฆ่าเชื้อ	24
6	การเจริญของเชื้อรา *Fusarium moniliforme* อายุ 10 วัน บนอาหาร PDA ผสมน้ำมันหอมระเหยจากพืช 5 ชนิด ที่ความเข้มข้น 10 ระดับ เปรียบเทียบกับชุดควบคุม	28
7	การเจริญของเชื้อรา *Fusarium moniliforme* อายุ 10 วัน บนอาหาร PDA ผสมน้ำมันหอมระเหยจากพืช 3 ชนิดที่ความเข้มข้น 5 ระดับ เปรียบเทียบกับชุดควบคุม	29
8	ลักษณะของต้นกล้าข้าว หลังจากปลูกเชื้อรา *Fusarium moniliforme* ที่เมล็ดและแช่เมล็ดด้วยน้ำมันหอมระเหยจากพืช 2 ชนิด เปรียบเทียบกับชุดควบคุม ทดสอบโดยการเพาะบนกระดาษชื้น	30
9	การเจริญของเชื้อรา *Fusarium moniliforme* อายุ 10 วัน บนอาหาร PDA ผสมสารกำจัดรา 3 ชนิด ที่ความเข้มข้น 3 ระดับ เปรียบเทียบกับชุดควบคุม	34
10	ลักษณะของต้นกล้าข้าว หลังจากปลูกเชื้อรา *Fusarium moniliforme* ที่เมล็ดและคลุกเมล็ดด้วยสารกำจัดรา 2 ชนิด เปรียบเทียบกับชุดควบคุม ทดสอบโดยการเพาะบนกระดาษชื้น	36
11	ลักษณะของต้นกล้าข้าว หลังจากปลูกเชื้อรา *Fusarium moniliforme* ที่เมล็ดและคลุกเมล็ดด้วยสารชีวภัณฑ์ 4 ชนิด เปรียบเทียบกับชุดควบคุม ทดสอบโดยการเพาะบนกระดาษชื้น	38

คำนำ

เมล็ดพันธุ์ที่มีคุณภาพดีเป็นปัจจัยหนึ่งที่มีต่อผลผลิต การปลูกพืชโดยใช้เมล็ดพันธุ์ที่มีคุณภาพสูง ย่อมทำให้การผลิตพืชนั้นประสบผลสำเร็จได้ ซึ่งคุณภาพของเมล็ดพันธุ์ประกอบด้วยความสามารถหรือคุณค่าของเมล็ด เมื่อนำไปปลูกในแปลงและภายใต้สภาพที่เหมาะสม มีความสามารถในการงอกสูง ความแข็งแรงสูง ความสมบูรณ์ที่ปราศจากโรคและแมลง ความบริสุทธิ์สูงปราศจากสิ่งเจือปนและตรงตามพันธุ์ การปฏิบัติต่อเมล็ดพันธุ์ต่าง ๆ นับว่ามีผลต่อคุณภาพของเมล็ดพันธุ์ ปัจจุบันข้าวเป็นพืชที่เศรษฐกิจที่ทำรายได้ที่สำคัญอย่างหนึ่งของประเทศ ปัญหาที่สำคัญในการผลิตได้แก่การขาดแคลนเมล็ดพันธุ์ที่มีคุณภาพ คือ ความบริสุทธิ์และมีความงอกสูง รวมทั้งไม่มีการติดโรคและแสดงอาการของโรค ซึ่งการเกิดโรคกับเมล็ดนี้อาจส่งผลถึงการเจริญเติบโตของต้นข้าวตลอดจนผลผลิตที่ได้ลดต่ำลง โดยโรคที่มักเกิดขึ้นกับเมล็ดพันธุ์ เช่น โรคไหม้ (Blast : *Pyricularia oryzae*) โรคเมล็ดด่าง (Dirty panicle : *Curvularia lunata, Cercospora oryzae, Trichoconis padwickii, Fusarium semitectum*) โรคขอบใบแห้ง (Bacterial leaf blight : *Xanthomonas campestris* pv. *oryzae)* และโรคที่สำคัญซึ่งพบการระบาดมาก คือโรคถอดฝักดาบ (Bakanae disease : *Fusarium moniliforme*) (สมคิด, 2532) เป็นโรคที่สร้างความเสียหายให้กับข้าวได้ทุกระยะการเจริญเติบโต โดยเฉพาะในแปลงกล้าข้าว ทำให้ต้นข้าวสูงชะลูด ใบเหลืองซีด และตายในที่สุด การแพร่ระบาดของเชื้ออาจเกิดจากการติดไปกับเมล็ด อยู่ในตอซังหรือในดิน ปัจจุบันมีการศึกษาและงานวิจัยเพื่อหาวิธีการป้องกันกำจัดโรคนี้ทั้งวิธีกล การใช้สารเคมี สารชีวภัณฑ์ และการใช้สารธรรมชาติ เป็นต้น

การตรวจเอกสาร

ข้าว (rice) เป็นพืชใบเลี้ยงเดี่ยวในตระกูล (family) หญ้า (Gramineae หรือ Poaceae) จัดอยู่ในสกุล (Genus) Oryza โดยข้าวไร่ หมายถึงพันธุ์ข้าวที่ใช้ปลูกในสภาพนาที่ไม่มีน้ำขังและไม่มีคันนากั้นน้ำ อาจเป็นพื้นที่การปลูกพืชไร่ หรือพื้นที่ตามไหล่เขา หรือพื้นที่ว่างในสวนยางที่ปลูกใหม่ พันธุ์ข้าวเหล่านี้จะอาศัยน้ำฝนเพื่อการเจริญเติบโต ส่วนมากจะเป็นข้าวต้นสูง มีความสูงประมาณ 130-150 ซม. หรือมากกว่า ขึ้นอยู่กับความอุดมสมบูรณ์ของพื้นที่ ส่วนใหญ่เป็นพันธุ์ข้าวที่ไวต่อช่วงแสง

โดยทั่วไปเกษตรกรมักใช้พันธุ์พื้นเมืองหรือพันธุ์ประจำท้องถิ่น (local varieties) ที่มีการปรับตัวเข้ากับสภาพแวดล้อมของพื้นที่ได้เป็นอย่างดีแล้ว ส่วนใหญ่มีลำต้นค่อนข้างสูง แตกกอไม่มาก ผลผลิตไม่สูงเมื่อเทียบกับข้าวที่ปลูกในพื้นที่ราบทั่วไป อย่างไรก็ตาม หากการปลูกข้าวบนที่สูงขาดการเอาใจใส่ดูแลรักษา ก็เป็นสาเหตุหนึ่ง ที่ทำให้ผลผลิตข้าวลดลงจนไม่สามารถเก็บเกี่ยวผลผลิตได้ เนื่องจากข้าวที่ปลูกในพื้นที่สูงปลูกได้เพียงฤดูเดียว คือ ฤดูฝน ซึ่งเป็นฤดูที่พืชหรือสิ่งมีชีวิตอื่น เช่น โรคและแมลงต่าง ๆ มากกว่าฤดูอื่น สภาพอากาศในแต่ละปีมักมีความแตกต่างกันด้วย จึงส่งผลให้การระบาดของโรคในแต่ละปีไม่แน่นอนตามไปด้วย โดยทั่วไปแล้ว ข้าวที่ปลูกในที่สูงมักจะถูกคัดเลือกพันธุ์โดยธรรมชาติ ซึ่งจะได้พันธุ์ประจำถิ่นที่มีความต้านทานต่อโรคของแต่ละท้องถิ่น โรคที่สำคัญของข้าวที่สูง เช่น โรคไหม้ ปลายใบวง และโรคถอดฝักดาบ แต่ไม่พบการระบาดที่รุนแรงทุกปี เนื่องจากสภาพอากาศในแต่ละปีจะแปรเปลี่ยนอยู่เสมอ อย่างไรก็ตามโรคถอดฝักดาบยังเป็นโรคหนึ่งที่สำคัญเช่นกัน

โรคถอดฝักดาบของข้าว (Bakanae disease)

โรคถอดฝักดาบของข้าว สาเหตุจากเชื้อ *Fusarium moniliforme* Sheldon (ระยะ anamorph) หรือ *Gibberella fujikuroi* (ระยะ telomorph) พบระบาดมากในภาคเหนือ ภาคอีสาน และพบระบาดประปรายในภาคกลาง (สมคิด, 2532) โรคที่เกิดในระยะต้นกล้าอาจทำให้ต้นกล้าแห้งตาย ข้าวที่เป็นโรคจะผอมกว่าปกติ ต้นข้าวผอมซีดและมีอาการย่างปล้อง มีรากเกิดขึ้นที่ข้อต่อของลำต้นตรงระดับน้ำ บางกรณีข้าวจะไม่ย่างปล้องแต่รากจะเน่า ถ้าเป็นรุนแรงกล้าข้าวจะตาย ซึ่งมีความเสียหายต่อการผลิตข้าว และโดยส่วนใหญ่มีการถ่ายทอดโรคผ่านทางเมล็ดได้ ถ้าหากอาการไม่รุนแรงอาการจะแสดงหลังจากย้ายกล้าไปปักดำ ถ้าโรคเข้าทำลายระยะข้าวออกดอก เมล็ดที่ติดเชื้อรุนแรงจะแสดงอาการเป็นจุดผงสีชมพูแดงบนเมล็ด ซึ่งคือกลุ่ม conidia ของเชื้อรา เมื่อนำเมล็ดติดเชื้อนี้ไปเพาะกล้าก็จะแสดงอาการของโรคออกมาให้เห็นได้ ซึ่งมีอาการทั้งต้นเตี้ยแคระ แกรน ไปจนถึงต้นข้าวแสดงอาการสูงชะลูดผิดปกติ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับความรุนแรงของการติดเชื้อว่ามีมากน้อยเพียงใด (สมคิด, 2532) เชื้อราสาเหตุสามารถเป็นได้ทั้ง seed borne และ soil borne สามารถเข้าทำลายต้นที่แข็งแรงได้ซึ่งมีผลทำให้ปริมาณของผลผลิตลดลง (Ou, 1985)

ลักษณะอาการของโรค

โรคถอดฝักดาบมีอาการที่เด่นชัดและมีรูปแบบที่เหมือน ๆ กัน เช่น ความสูงที่ผิดปกติซึ่งอาจพบได้ทั้งในแปลงปลูกและในกระบะเพาะ ต้นกล้าที่ถูกเชื้อเข้าทำลายจะสูงกว่าปกติหลายนิ้ว หรือเรียกว่าอาการย่างปล้อง นอกจากนี้ยังพบว่าลำต้นนั้นผอมและใบมีสีซีดรวมทั้งอาจแตกกอน้อยอีกด้วย หากอาการรุนแรงมากจะทำให้ต้นกล้าตายก่อนการย้ายปลูก แต่ถ้าต้นกล้ามีอายุรอดอาจจะตายได้ในภายหลัง ในกรณีที่ติดเชื้ออย่างรุนแรงในแปลงจะพบว่ามีอากรสูงชะลูด เกิดอาการย่างปล้องและออกดอกเร็วกว่าปกติ แต่หากเชื้อไม่รุนแรงมากจะทำให้ต้นข้าวฟื้นตัวขึ้นได้ภายหลังการย้ายกล้า (Lee, 1983) ในต้นที่ได้รับเชื้อจะแสดงลักษณะอาการของโรคขึ้นและตายภายใน 2 – 6 สัปดาห์ โดยลักษณะอาการที่เกิดคือเกิดการแตกรากฝอยมากขึ้นและเกิดรากบริเวณปล้องกลางของต้นข้าว ใบจะแห้งตายโดยเริ่มจากด้านล่างขึ้นสู่ด้านบน ในระยะนี้จะสังเกตพบว่าที่บริเวณโคนต้นข้าวมีสีออกชมพูเล็กน้อยและมีเส้นใยสีขาวบนกอที่แตกออกมา ซึ่งจะประกอบด้วยกลุ่มของเส้นใยและสปอร์จำนวนมาก เชื้อจะเจริญลุกลามขึ้นไปด้านบนหลังจากที่ข้าวตายแล้ว ในบางกรณีกอที่แตกออกมาสามารถมีชีวิตรอดอยู่ได้จนถึงระยะที่แก่จัด แต่จะทำให้ดอกเป็นหมัน (Ou, 1985) ลักษณะที่เกิดขึ้นจะพัฒนาไปเรื่อย ๆ เนื่องจากสัมพันธ์กับจำนวนของ gibberellic acid และ fusaric acid ที่เพิ่มขึ้นซึ่งเป็นผลผลิตจากเชื้อรา อีกทั้งยังก่อให้เกิดการต้านทานต่อเชื้อในระดับที่แตกต่างกันอีกด้วย (Lee, 1983) ต้นข้าวที่เจริญถึงระยะเก็บเกี่ยวจะพบว่ารวงข้าวให้เมล็ดลีบและแห้ง โดยในประเทศญี่ปุ่นพบว่ารวงข้าวมักจะถูกเชื้อเข้าทำลายเป็นส่วนใหญ่ เรียกอาการเหล่านี้ว่า รวงข้าวสีชมพู (pink panicle) การพัฒนาของโรคขึ้นอยู่กับพันธุ์ของพืชอาศัยรวมทั้งสภาพแวดล้อม เช่น อุณหภูมิและความชื้น เป็นต้น (Ou, 1985)

Yamanaka and Honkura (1978) จำแนกอาการของโรคถอดฝักดาบออกได้เป็น 5 ลักษณะอาการดังนี้

1. มีอาการยืดตัวของลำต้นตามยาว (elongation)
2. มีการยืดตัวของลำต้นตามยาวและปกติ
3. มีการยืดตัวตามยาวแต่การเจริญหยุดชะงัก
4. มีการชะงักการเจริญเติบโต
5. ไม่มีการเจริญเติบโต

โดยอาการแต่ละกลุ่มอาจแตกต่างกันไปตามชนิดของเชื้อหรือปริมาณของเชื้อ (Sun and Synder, 1978) บางครั้งอาจพบว่ามีรอยแผลบนใบข้าวอีกด้วย (Sasaki, 1973)

ลักษณะของเชื้อรา *Fusarium moniliforme*

เชื้อรา *Fusarium moniliforme* อยู่ใน Class Hyphomycetes และ Order Moniliales โคโลนีของเชื้อรา *F. moniliforme* มีหลายสี ตั้งแต่สีขาว peach salmon, vinaceous purple จนถึงสีม่วง microconnidia มีลักษณะเซลล์เดียวรูปร่างแบบ fusoid ไปจนถึง clavate microconidia มีขนาด 5-12 x

1.5-2.5 ไมโครเมตร เชื้อราไม่สร้าง chlamydospore แต่บางครั้งพบว่าเชื้อราสร้าง globose stromatic initial cells และ perfect stage ของเชื้อรา *F. moniliforme* คือ *Gibberella fujikuroi* (Sawada) Wollenw. (Booth, 1977) Wollenweber and Reinking (1935) กล่าวว่าเชื้อรา *F. moniliforme* ในระยะ telomorph จะสร้าง perithecia สีน้ำเงินเข้ม ค่อนข้างกลมภายนอกดูหยาบ ขรุขระ มีขนาด 250-330 x 220-280 μm มีรูปทรงกระบอกแบนด้านบนมีขนาด 90-120 x 7-9 μm ภายใน ascus จะมี ascospore อยู่ภายใน 4-6 ascospore อาจพบได้ว่ามีมากถึง 8 ascospore มีผนังกั้นรวมทั้งสร้าง macroconidia หรือ microconidiophore สร้างแบบเดี่ยวชูขึ้นในอากาศ microconidia อาจอยู่เกาะกันเป็นกลุ่มหรือต่อกันเป็นสายโซ่ หากสายโซ่หลุดออกจากกันทำให้ conidia เหล่านี้กระจายมองเห็นเป็นสีเหลืองใสจนถึงสีชมพูจาง ๆ หรือไม่มีสี เป็นรูปไข่อาจมี 1-2 เซลล์ macroconidia ซึ่งมีรูปร่างโค้งงอเล็กน้อยจนเกือบตรง รูปร่างนั้นบอบบาง มีสีใส ปลายทั้งสองด้านโค้งงอเล็กน้อยคล้ายตะขอเกี่ยว เชื้อราสามารถเจริญเติบโตได้ง่ายในอาหารเลี้ยงเชื้อหลากหลายชนิด เช่น Richard's solution และ Knop's solutions ซึ่งเหมาะกับผู้ที่เริ่มเลี้ยงเชื้อรา *F. moniliforme* เป็นครั้งแรก

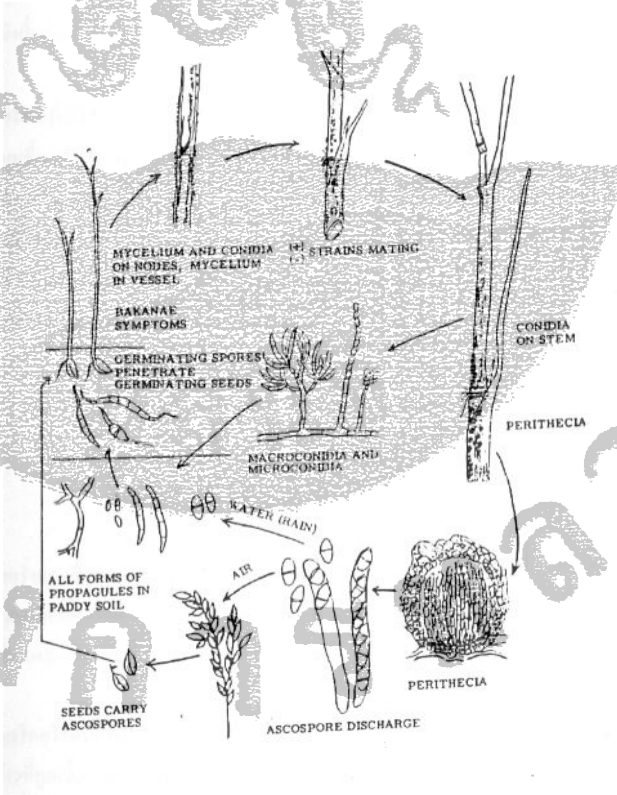
นอกจากนี้ยังพบว่าเชื้อรา *F. moniliforme* เป็น non-obligate parasite ซึ่งไม่มีความจำเพาะเจาะจงต่อพืชอาศัย จึงสามารถเข้าทำลายพืชได้หลายชนิด เช่น ข้าวฟ่าง ข้าวสาลี ข้าวโอต ฝ้าย กล้วย อ้อย ถั่ว เป็นต้น (Bacon and Nelson, 1994) และยังพบอีกว่าเชื้อราชนิดนี้สามารถสร้างสาร mycotoxin ได้หลายชนิด เช่น beauvericin, moniliformin, gibberellic acid และ fumonisin และเชื้อราสามารถเข้าอาศัยพืชในลักษณะเป็นเอนโดไฟต์ได้อีกด้วย และเมื่อสภาพแวดล้อมเหมาะสมหรือเมื่อพืชอ่อนแอ พืชจะแสดงอาการของโรคขึ้น (Desjardins *et. al*., 2000; Bacon and Hinton, 1996)

วงจรชีวิตของโรค

สาเหตุของโรคที่พบโดยทั่วไป มักเกิดจากการที่เชื้อติดไปกับเม็ด เมล็ดข้าวอาจจะติดเชื้อตั้งแต่ตอนออกดอก เมล็ดที่เป็นโรครุนแรงจะเปลี่ยนสี เพราะว่ามี conidia เกาะอยู่บริเวณแผลบนเมล็ดเป็นจำนวนมาก เมล็ดที่ไม่เป็นโรคอาจมีเชื้อราติดอยู่ เมื่อนำเมล็ดเหล่านี้ไปเพาะทำให้ต้นกล้าเล็กๆ ติดเชื้อได้ การติดเชื้อจะไม่รุนแรงมากนักถ้าทำให้เมล็ดข้าวงอกก่อนหว่าน 3 วัน เชื้อราอยู่รอดในดินได้ในระยะเวลาไม่นานนัก (ชาตรี, 2539) การทดลองในประเทศไทยมีรายงานว่าเมื่อปลูกเชื้อลงในดินแล้วเพาะเมล็ดทันที ต้นข้าวจะเป็นโรคถึง 93 เปอร์เซ็นต์ หลังจากนั้น 90 วัน การติดเชื้อจะลดลงเหลือ 0.7 เปอร์เซ็นต์ และอาจไม่เกิดโรคเลยหลังจาก 180 วันไปแล้ว เชื้อราที่ติดไปกับเมล็ดและติดไปกับพืชที่เป็นโรคสามารถอยู่รอดได้นาน 4-10 เดือนที่อุณหภูมิห้อง แต่หากเก็บไว้ในห้องเย็นที่อุณหภูมิ 7 °C จะสามารถอยู่ได้นานถึง 3 ปี (Kanjanasoon, 1965) (ภาพ 1)

ในต่างประเทศ Seto (1933 อ้างโดย จวงจันทร์, 2546) กล่าวว่าโรคถอดฝักดาบเกิดจากเชื้อที่มีแหล่งอาศัยอยู่ในดินได้และเชื้อยังสามารถยึดติดกับเมล็ดได้อย่างง่ายดาย และยังกล่าวอีกว่า เชื้อราสามารถเข้าทำลายต้นกล้าในระยะแรกของการพัฒนาได้ อีกทั้งยังมีการเคลื่อนย้ายไปยังบริเวณอื่น ๆ

และเจริญภายในต้นพืช แต่ไม่พบว่ามีการเข้าทำลายส่วนของดอก (Seto, 1937) Wollenweber and Reinking (1935) กล่าวว่าเชื้อราสามารถมีชีวิตได้อย่างน้อย 3 ปี ในสภาพห้องที่แห้ง หากเป็นสภาพที่อากาสถ่ายเทได้สะดวกอาจทำให้อายุสั้นลงแต่ยังคงมีชีวิตอยู่รอดได้ในปุ๋ยพืชสด เชื้อราสามารถมีชีวิตรอดในฤดูหนาวเพื่อเข้าทำลายเมล็ดและส่วนต่าง ๆ ของพืช ในประเทศไต้หวัน Sun (1975) รายงานไว้ว่าน้ำฝนจะชะล้าง conidia และ ascospore จากพืชที่เป็นโรคและบริเวณโคนต้นที่เป็นโรคไปยังพื้นดิน และยังรายงานอีกว่าดินในทุ่งนามีเชื้อปะปนอยู่เป็นจำนวนมาก และรอคอยแหล่งอาศัยที่เหมาะสมในการสร้างสปอร์ และมีผู้บันทึกถึงความสำคัญของ ascospore ที่แพร่กระจายในอากาศ ซึ่งทำให้เกิดการปนเปื้อนในเมล็ดตั้งแต่ระยะที่เรียกว่า ออกรวง (heading) จนถึงระยะที่สุกแก่ โดยทั่วไปโรคที่พบในแปลงปลูกของข้าวหากนำมาวางบนอาหารวุ้นจะพบว่ามีเชื้อรา *F. moniliforme* ติดมาถึง 100 เปอร์เซ็นต์ และเมื่อนำไปเพาะปลูกพบว่า 30 เปอร์เซ็นต์ของทั้งหมดแสดงอาการของโรค ascospore จะถูกปล่อยออกมาในอากาศในช่วงเวลากลางคืนหรือระหว่างที่ฝนตก และเมื่อความชื้นสัมพัทธ์ลดลง ascospore จะไหลออกมาจาก ostiole (Yu and Sun, 1976)



ภาพ 1 วงจรชีวิตของโรคถอดฝักดาบ (Ou, 1985)

การป้องกันกำจัด

ในการควบคุมโรคถอดฝักดาบของข้าวสาเหตุจากเชื้อรา *F. moniliforme* นี้ ในอดีตมีการแนะนำสารเคมีจำพวก organo-mercury compound เช่น mercury chloride เป็นต้น แต่เนื่องจากสารดังกล่าวมีพิษ

ตกค้างเป็นอันตรายต่อคนและสัตว์เลี้ยงอย่างรุนแรงจึงถูกห้ามใช้ ในปัจจุบันมีสารเคมีหลายชนิดที่ผ่านการทดสอบแล้ว และกลุ่มงานวิจัยโรคข้าว กองโรคพืชและจุลชีววิทยา กรมวิชาการเกษตร ได้แนะนำอยู่ 2 ชนิด คือ benomyl + thiram และ mancozeb กรรมวิธีการคลุกหรือแช่เมล็ดข้าวในน้ำยาก็จะได้ผลในการป้องกันกำจัดโรคถอดฝักดาบของข้าว และถ้าใช้สารเคมีกับข้าวงอก (รากงอกยาวประมาณ 1 มิลลิเมตร) จะยิ่งได้ผลดีมากขึ้น (สมคิด, 2532) แต่อย่างไรก็ตามพบว่าเชื้อราสาเหตุสามารถเกิดความต้านทานต่อสารเคมีฆ่าเชื้อราได้ (Ogawa, 1988) ในปัจจุบันจึงได้ค้นหาวิธีการในการป้องกันกำจัดโดยหลีกเลี่ยงการใช้สารเคมีให้มากที่สุด

น้ำมันหอมระเหย (Essential oil) (เบญจวรรณ, 2542)

น้ำมันหอมระเหยเป็นกลุ่มของสารอินทรีย์ ที่เกิดจากสารประกอบทางเคมีพวก Secondary metabolite พบแตกต่างกันในพืชแต่ละชนิด และในส่วนต่าง ๆ ของพืช เช่น ดอก ใบ ผล กลีบเลี้ยง เป็นต้น ซึ่งเกิดจากขบวนการชีวสังเคราะห์ ที่มีเอนไซม์เข้าทำปฏิกิริยาเคมีด้วย น้ำมันหอมระเหยมีคุณสมบัติเด่นชัดคือ มีกลิ่นระเหยได้ง่ายที่อุณหภูมิปกติ ส่วนใหญ่น้ำมันหอมระเหยจะไม่ละลายน้ำแต่ละลายในตัวทำละลายอินทรีย์มีรสและกลิ่นเฉพาะตัว ซึ่งกลิ่นดังกล่าวไม่จำเป็นต้องหอมเสมอไป มีลักษณะเบากว่าน้ำ มีสภาวะเป็นทั้งของแข็ง กึ่งแข็งกึ่งเหลว และของเหลว แต่ส่วนใหญ่เป็นของของเหลวมากกว่า ตามปกติน้ำมันหอมระเหยจะไม่มีสี แต่เมื่อทิ้งไว้นาน ๆ อาจจะถูกออกซิไดซ์ ทำให้สีเข้มขึ้นตั้งแต่ไม่มีสีจนถึงสีเหลืองหรือสีน้ำตาลอีกทั้งมีค่าดรรชนีหักเหของแสง (Refractive index) สูงถึงประมาณ 1.5 มีค่าความถ่วงจำเพาะอยู่ระหว่าง 0.842-1.172 และมีจุดเดือดระหว่าง 150 –300 $^{\circ}$C (อ้อมบุญ, 2536 อ้างโดย เบญจวรรณ, 2542)

ผลของสารสกัดจากพืชในรูปน้ำมันหอมระเหยต่อเชื้อราสาเหตุโรคพืช

Paster *et al.* (1995) ศึกษาอิทธิพลของน้ำมันหอมระเหยจากออริกาโนและไทม์ ในการยับยั้งการเจริญของเชื้อรา *A. flavus* , *A. niger* และ *A. ochraceus* พบว่าความเข้มข้นต่ำสุด (MIC) ของน้ำมันหอมระเหยจากออริกาโนที่ยับยั้งการเจริญของเชื้อราและการงอกของสปอร์คือ 0.2 มิลลิลิตรต่อลิตร และ 0.2 – 2.5 มิลลิลิตร ตามลำดับ ส่วนน้ำมันจากไทม์มีผลในการยับยั้งการเจริญของเส้นใยเพียงเล็กน้อยแต่มีความเป็นพิษต่อการงอกของสปอร์ โดยส่วนใหญ่เป็นสารพวก carvacol และ thymol นอกจากนี้สารดังกล่าวยังมีฤทธิ์ฆ่าเชื้อที่ผิวของข้าวสาลี และมีฤทธิ์ต้านเชื้อที่ติดมากับเมล็ดในโรงเก็บอีกด้วย ส่วนในน้ำมันมัสตาร์ดยังสามารถยับยั้งเชื้อรา *Aphanomyces euteiches, Fusarium sambucinum, F. oxysporum* f. sp. *conglutinase* และ *Verticillium dahliae* (Hilary *et al*., 1996)

Rai *et al.* (1999) ศึกษาอิทธิพลของน้ำมันหอมระเหยจากพืช 18 ชนิด ต่อการยับยั้งการเจริญของเชื้อรา 5 ชนิดได้แก่ *Fusarium solani*, *F. oxysporum*, *F. pallidoroseum*, *F. acuminatum* และ *F. chlamydosporum* โดยวิธี paper disc และ serial dilution technique เปรียบเทียบกับการใช้สารเคมี

microzole พบว่าสารสกัดน้ำมันหอมระเหยจากยูคาลิปตัสแสดงผลในการยับยั้งเชื้อราสูงสุด ส่วนพืชอื่นที่ใช้ทดสอบ เช่น *Prosopsis cineria* ไม่แสดงผลในการยับยั้งดังกล่าว นอกจากนี้ยังพบว่า *F. oxysporum* มีความต้านทานต่อสารสกัดที่ทดสอบด้วย

Basilico and Basilico (1999) พบว่าน้ำมันหอมระเหยของมิ้นต์และออริกาโนสามารถยับยั้งการสร้าง ochratoxin A ใน *A. ochraceus* และที่สำคัญน้ำมันหอมระเหยสามารถนำมาใช้เป็น seed protectant เพื่อยับยั้งการถ่ายทอดของเชื้อจุลินทรีย์ผ่านทางเมล็ด

Hammer *et al*. (1999) และ Dorman and Deans (2000) ศึกษาว่าน้ำมันหอมระเหยจากกานพลู อบเชย สะระแหน่ ออริกาโน กระเทียม ตะไคร้หอม และไทม์มีประสิทธิภาพในการยับยั้งเชื้อจุลินทรีย์ได้หลายชนิด ซึ่งมีรายงานที่สอดคล้องดังนี้ น้ำมันหอมระเหยจากไทม์สามารถยับยั้งการเจริญของเชื้อรา *Aspergillus flavus, A. niger, Botrytis cinerea, Fusarium oxysporum* และ *Penicillium chrysogenum* ที่ระดับความเข้มข้นตั้งแต่ 100-1,000 ppm

อนงค์นาถ (2547) ศึกษาประสิทธิภาพของน้ำมันหอมระเหยจากพืช 11 ชนิด ในการยับยั้งการเจริญของเส้นใยของเชื้อรา *Alternaria brassicicola* บนอาหารเลี้ยงเชื้อ PDA ผสมน้ำมันหอมระเหย พบว่าน้ำมันหอมระเหยจากตะไคร้หอม ตะไคร้ต้น และเปปเปอร์มิ้นต์ที่ความเข้มข้น 1,000 ppm และ 2,000 ppm สามารถยับยั้งการเจริญของเส้นใยของเชื้อราสาเหตุได้ 100 % และยังพบว่าน้ำมันตะไคร้หอมและตะไคร้ต้นสามารถช่วยลดการติดเชื้อของเมล็ด เพิ่มเปอร์เซ็นต์ความงอกของเมล็ด ความงอกโผล่พ้นดิน ต้นกล้าปกติ ความยาวราก น้ำหนักสด และน้ำหนักแห้งของต้นกล้ากะหล่ำปลีได้ดี

สายชล (2548) ทำการทดสอบประสิทธิภาพของน้ำมันหอมระเหยจากพืช 5 ชนิด ในการยับยั้งการเจริญของเชื้อรา *F. moniliforme* บนอาหารเลี้ยงเชื้อ PDA ผสมน้ำมันหอมระเหย พบว่าน้ำมันหอมระเหยจากกานพลู อบเชยและเจอราเนียมที่ความเข้มข้น 400, 500 และ 1,400 ppm สามารถยับยั้งการเจริญของเส้นใยของเชื้อราสาเหตุได้ 100 % และเมื่อนำน้ำมันหอมระเหยจากพืชทั้ง 3 ชนิดไปแช่เมล็ดเพื่อทดสอบประสิทธิภาพต่อความงอกของเมล็ด ต้นกล้าปกติ และการเจริญของต้นกล้า พบว่ามีเพียงน้ำมันหอมระเหยจากกานพลูเท่านั้นที่ให้ผลดีที่สุด

การควบคุมโรคพืชโดยการใช้สารชีวภัณฑ์

การนำจุลินทรีย์มาใช้เพื่อป้องกันกำจัดโรคพืชนั้น เป็นวิธีการที่นำผลจากปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นตามธรรมชาติซึ่งตามปกติจะมีการควบคุมปริมาณของสิ่งมีชีวิตชนิดต่างๆ ด้วยกันเองอยู่แล้ว การศึกษาและค้นคว้ามีเพิ่มขึ้นเมื่อผลของสารเคมีที่ใช้ในปัจจุบัน เพื่อการป้องกันกำจัดโรคพืช ทำให้เกิดมีผลตกค้างเป็นพิษต่อสภาพแวดล้อม ตลอดจนเชื้อโรคพืชเองสามารถปรับตัวต่อต้านหรือดื้อต่อสารเคมีป้องกันกำจัดโรคพืช กลุ่มของเชื้อราที่นำมาศึกษาเพื่อการป้องกันกำจัดนั้น ส่วนใหญ่จะเป็นเชื้อราในดินและโดยเฉพาะกลุ่มที่มีคุณสมบัติเป็น saprophytic behavior คือ สามารถดำรงชีวิตอยู่ได้โดยอาศัยเศษซากสิ่งมีชีวิตที่ตายแล้วเป็นอาหาร ตัวอย่างเช่น ใน genera *Trichoderma*, *Penicillium*, *Chaetomium*,

Actinomyces เป็นต้น คุณลักษณะของเชื้อราที่นิยมนำมาทดลองใช้ส่วนใหญ่มีการเจริญเติบโตอย่างรวดเร็วมีคุณสมบัติของการสร้าง toxin หรือ enzyme ซึ่งสามารถฆ่าทำลายเชื้อราอื่นๆ โดยเฉพาะอย่างยิ่งเชื้อราสาเหตุโรคพืช นอกจากนั้นยังมีคุณสมบัติในการเป็นปรสิต (parasite) อีกด้วย ตัวอย่างของเชื้อราที่มีผู้นิยมใช้กันมากเพื่อศึกษาและเพื่อป้องกันกำจัดเชื้อราสาเหตุโรคพืช เช่น ใน genus *Trichoderma* ซึ่งประกอบด้วยสปีชีส์ต่างๆ เช่น *T. harzianum*, *T. viride*, *T. hamatum* เป็นต้น เชื้อราตระกูลนี้มีคุณสมบัติครบถ้วนในการเป็นปฏิปักษ์ที่ดีกล่าวคือ สามารถสร้าง toxin, enzyme และเป็นปรสิตโดยตรงแล้วแต่สปีชีส์ ในต่างประเทศเชื้อรา *Trichoderma* ได้มีการศึกษากันอย่างกว้างขวาง โดยมีการนำเชื้อราดังกล่าวมาใช้ในรูปแบบต่างๆ เช่น การคลุกดินก่อนปลูก การคลุกเมล็ด รวมทั้งการใส่ลงดินหลังปลูก เชื้อปฏิปักษ์สามารถแยกได้จากดินเพาะปลูกทั่วไป ดินบริเวณรอบรากพืช (rhizosphere) ดินบริเวณผิวรากพืช (rhizoplane) หรือจากตัวอย่างพืชปกติและพืชที่เป็นโรค โดยเฉพาะอย่างยิ่งเชื้อปฏิปักษ์ที่ขึ้นอยู่บนเชื้อสาเหตุ เช่น เชื้อ *Trichoderma* ที่ขึ้นอยู่บนเม็ด sclerotium (ศิริพงษ์ และรัศมี, 2539)

การใช้เชื้อราปฏิปักษ์มาควบคุมโรคพืชที่เกิดจากเชื้อราต่างๆ อย่างได้ผลในรูปแบบของการคลุกเมล็ดก่อนปลูกพืช มีรายงานการใช้เชื้อรา *T. hamatum* ควบคุมเชื้อรา *R. solani* ของเมล็ดถั่วแขกและพบว่าสามารถลดการเกิดโรคได้ ร้อยละ 36 – 65 ในเรือนกระจกและเมื่อนำสารแขวนลอยสปอร์ของเชื้อรา *T. viride* มาเคลือบเมล็ด สามารถป้องกันอาการเน่าคอดิน (damping-off) ของระยะก่อนงอกของต้นกล้าได้และเมื่อคลุกเมล็ดมัสตาร์ดด้วย *T. viride* และ *Penicillium fregnentans* สามารถป้องกันการเข้าทำลายต้นกล้าจากเชื้อ *Pythium* spp. ได้ (Chang and Thor, 1968) Mew and Kommedahl (1972) รายงานว่าการคลุกเมล็ดข้าวโพดด้วยสปอร์ของ *Chaetomium globosum* ทำให้เปอร์เซ็นต์การเกิดโรคจากเชื้อ *Fusarium* sp. และ *Penicillium* sp. ลดลงจาก 60 เปอร์เซ็นต์เหลือ 9 เปอร์เซ็นต์ Yeh and Sinclair (1980) รายงานว่าได้แยกเชื้อ *C. cupreum* จากเมล็ดถั่วเหลือง นำมาทดสอบกับเชื้อรา *Fusarium* sp., *Macrophomina phaseolina*, *Phomopsis* sp. และ *Rhizoctonia solani* โดยวิธี dual culture พบว่าเชื้อรา *C. cupreum* มีประสิทธิภาพในการยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อราดังกล่าวได้

Gohil and Vola (1996) ศึกษาผลของจุลินทรีย์ต่อการเจริญของเชื้อรา *F. moniliforme* โดยใช้แบคทีเรีย 4 ไอโซเลท ผลการทดสอบพบว่าสามารถยับยั้งโรคเหี่ยวในอ้อยได้ เชื้อราปฏิปักษ์จะขึ้นปกคลุมและทำให้เชื้อสาเหตุยุบตัวลง Pristchepa *et al.* (2002) ได้รายงานว่า lignorin เป็นสารกำจัดเชื้อราที่ผลิตได้จากเชื้อ *Trichoderma harzianum* s-4 ซึ่งมีประสิทธิภาพในการควบคุมเชื้อรา *Botrytis cinerea*, *F. moniliforme*, *F. oxysporum* และ *F. solani* พบว่าเมื่อ *T. harzianum* ใช้คลุกเมล็ดแล้วหว่านจะช่วยเพิ่มเปอร์เซ็นต์ความงอก สำหรับการทดสอบ lignorin ในแปลงปลูกแตงกวาพบว่าให้ผลยับยั้ง 15.9-22.1 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งมีความแตกต่างจากชุดควบคุมอย่างมีนัยสำคัญ

ส่วนในประเทศไทยมีผู้ศึกษาเกี่ยวกับเชื้อราปฏิปักษ์ด้วย โดยเกษม (2533) รายงานว่าเมื่อนำจุลินทรีย์ปฏิปักษ์ ได้แก่ *C. globosum*, *C. cochiodea* และ *C. cupreum* ทั้งโดยการใช้สปอร์คลุกเมล็ดข้าวและใช้สารสกัดจากจุลินทรีย์ปฏิปักษ์พบว่าสามารถควบคุมเชื้อราสาเหตุของโรคติดต่อทางเมล็ดพันธุ์

ของข้าวได้หลายชนิด อาทิเช่น *Pyricularia oryzae*, *Fusarium moniliforme*, *Bipolaris oryzae*, *Curvularia lunata*, *Rhizoctonia oryzae* และ *Rhizoctonia solani* ได้เป็นผลสำเร็จ

ชนินทร (2545) ได้ทำการคัดเลือกเชื้อราเอนโดไฟต์ 50 ไอโซเลทจากต้นข้าว เพื่อทำการทดสอบความสามารถในการยับยั้งการเจริญของเชื้อรา *F. moniliforme* โดยวิธี dual culture พบว่าเชื้อราเอนโดไฟต์ในข้าวนั้นสามารถยับยั้งการเจริญของเชื้อรา *F. moniliforme* ได้ในช่วง 44.54-58.76 เปอร์เซ็นต์ และเมื่อนำเมล็ดข้าวที่เคลือบด้วยเชื้อราเอนโดไฟต์ปลูกในดิน พบว่าเมล็ดข้าวมีความงอกสูงกว่าเมล็ดข้าวในชุดควบคุม

จวงจันทร์ (2546) ได้นำเชื้อราปฏิปักษ์ Trichoderma 3 isolates ที่แยกได้จากเมล็ดข้าวและ *Gliocladium virens*, *T. harzianum* รวมทั้ง *T. viride* มาทดสอบกับเชื้อรา *F. moniliforme* พบว่า เชื้อปฏิปักษ์ทั้งหมดสามารถยับยั้งการเจริญของเชื้อรา *F. moniliforme* ได้ในช่วง 48.76-52.19 เปอร์เซ็นต์ สำหรับการใช้สารชีวภัณฑ์ในการคลุกเมล็ดได้แก่ Unigreen, Trisan และ Larminar พบว่าเมื่อใช้สาร Larminar อัตรา 20 กรัม/เมล็ดพันธุ์ 1 กก. สามารถควบคุมปริมาณของเชื้อ F. moniliforme ได้ดีที่สุดและให้ผลแตกต่างจากชุดควบคุม สำหรับ Trisan และ Unigreen ทุกอัตราตรวจพบปริมาณเชื้อไม่ต่างจากชุดควบคุม

การใช้สารกำจัดเชื้อราในการควบคุมโรคพืช

เป็นการ treat เมล็ดด้วยสารเคมี ซึ่งเป็นวิธีการที่เกษตรกรทั่วไปทำกันอยู่ ในสมัยก่อนมีสารประกอบพวกสารปรอท เช่น Ceresan ใช้กันอย่างแพร่หลายเพราะมีประสิทธิภาพในการฆ่าเชื้อราที่ติดมากับเมล็ดพันธุ์มากกว่าสารอื่นๆ แต่ต่อมาพบว่าปรอททำให้เกิดมลภาวะและเป็นพิษต่อสัตว์เลือดอุ่น บางประเทศจึงมีประกาศห้ามใช้ ปัจจุบันมีการหันมาใช้สารอินทรีย์ที่มีกำมะถันเป็นองค์ประกอบซึ่งมีพิษต่อสัตว์เลือดอุ่นน้อยกว่าพวกแรก แต่ประสิทธิภาพในการฆ่าเชื้อโรคแคบกว่า เช่น thiram ส่วนประกอบอื่นๆ ที่นิยมใช้เป็นยาฆ่าเชื้อที่ติดมากับเมล็ดพันธุ์ ได้แก่ dichlone, PCNB, captan เป็นต้น ส่วนสารเคมีที่เป็น systhemic fungicide ที่ใช้ได้ผลดีคือ benomyl และ carboxin ส่วนสารเคมีที่เป็นยาปฏิชีวนะที่ใช้กันมากในการฆ่าเชื้อแบคทีเรียที่ติดมากับเมล็ดได้แก่ streptomycin

Marchetti และ Peterson (1984) พบว่า เชื้อ *B. oryzae* เป็นเชื้อสาเหตุโรคเมล็ดด่างของข้าวและจากการใช้สาร benomyl ไม่ให้ผลในการควบคุมการเกิดโรคได้ แต่สาร propiconazole สามารถควบคุมอาการของโรคใบจุดสีน้ำตาลบนใบและโรคเมล็ดด่างได้

Gopinath และ Shetti (1994) ได้ทำการทดลองโดยใช้สารเคมีทั้งหมด 8 ชนิดในการควบคุมเชื้อรา *Fusarium* spp. บนเมล็ดข้าวฟ่าง พบว่า Bavistin (carbendazim) เป็นสารที่มีประสิทธิภาพดีที่สุด รองลงมาได้แก่ Delsan, Topsin (thiophanate), Bayton (triadimino), Benlate (benomyl), Brassicol (quintozene), Captan และ thiram แต่ยกเว้นเชื้อ *F. moniliforme* ซึ่งสารที่สามารถควบคุมเชื้อชนิดนี้ได้ดีที่สุดคือ Delsan

ในประเทศไทย อรุณีและคณะ (2518) ได้ทำการทดสอบประสิทธิภาพของสารเคมีบางชนิดที่ใช้ในการคลุกเมล็ดข้าวเพื่อป้องกันกำจัดโรคที่ติดมากับเมล็ดข้าว โดยนำเมล็ดข้าวคลุกกับสารเคมีชนิดต่าง ๆ ในอัตรา 3 % แล้วเก็บในขวดทุก ๆ 1 เดือน นำออกมาตรวจสอบบนอาหาร PDA หาเปอร์เซ็นต์ความงอก และเปอร์เซ็นต์ของปริมารเชื้อรา พบว่า Benlate 20 % และ Dithane M-45 มีประสิทธิภาพในการป้องกันกำจัดโรคได้ดี แต่มีผลทำให้อัตราการงอกสูญเสียไป ในปี 2543 ศิริพรได้ทำการศึกษาประสิทธิภาพของสารเคมีกับเชื้อรา *Curvularia* sp. และ *Fusarium* sp. ที่ติดมากับเมล็ดพันธุ์ข้าวจำนวน 4 พันธุ์ คือ กข.6 เหนียวสันป่าตอง ข้าวญี่ปุ่นพันธุ์ TCC 12 นาปรัง และ TCC 12 นาปี พบว่า Benlate OD สามารถควบคุมการเจริญของเชื้อ *Curvularia* sp. ได้ดีที่สุด รองลงมาคือ Captan และ Delsene MX สำหรับเชื้อ *Fusarium* sp. สารเคมีที่สามารถควบคุมการเจริญของเชื้อได้ดีที่สุดคือ Delsene MX และ Benlate OD

จุฑารัตน์ (2544) ศึกษาประสิทธิภาพของสารเคมีกับเชื้อราที่ติดมากับเมล็ดข้าวพันธุ์ กข.6 พบว่า Systhane – F มีประสิทธิภาพในการยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อราที่ติดมากับเมล็ดข้าวได้ดีที่สุด รองลงมาคือ Captan ซึ่งยังพบอีกว่า Captan สามารถช่วยเพิ่มความงอกให้แก่เมล็ดข้าวได้ดีที่สุดอีกด้วย ในปี 2545 ชัยรัตน์ได้ทำการทดสอบประสิทธิภาพของสารเคมีที่มีผลต่อการยับยั้งการเจริญของเชื้อรา *Curvularia* sp. และ *Fusarium* sp. ที่ติดมากับเมล็ดพันธุ์ข้าวจำนวน 2 พันธุ์ คือ ข้าวญี่ปุ่นพันธุ์ TCC 7 และ TCC 8 พบว่า mancozeb ในทุกความเข้มข้นสามารถยับยั้งเชื้อรา Curvularia sp. ได้ 100 % รองลงมาคือ captan, chlorothalonil, benomyl และ carbendazim ตามลำดับ ส่วนเชื้อ Fusarium sp. พบว่า mancozeb, chlorothalonil, benomyl และ carbendazim สามารถยับยั้งการเจริญของเส้นใยของเชื้อราได้ 100 % ในทุกความเข้มข้น ส่วน captan ให้ผลได้ไม่ดีเท่าที่ควร

อุปกรณ์และวิธีการ

1. การตรวจหาชนิดและปริมาณของเชื้อราที่ติดมากับเมล็ดพันธุ์ข้าวไร่พันธุ์ต่าง ๆ

เมล็ดพันธุ์ข้าวไร่ที่นำมาทดลองเป็นเมล็ดพันธุ์ที่ได้จากมูลนิธิโครงการหลวง นำเมล็ดพันธุ์ข้าวไร่นี้มาทำการตรวจหาชนิดและปริมาณของเชื้อราที่ติดมากับเมล็ดโดยวิธีเพาะบนกระดาษชื้น (Blotter method) ตามมาตรฐานสากลของ International seed Testing Association (ISTA, 1976)

สุ่มเมล็ดพันธุ์ข้าวมาจำนวนหนึ่ง นำไปเพาะบนกระดาษชื้นโดยใช้กระดาษกรอง Whatman เบอร์ 1 จำนวน 1 แผ่น วางบนกระดาษฟางขนาดเท่ากันจำนวน 3 แผ่น นำไปจุ่มน้ำกลั่นให้ชุ่ม แล้ววางบนจานเลี้ยงเชื้อ (Petri-dish) (ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 9 เซนติเมตร) นำเมล็ดข้าววางในจานเลี้ยงเชื้อที่เตรียมไว้ จำนวน 20 เมล็ด/ 1 จานเลี้ยงเชื้อ จำนวน 4 ซ้ำๆ ละ 100 เมล็ด นำเมล็ดที่เพาะนี้ไปบ่มเชื้อที่อุณหภูมิห้อง (30$\pm$2°C) เป็นเวลานาน 7 วัน จากนั้นนำมาตรวจหาชนิดและปริมาณของเชื้อราที่เจริญบนเมล็ดภายใต้กล้อง Stereomicroscope ทำการจำแนกชนิดของเชื้อราแต่ละชนิดภายใต้กล้อง Compound microscope

2. ทดสอบความสามารถในการทำให้เกิดโรคของเชื้อรา *Fusarium moniliforme*

ทำการศึกษาความสามารถในการทำให้เกิดโรคของเชื้อรา *F. moniliforme* โดยการปลูกเชื้อบนเมล็ด (seed inoculation) สามารถเตรียมโดยใช้สารแขวนลอยสปอร์ (spore suspension) ของเชื้อรา *F. moniliforme* ที่แยกได้จากเมล็ดพันธุ์ข้าว โดยเลี้ยงเชื้อ *F. moniliforme* บริสุทธิ์ บนอาหาร PDA อายุ 7 วัน เทน้ำกลั่น 10 มิลลิลิตรลงไปในจานอาหาร แล้วใช้แผ่นสไลด์ที่ลนไฟฆ่าเชื้อขูดสปอร์ที่เจริญบนอาหารมากรองด้วยผ้าขาวบางพับ 2 ชั้น ที่รองรับด้วยบีกเกอร์ แล้วนำไปนับจำนวน สปอร์ด้วย haemacytometer โดยปรับความเข้มข้นของสปอร์ให้อยู่ในช่วงประมาณ 1 x 10^6–1 x 10^7 spores/ml. เมื่อได้ความเข้มข้นตามต้องการแล้ว นำเมล็ดข้าวมาแช่ใน 0.1 % sodium hyperchlorite นาน 2-3 นาที แล้วล้างด้วยน้ำกลั่น 2-3 ครั้ง นำเมล็ดที่ได้ไปแช่ในสปอร์แขวนลอยที่เตรียมไว้โดยแช่เมล็ดไว้นานประมาณ 1 ชั่วโมง จากนั้นนำเมล็ดมาซับด้วยกระดาษกรองที่สะอาดแล้วผึ่งให้แห้งนาน 12 ชั่วโมง แบ่งเมล็ดออกเป็น 2 ส่วน ส่วนแรกนำเมล็ดไปเพาะบนกระดาษชื้นและส่วนที่สองนำไปเพาะในดินอบฆ่าเชื้อ โดยแบ่งเมล็ดเป็น 4 ซ้ำ ๆ ละ 400 เมล็ด ตรวจผลเปอร์เซ็นต์ความงอก การติดเชื้อของเมล็ดและต้นกล้าปกติจากการเพาะบนกระดาษชื้น เปอร์เซ็นต์ความงอกในแปลง และต้นกล้าผิดปกติจากการเพาะในดินอบฆ่าเชื้อ

3. การทดสอบประสิทธิภาพของน้ำมันหอมระเหยต่อการเจริญของเชื้อราสาเหตุโรคและผลต่อความงอกของเมล็ดและการเจริญของต้นกล้า

3.1 ศึกษาผลต่อการยับยั้งการเจริญของเส้นใยของเชื้อรา *Fusarium moniliforme* บนอาหาร PDA ผสมน้ำมันหอมระเหย

นำน้ำมันหอมระเหย 2 ชนิดคือ กานพลูและอบเชยมาผสมกับอาหารโดยใช้ micropipette ดูดน้ำมันหอมระเหยแต่ละชนิดปริมาตร 10, 20, 30, 40 และ 50 ไมโครลิตร ได้ความเข้มข้นเป็น 100, 200, 300, 400 และ 500 ppm ส่วนน้ำมันหอมระเหย อีก 10 ชนิดคือ เจอร์ราเนียม เบอร์กามอต พริกไทยดำ ยูคาลิปตัส ลาเวนเดอร์ มะนาว มาร์จอแรม โรสแมรี่ เสจ และกระดังงา ความเข้มข้น 500, 1,000, 1,500, 2,000, 2,500, 3,000, 3,500, 4,000, 4,500 และ 5,000 ppm โดยใช้ micropipette ดูดน้ำมันหอมระเหยแต่ละชนิดปริมาตร 50, 100, 150, 200, 250, 300, 350, 400, 450 และ 500 ไมโครลิตร ผสมในอาหาร PDA ปริมาตร 100 มิลลิลิตร เทลงในจานอาหาร จานละ 20 มิลลิลิตร โดยทำกรรมวิธีละ 5 ซ้ำ แล้วย้ายชิ้นวุ้นของเชื้อราลงตรงกลางจานอาหาร บันทึกผลขนาดโคโลนีของเชื้อราอายุ 10 วันของทุกซ้ำไปคำนวณหาเปอร์เซ็นต์การยับยั้งการเจริญของเชื้อราโดยใช้สูตร

$$\text{การยับยั้ง (\%)} = \frac{\text{เส้นผ่านศูนย์กลางโคโลนีชุดควบคุม} - \text{เส้นผ่านศูนย์กลางโคโลนีชุดทดลอง}}{\text{เส้นผ่านศูนย์กลางโคโลนีชุดควบคุม}} \times 100$$

จากนั้นนำค่าเปอร์เซ็นต์การยับยั้งของแต่ละซ้ำ นำไปวิเคราะห์เปรียบเทียบความแตกต่างทางสถิติ โดยวิธี Split plot design

3.2 ศึกษาผลต่อการงอก การเจริญเติบโต การเกิดโรคในระยะต้นกล้า

นำน้ำมันหอมระเหยแต่ละชนิดไปทำ suspension โดยใช้ความเข้มข้น 1 ไมโครลิตร/ มิลลิลิตร นำ suspension ของน้ำมันหอมระเหยแต่ละชนิดปริมาตร 10 มิลลิลิตร ผสมกับ spore suspension ของเชื้อรา *F. moniliforme* ปริมาตรเท่ากัน นำเมล็ดไปแช่ใน suspension นาน 2 ชั่วโมง แล้วผึ่งเมล็ดให้แห้ง แบ่งเมล็ดออกเป็น 2 ส่วนเท่าๆ กัน ส่วนที่ 1 นำไปเพาะบนกระดาษชื้น กรรมวิธีละ 400 เมล็ด โดยแบ่งเป็น 4 ซ้ำ ๆ ละ 100 เมล็ด จากนั้นทำการตรวจหาปริมาณของเชื้อรา *F. moniliforme* บนเมล็ดที่เพาะบนกระดาษชื้น ความงอกของเมล็ดในจานทดลอง และในส่วนที่ 2 ทำการตรวจหาความงอกในแปลง ต้นกล้าผิดปกติ ความยาวลำต้น ความยาวราก น้ำหนักสด และน้ำหนักแห้งจากการเพาะเมล็ดในดินอบฆ่าเชื้อ

4. การทดสอบประสิทธิภาพของสารกำจัดเชื้อรา (fungicide) และสารชีวภัณฑ์ (biological fungicide) เพื่อควบคุมเชื้อรา *Fusarium moniliforme*

4.1 การทดสอบความสามารถในการควบคุมเชื้อรา *Fusarium moniliforme* โดยสารกำจัดเชื้อรา

- สารกำจัดเชื้อราที่ใช้มีดังนี้

ชื่อสามัญ	ชื่อการค้า	สารออกฤทธิ์
1. benomyl	Benlate OD	methyl -1- (butyl cavomoyl)-2-benzimidazole-2-ylcarbamate 50 % WP
2. macozeb	Dithane M-45	manganese ethylenebis (dithiocarbamate) polymeric complex with zinc salt 80 % WP
3. captan	Orthocide	N-(trichloromethylthio) cyclohex-4-ene-1, 2-dicarboximide) 50 % WP
4. thyram	Thysan	tetramethylenethiuram disulfide 80 % WP

อัตราความเข้มข้นที่ใช้ 3 อัตรา คือ ต่ำกว่าอัตราแนะนำ 0.25 เท่า, ต่ำกว่าอัตราแนะนำ 0.5 เท่า และอัตราแนะนำตามฉลาก ดังนี้

	ระดับความเข้มข้น (ppm)
1. Benlate OD	187.5, 375, 750 ppm
2. Dithane M-45	150, 300, 600 ppm
3. Orthocide 50	187.5, 375, 750 ppm
4. Thysan	150, 300, 600 ppm

4.1.1 การทดสอบการควบคุมเชื้อรา *Fusarium moniliforme* โดยใช้สารกำจัดเชื้อราบนอาหาร PDA

นำ stock solution ของสารกำจัดเชื้อราแต่ละชนิดในแต่ละความเข้มข้นปริมาตร 10 มิลลิลิตร ผสมกับอาหาร PDA ปริมาตร 150 มิลลิลิตรที่นึ่งฆ่าเชื้อแล้วและหลอมจนกระทั่งอาหารอุ่นและยังไม่แข็งตัว ผสมให้เข้ากันจากนั้นเทลงในจานอาหารเลี้ยงเชื้อจานละ 16 มิลลิลิตร แล้วย้ายชิ้นวุ้นของเชื้อราลงตรงกลางจานอาหารโดยทำกรรมวิธีละ 5 ซ้ำ บันทึกผลขนาดโคโลนีของเชื้อราอายุ 10 วันของทุกซ้ำไปคำนวณหาเปอร์เซ็นต์การยับยั้งการเจริญของเชื้อราโดยใช้สูตร

$$\text{การยับยั้ง (\%)} = \frac{\text{เส้นผ่านศูนย์กลางโคโลนีชุดควบคุม} - \text{เส้นผ่านศูนย์กลางโคโลนีชุดทดลอง}}{\text{เส้นผ่านศูนย์กลางโคโลนีชุดควบคุม}} \times 100$$

จากนั้นนำค่าเปอร์เซ็นต์การยับยั้งของแต่ละซ้ำ นำไปวิเคราะห์เปรียบเทียบความแตกต่างทางสถิติ โดยวิธี Split plot design

4.1.2 การศึกษาผลของสารกำจัดเชื้อราต่อการเข้าทำลายเมล็ด ความงอกของเมล็ด และการเกิดโรค

เตรียม suspension ของสารกำจัดเชื้อราแต่ละชนิด ในอัตราแนะนำ จากนั้นดูด suspension ของสารกำจัดเชื้อราปริมาตร 10 มิลลิลิตร ผสมกับ spore suspension ของเชื้อรา *F. moniliforme*ปริมาตรเท่ากัน นำเมล็ดแช่ใน suspension ดังกล่าวนาน 2 ชั่วโมง จากนั้นผึ่งเมล็ดให้แห้ง แบ่งเมล็ดออกเป็น 2 ส่วนเท่าๆ กัน ส่วนที่ 1 นำไปเพาะบนกระดาษชื้น กรรมวิธีละ 400 เมล็ด โดยแบ่งเป็น 4 ซ้ำ ๆ ละ 100 เมล็ด จากนั้นทำการตรวจหาปริมาณของเชื้อรา *F. moniliforme* บนเมล็ดที่เพาะบนกระดาษชื้น ความงอกของเมล็ดในจานทดลอง และในส่วนที่ 2 ทำการตรวจหาความงอกในแปลง ต้นกล้าผิดปกติ ความยาวลำต้น ความยาวราก น้ำหนักสด และน้ำหนักแห้งจากการเพาะเมล็ดในดินอบฆ่าเชื้อ จากนั้นนำข้อมูลทั้งหมดที่ได้ไปเปรียบเทียบความแตกต่างทางสถิติโดยใช้วิธี LSD

กรรมวิธีที่ 1 ชุดควบคุม ไม่ปลูกเชื้อ ไม่คลุกสารเคมี
กรรมวิธีที่ 2 ชุดควบคุม ปลูกเชื้อ ไม่คลุกสารเคมี
กรรมวิธีที่ 3 ปลูกเชื้อ คลุกสาร Benlate OD
กรรมวิธีที่ 4 ปลูกเชื้อ คลุกสาร Dithane M-45
กรรมวิธีที่ 5 ปลูกเชื้อ คลุกสาร Orthocide 50
กรรมวิธีที่ 6 ปลูกเชื้อ คลุกสาร Thysan

4.2 การทดสอบความสามารถในการควบคุมเชื้อรา *F. monliforme* โดยสารชีวภัณฑ์

สารชีวภัณฑ์ที่ใช้มีดังนี้

Trade name	**Active ingredient**
1. Trisan	*Trichoderma viride* และ *T. harzianum*
2. Larminar	*Bacillus subtilis*
3. Unigreen UN-1	*T. harzianum*
4. Chaetomium	*Chaetomium cupreum*

ทำการสุ่มเมล็ดพันธุ์มาจำนวนหนึ่ง แบ่งเป็นแต่ละกรรมวิธี ๆ ละ 400 เมล็ด แล้วทำการปลูกเชื้อตามวิธีในข้อ 2 โดยมีชุดควบคุม 2 ชุดคือชุดที่ปลูกเชื้อและไม่ปลูกเชื้อ หลังจากผึ่งเมล็ดให้แห้งแล้ว คลุกเมล็ดด้วยสารชีวภัณฑ์แต่ละชนิดในอัตรา 3 กรัมต่อเมล็ด 1 กิโลกรัม ทำการคลุกเมล็ดในถุงพลาสติกโดยใช้มือรวบปากถุงให้ก้นถุงโป่งขึ้น แล้วเขย่าถุงให้เมล็ดคลุกเคล้ากับสารแต่ละชนิดให้ทั่ว ส่วนชุดควบคุมไม่คลุกสารใด ๆ จากนั้นนำเมล็ดพันธุ์ที่คลุกสารและไม่คลุกสารไปทำการเพาะเมล็ดบนกระดาษชื้น (blotter method)

กรรมวิธีที่ 1 ชุดควบคุม ไม่ปลูกเชื้อ ไม่คลุกสารชีวภัณฑ์
กรรมวิธีที่ 2 ชุดควบคุม ปลูกเชื้อ ไม่คลุกสารชีวภัณฑ์
กรรมวิธีที่ 3 ปลูกเชื้อ คลุกสาร Trisan
กรรมวิธีที่ 4 ปลูกเชื้อ คลุกสาร Larminar
กรรมวิธีที่ 5 ปลูกเชื้อ คลุกสาร Unigreen UN-1
กรรมวิธีที่ 6 ปลูกเชื้อ คลุกสาร Chaetomium

โครงการหลวง

ผลการทดลอง

1. การตรวจหาชนิดและปริมาณของเชื้อราที่ติดมากับเมล็ดพันธุ์ข้าวไร่พันธุ์ต่าง ๆ

จากการตรวจหาชนิดและปริมาณของเชื้อราเมล็ดพันธุ์ข้าวทั้ง 8 ชนิด โดยวิธีเพาะบนกระดาษชื้น ได้ผลดังนี้

ในข้าวไร่ลาซอแดง พบว่ามีเชื้อราทั้งหมด 14 ชนิด ในปริมาณที่แตกต่างกัน เชื้อราที่พบมากที่สุด คือ *Bipoaris oryzae* (69.75%) รองลงมาคือ *Phoma* sp. (7.75%), *Curvularia* sp. (7.50%), *Fusarium moniliforme* (4.50%), *F. semitectum* (4.25%), *Fusarium* sp. (3.25%), *Penicillium* sp. (2.25%), *Nigrospora* sp. (1.75%), *F. chlamydospora* (0.75%), *Trichoconis padwickii* (0.75%) และ *Rhisopus* sp. (0.50%) ส่วนเชื้อราที่พบน้อยที่สุด คือ *Cladosporium* sp. และ *Aspergillus glaucus* (0.25%)

ในข้าวไร่สะโง๊ะ พบว่ามีเชื้อราทั้งหมด 11 ชนิด ในปริมาณที่แตกต่างกัน เชื้อราที่พบมากที่สุด คือ *Bipoaris oryzae* (48.75%) รองลงมาคือ *Fusarium* sp. (11.25%), *Phoma* sp. (10.00%), *Nigrospora* sp. (8.00%), *Curvularia* sp. (5.25%), *Trichoconis padwickii* (5.25%), *F. semitectum* (3.25%), *Cladosporium* sp. (2.75%) และ *Fusarium moniliforme* (2.00%) ส่วนเชื้อราที่พบน้อยที่สุด คือ P*enicillium* sp. (2.25%)

ในข้าวไร่ปางอุ๋ง พบว่ามีเชื้อราทั้งหมด 7 ชนิด ในปริมาณที่แตกต่างกัน เชื้อราที่พบมากที่สุด คือ *Bipoaris oryzae* (23.00%) รองลงมาคือ *Phoma* sp. (10.50%), *Fusarium* sp. (9.75%), *F. chlamydospora* (6.00%), *Curvularia* sp. (2.50%) และ N*igrospora* sp. (2.25%) ส่วนเชื้อราที่พบน้อยที่สุด คือ *Cladosporium* sp. (0.75%)

ในข้าวไร่แกน้อย พบว่ามีเชื้อราทั้งหมด 10 ชนิด ในปริมาณที่แตกต่างกัน เชื้อราที่พบมากที่สุด คือ *Phoma* sp. (24.50%) รองลงมาคือ P*enicillium* sp. (4.25%), *Bipoaris oryzae* (3.00%), *Curvularia* sp. (0.75%), *Cladosporium* sp. (0.75%) และ *Trichoconis padwickii* (0.50%) ส่วนเชื้อราที่พบน้อยที่สุด คือ *F. chlamydospora, Nigrospora* sp., *Alternaria* sp. และ *Myrothecium* sp. (0.25%)

ในข้าวไร่หมอกจ๋าม พบว่ามีเชื้อราทั้งหมด 11 ชนิด ในปริมาณที่แตกต่างกัน เชื้อราที่พบมากที่สุด คือ *Trichoconis padwickii* (18.75%) รองลงมาคือ *Fusarium* sp. (10.75%), *Curvularia* sp. (9.25%), *Phoma* sp. (4.50%), *Fusarium moniliforme* (2.50%), *Nigrospora* sp. (2.00%), *Bipoaris oryzae* (1.75%), P*enicillium* sp. (1.25%), *F. semitectum* (1.00%) และ *Cladosporium* sp. (1.00%) ส่วนเชื้อราที่พบน้อยที่สุด คือ *Rhizopus* sp. (0.25%)

ในข้าวสันกำแพง พบว่ามีเชื้อราทั้งหมด 9 ชนิด ในปริมาณที่แตกต่างกัน เชื้อราที่พบมากที่สุด คือ *Curvularia* sp. (36.25%) รองลงมาคือ *Fusarium* sp. (20.75%), *Fusarium moniliforme* (12.50%), *Trichoconis padwickii* (6.75%), *F. semitectum* (6.00%), *Rhizopus* sp. (4.00%), *Nigrospora* sp. (1.00%) และ *Penicillium* sp. (0.75%) ส่วนเชื้อราที่พบน้อยที่สุด คือ *Phoma* sp. (0.25%)

ในข้าวเหนียวแดง พบว่ามีเชื้อราทั้งหมด 4 ชนิด ในปริมาณที่แตกต่างกัน เชื้อราที่พบมากที่สุด คือ *Fusarium* sp. (2.75%) รองลงมาคือ *Curvularia* sp. (0.25%), *A. niger* (0.25%) และ *Penicillium* sp. (0.25%)

ในข้าวซิว พบว่ามีเชื้อราทั้งหมด 5 ชนิด ในปริมาณที่แตกต่างกัน เชื้อราที่พบมากที่สุด คือ *Fusarium* sp. (20.75%)รองลงมาคือ *Curvularia* sp. (0.75%), *Bipoaris oryzae* (0.50%), *Trichoconis padwickii* (0.25%) และ *Penicillium* sp. (0.25%)

โครงการหลวง

ตาราง 1 ชนิดและปริมาณของเชื้อราที่ตรวจพบบนเมล็ดข้าวพันธุ์ต่าง ๆ โดยวิธีเพาะบนกระดาษชื้น (Blotter method)

ชนิดของเชื้อรา	เปอร์เซ็นต์ของเชื้อรา							
	ลาซอแดง	สะโง๊ะ	ปางอุ๋ง	แกน้อย	หมอกจ๋าม	สันกำแพง	เหนียวแดง	ข้าวซิว
Bipolaris oryzae	69.75	48.75	23.00	3.00	1.75	0	0	0.50
Fusarium moniliforme	4.50	2.00	0	0	2.5	12.5	0	0
F. semitectum	4.25	3.25	0	0	1.00	6.00	0	0
F. chamydospora	0.75	0	6.00	0.25	0	0	0	0
Fusarium sp.	3.25	11.25	9.75	0	10.75	20.75	2.75	20.75
Phoma sp.	7.75	10.00	10.50	24.5	4.50	0.25	0	0
Nigrospora sp.	1.75	8.00	2.25	0.25	2.00	1.25	0	0
Cervularia sp.	7.50	5.25	2.50	0.75	9.25	36.25	0.25	0.75
Penicllium sp.	2.25	0.25	0	4.25	1.25	0.75	0.25	0.25
Rhizopus sp.	0.5	0	0	0	0.25	4.00	0	0
Trichoconis padwickii	0.75	5.25	0	0.50	18.75	6.75	0	0.25
Cladosporium sp.	0.25	2.75	0.75	0.75	1.00	1.00	0	0
Aspergillus glaucus	0.25	0	0	0	0	0	0	0
A. niger	0	0	0	0	0	0	0.25	0
Alternaria sp.	0	0	0	0.25	0	0	0	0
Myrothecium sp.	0	0	0	0.25	0	0	0	0
ความงอก	83.75	92.25	82.50	91.75	92.25	84.00	95.25	88.50

ลักษณะของเชื้อราชนิดต่าง ๆ ที่พบบนเมล็ดพันธุ์ข้าว

1. *Alternaria* sp.

บนเมล็ดเชื้อราสร้าง conidia สีน้ำตาลติดต่อกันเป็น chain ยาว ส่วนที่ conidia ต่อกันเป็น chain จะเรียวและใสกว่าส่วนอื่น conidia เกิดบนก้าน conidiophore เป็นแบบตั้งตรงหรือโค้งเล็กน้อย ภายใต้กล้องจุลทรรศน์ conidia มีสีน้ำตาลอ่อน ผนังเรียบ รูปร่างเป็นแบบ obovoid, obclavate, obpyriform มี septa ทั้งแบบตามยาวและตามขวาง โดยการเกิดรอยคอดบริเวณของ septa ส่วนปลายของ conidia มี beak สีอ่อนขนาดสั้นไปจนมีความยาวถึง 1 ใน 3 ของความยาวของ conidia ส่วนปลาย beak มีรูที่จะให้กำเนิด conidia อันใหม่

2. *Aspergillus glaucus*

conidial head เป็นแท่งหลวม ๆ หรือแผ่เป็นวงกลม สีเขียวเข้มหรือเขียวขี้ม้า เชื้อราสร้างโครงสร้างที่เรียกว่า cleistothecium รูปร่างกลมสีเหลือง ภายใน cleistothecium มี asci รูปร่างค่อนข้างกลม ภายใน ascus มี ascospore สีอ่อนใส

3. *Aspergillus niger*

ลักษณะการเจริญบนเมล็ดเชื้อราสร้างกลุ่ม conidial head ที่เห็นเป็นสีน้ำตาลเข้ม-ดำ อาจมีรูปร่างกลมหรือแตกเป็นแฉก ๆ และส่วนใหญ่ขนาดของ conidial head ค่อนข้างใหญ่ ลักษณะภายใต้กล้องจุลทรรศน์ พบ vesicle รูปร่างกลม conidiophore ใสไม่มีสี ส่วน sterigma เป็นแบบสองชั้น conidia รูปร่างกลมสีน้ำตาลเข้ม มีเซลล์เดียว

4. *Bipolaris oryzae*

ลักษณะเชื้อบนเมล็ดมี 2 แบบ คือ

1. mycelium เป็นขนอ่อนปุย ฟู สีเทาดำ ขึ้นปกคลุมบางส่วนหรือทั้งเมล็ด มี conidiophore และ conidia อยู่ทั่วไป
2. mycelium ค่อนข้างน้อย หรือไม่มีเลย conidiophore ตรงหรือโค้งเล็กน้อย สีน้ำตาลเข้มเกือบดำ conidia เกิดแบบ acropleurogenously ลักษณะโค้งปลายเรียวสีเขียวมะกอกหรือน้ำตาลเข้ม

ภายใต้กล้องจุลทรรศน์ conidia รูปร่างแบบกระสวยปลายมน มี 7-11 septa เกือบมองไม่เห็น hilum บางครั้งอาจมองเห็น scar รูปร่างภายนอก bacal cell แบบ papilla-like structure

5. *Cladosporium* sp.

บนเมล็ดพบ colony ลักษณะฟูอ่อนนุ่ม แผ่บนเมล็ด มีสีเขียวมะกอก บางครั้งมีสีน้ำตาล หรือสีเทา conidiophore มีสีน้ำตาลเข้มตั้งตรง conidia สีน้ำตาลอ่อนต่อเป็น chain และอยู่กระจุกที่ intercalary และ terminal ของ conidiophore ภายใต้กล้องจุลทรรศน์ conidiophore มี modose คือ conidiophore โป่งพองออกที่ปลายและระหว่างข้อ conidia รูปร่างทรงกระบอกหัวท้ายมน ผนังเรียบ มีสีใสถึงสีน้ำตาลมะกอก

6. *Curvularia* sp.

บนเมล็ดเชื้อราสร้าง conidiophore สีน้ำตาลเข้มหรือดำเป็นก้านเดี่ยว ๆ หรือเป็นกลุ่ม conidia เกิดที่ปลายและด้านข้างของ conidiophore conidia ผนังเรียบสีน้ำตาลมี 3 septa รูปร่างโค้งตรงกลางใหญ่ มีสีเข้มและเรียวไปทางปลายทั้ง 2 ข้าง ซึ่งมีสีอ่อนกว่าส่วนอื่น

7. *Fusarium* sp.

เชื้อราสร้างเส้นใยสีขาวฟูขึ้นเป็นกลุ่มเล็ก ๆ กระจายทั่วเมล็ด มีการสร้าง conidiophore และ conidia อยู่ภายในกลุ่มเส้นใย ลักษณะภายใต้กล้องจุลทรรศน์ พบว่า มีการสร้าง macroconidia แบบ fusiform โค้งเล็กน้อย ส่วน microcondia รูปไข่ยาวรี

8. *Fusarium chlamydospora*

เชื้อราสร้างเส้นใยสีขาวฟูขึ้นปกคลุมเมล็ด มีการสร้าง conidiophore และ conidia เป็นกลุ่มบาง ๆ อาจเห็นเป็นสีขาวปนเหลืองหรือสีขาวปนชมพู ลักษณะภายใต้กล้อง compound microscope พบว่า เชื้อมีการสร้าง macroconidia รูปร่าง fusiform ใสไม่มีสี มี 3-5 เซลล์ และพบการสร้าง chlamydospore ทั้งใน macroconidia และในเส้นใย และมีการสร้าง microconidia ซึ่งมี 1-2 เซลล์ และแบบมีการสร้างน้อยมาหรือไม่มีเลย

9. *Fusarium moniliforme*

บนเมล็ดพบเส้นใยฟูสีส้มจางหรือสีชมพูอ่อน ลักษณะของ macroconidia จะต่อกันเป็นเส้นยาวใสหรือเป็น false head สังเกตเห็นได้ชัดเจนจากกล้อง stereo นอกจากนี้บางครั้งจะพบ pionote เกิดขึ้น ลักษณะทึบเป็นมัน มีสีส้มหรือสีชมพู (ภาพ 2)ภายใต้กล้องจุลทรรศน์ macroconidia รูปเคียว ส่วนปลายค่อนข้างแหลมที่ปลายด้านหนึ่งจะมีลักษณะโป่งออกมาเป็นหน้าตัดที่ปลาย เรียกว่า foot cell conidia มี septate ใสไม่มีสี ส่วน macroconidia มีลักษณะเป็นเซลล์เดียว ใส ไม่มีสี รูปร่างรี ต่อกันเป็น chain อยู่บน conidiophore (ภาพ 3)

10. *Fusarium semitectum*

เส้นใยสีขาวฟูหรือสีขาวปนส้มปกคลุมทั่วเมล็ด conidiophore จะแตกกิ่งก้านสาขามากมายและจะพบ macroconidia ที่ปลายอย่างชัดเจน ลักษณะเชื้อบนกล้องจุลทรรศน์เห็น macroconidia เป็นรูปเคียวหรือปลายด้านหนึ่งมน อีกปลายแหลมใส ไม่มีสี เกิดที่ปลาย conidiophore และจะมี foor cell เป็นรูปลิ่ม

11. *Myrothecium* sp.

เชื้อราสร้างโครงสร้างที่เรียกว่า sporodochium ลักษณะแบบ shallow xup ซึ่ง conidia สร้างขึ้นเป็นกลุ่มหนาแน่น และมีรูปร่างไม่แน่นอน โดยกลุ่มของ conidia นี้ถูกล้อมรอบด้วยเส้นใยสีขาว ซึ่ง sporodochium อาจเกิดเดี่ยว ๆ หรือรวมกันเป็นกระจุก เมื่อดูภายใต้กล้องจุลทรรศน์พบว่า conidia มี 1 เซลล์ ใสไม่มีสีถึงสีเขียวอ่อน หัวท้ายมน โดย conidia เกิดบน phialide ที่ใสไม่มีสี

12. *Nigrospora* sp.

กลุ่มเส้นใยสีเทาฟู มี conidia เป็นเม็ดกลมสีดำมันสะท้อนแสงติดที่ผิวเมล็ด conidiophore สั้นจนแทบมองไม่เห็น บางครั้งไม่พบกลุ่มเส้นใย ภายใต้กล้องจุลทรรศน์ conidiophore เป็นแบบ micronematous conidiophore สั้น แตกกิ่งก้าน ใส ไม่มีสีจนมีสีน้ำตาลอ่อน conidiophore ผนังเรียบ ต่อจาก conidiophore มี microgenous cell ต่อจาก microgenous cell มี vesicla ใส ไม่มีสี ที่ปลายที conidia รูปร่างกลม มีสีดำ ลักษณะเป็นมันสะท้อนแสง มีเซลล์เดียว

13. *Penicillium* sp.

เชื้อราเจริญอยู่เดี่ยว ๆ หรือรวมกันเป็นกลุ่ม ๆ เห็นเป็นสีเทาอ่อน conidia เจริญอยู่บนส่วนปลายของ phialides ซึ่งเจริญมาจาก conidiophore ของเส้นใยต่าง ๆ ที่เจริญตามผิวของเมล็ด เมื่อมองภายใต้กล้องจุลทรรศน์ เห็นกลุ่ม conidia ที่เจริญต่อกันเป็นลักษณะคล้าย ๆ แปรงทาสี conidia ลักษณะกลม สีเขียวอ่อน ผนังขรุขระเล็กน้อย

14. *Phoma* sp.

พบ pycnidia สีดำเข้ม รูปร่างรีหรือกลม อาจฝังอยู่ใต้ epidermis และอยู่รวมกันเป็นกลุ่มหรือเกิดเดี่ยว ๆ ภายในมี conidia ขนาดเล็กรูปไข่ เป็นเซลล์เดียว ใส ไม่มีสี

15. *Rhizopus* sp.

เชื้อเจริญปกคลุมเมล็ด เชื้อราสร้างเส้นใยและ sporangiophore เรียวยาวสีน้ำตาล อาจเกิดเดี่ยว ๆ หรือเรียวยาวเป็นกลุ่ม ตรงส่วนปลายเป็นที่เกิดของ sporangia รูปร่างกลมหรือเกือบกลม มีสีน้ำตาลดำ ภายในเป็นที่เกิดของ sporangiospore สีเทา รูปร่างแบบ ovoid

16. *Trichoconis padwickii*

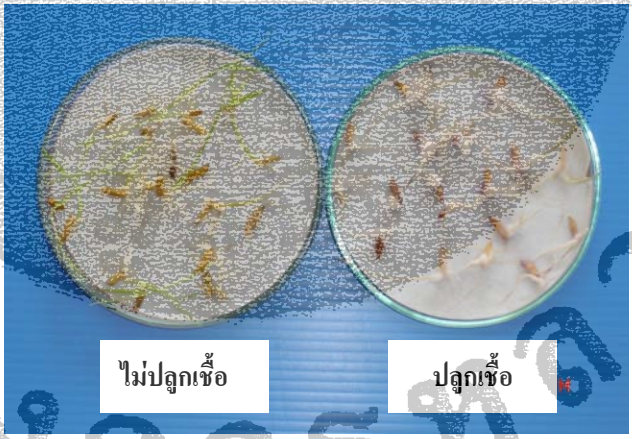
บนเมล็ดพบ mycelium ที่เมื่อยังอ่อนจะไม่มีสีและฟู เมื่ออายุมากขึ้นเส้นใยจะหนาแน่น มีสีเทา พบ conidia จำนวนมากอยู่ปะปนกับเส้นใย โดย conidia จะมีสีเข้มกว่าเส้นใยเล็กน้อย รูปร่างยาวเรียวคล้ายเชื้อรา Alternaria แต่มีหางยาวกว่า (beak) เส้นเล็กยาวต่อจากเซลล์สุดท้าย ไม่มีสี conidia มี 3-5 septa อาจตรงหรือโค้งเล็กน้อย

ภาพ 2 ลักษณะการเจริญของเชื้อรา *Fusarium moniliforme* บนเมล็ดพันธุ์ข้าว

ภาพ 3 ลักษณะ conidia ของเชื้อรา *Fusarium moniliforme* ภายใต้กล้องจุลทรรศน์กำลังขยาย 400 เท่า (A = macroconidia B = microconidia)

2. ทดสอบความสามารถในการทำให้เกิดโรคของเชื้อรา *Fusarium moniliforme*

ผลการทดสอบความสามารถในการเกิดโรค จากการทดลองปลูกเชื้อบนเมล็ด พบว่าบนกระดาษชื้นเมล็ดที่ปลูกเชื้อด้วย *F. moniliforme* มีผลต่อเปอร์เซ็นต์ความงอก ปริมาณเชื้อราบนเมล็ด และต้นกล้าปกติแตกต่างจากชุดควบคุมที่ไม่ปลูกเชื้อ โดยชุดที่ปลูกเชื้อให้เปอร์เซ็นต์ความงอก 81.50 % พบปริมาณเชื้อราบนเมล็ด 100 % และพบว่าต้นกล้าที่งอกนั้นมีต้นกล้าที่เป็นปกติเพียง 51.25 % ซึ่งแตกต่างจากเมล็ดในชุดควบคุมที่ไม่ได้ปลูกเชื้อ คือ มีเปอร์เซ็นต์ความงอก 85.00 % ปริมาณเชื้อราบนเมล็ด 3.25 % และต้นกล้าปกติสูงถึง 94.50 % (ตาราง 2 และภาพ 4) และจากการเพาะเมล็ดบนกระดาษชื้นนี้พบว่า การที่เมล็ดไม่งอกเนื่องจากเชื้อรา *F. moniliforme* เจริญสร้างเส้นใยปกคลุมเมล็ด ทำให้เมล็ดเน่าไม่สามารถงอกได้ ส่วนเมล็ดที่งอกเป็นต้นกล้าพบว่า ต้นกล้ามีอาการผิดปกติ มีลักษณะขาวซีด แคระแกรนจนถึงเน่าเป็นสีน้ำตาล และตายในที่สุด ส่วนการเพาะในดินอบฆ่าเชื้อ พบว่าเมล็ดที่ปลูกเชื้อด้วย *F. moniliforme* ให้เปอร์เซ็นต์ความงอกโผล่พ้นดินเพียง 26.00 % และให้ต้นกล้าปกติเพียง 8.00 % แต่เมล็ดชุดควบคุมที่ไม่ได้ปลูกเชื้อมีเปอร์เซ็นต์ความงอกโผล่พ้นดิน 62.50 % และต้นกล้าปกติ 60.00 % โดยพบว่าในกรรมวิธีปลูกเชื้อที่เมล็ดและเพาะในดินอบฆ่าเชื้อแล้วทั้งสองกรรมวิธี ต้นกล้ามีการเจริญที่ผิดปกติ แคระแกร็น และลำต้นขาวซีด (ตาราง 2 และภาพ 5)



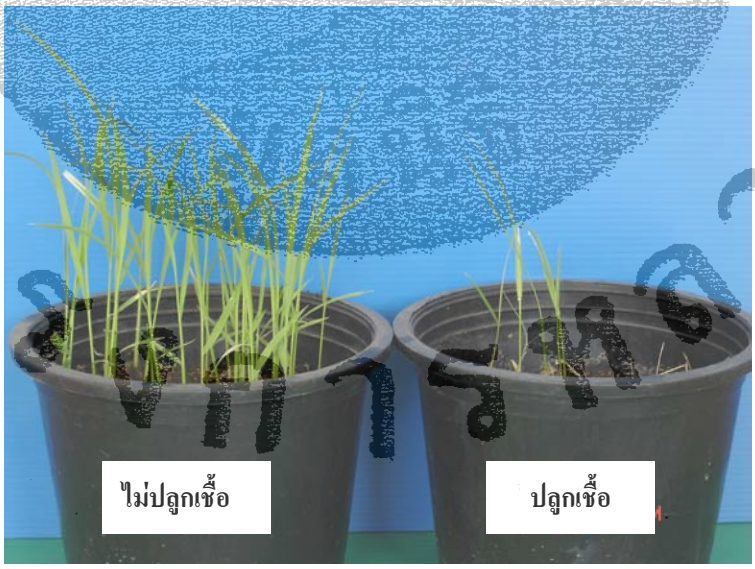
ภาพ 4 ลักษณะของต้นอ่อนข้าวที่ปลูกเชื้อและไม่ปลูกเชื้อด้วยเชื้อรา *Fusarium moniliforme* ที่เมล็ด ทดสอบโดยการเพาะบนกระดาษชื้น

ตาราง 2 เปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์ความงอกของเมล็ด การติดเชื้อของเมล็ด ต้นกล้าปกติ จากการเพาะเมล็ดบนกระดาษชื้น และเปอร์เซ็นต์ความงอกโผล่พ้นดิน ต้นกล้าปกติ จากการเพาะในดินอบที่ฆ่าเชื้อ ของเมล็ดพันธุ์ข้าว หลังจากปลูกเชื้อที่เมล็ดด้วยเชื้อรา *Fusarium moniliforme*

กรรมวิธี	การเพาะบนกระดาษชื้น			การเพาะในดินอบฆ่าเชื้อ	
	ความงอกของเมล็ด (%)[1]	การติดเชื้อของเมล็ด (%)[1]	ต้นกล้าผิดปกติ (%)[2]	ความงอกในแปลง (%)[1]	ต้นกล้าผิดปกติ (%)[2]
ชุดควบคุม (เมล็ดไม่ปลูกเชื้อ)	85.00 a[3]	3.25 b	5.50 b	62.50 a	40.00 b
เมล็ดที่ปลูกเชื้อด้วย *F. moniliforme*	81.75 a	100.00 a	48.75 a	26.00 b	92.00 a
LSD $_{(p=0.05)}$	6.73	2.71	8.04	13.89	13.55
CV (%)	4.66	3.03	17.14	18.45	11.87

[1] ค่าเฉลี่ย 4 ซ้ำ ๆ ละ 100 เมล็ด

[2] ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยตัวอักษรเหมือนกันในแนวตั้งไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % เปรียบเทียบโดยวิธี Least Significant Difference



ภาพ 5 ลักษณะของต้นกล้าข้าวที่ไม่ปลูกเชื้อและปลูกเชื้อด้วยเชื้อรา *Fusarium moniliforme* ที่เมล็ด ทดสอบโดยการเพาะในดินอบฆ่าเชื้อ

3. การทดสอบประสิทธิภาพของน้ำมันหอมระเหยต่อการเจริญของเชื้อรา *Fusarium moniliforme* และผลต่อความงอกของเมล็ดและการเจริญของต้นกล้า

3.1 ศึกษาผลต่อการยับยั้งการเจริญของเส้นใยของเชื้อรา *Fusarium moniliforme* บนอาหาร PDA ผสมน้ำมันหอมระเหย

ผลการทดสอบประสิทธิภาพของน้ำมันหอมระเหยจากพืช 12 ชนิด ได้แก่ น้ำมันกานพลู อบเชย เจอร์ราเนียม เบอร์กามอต พริกไทยดำ ยูคาลิปตัส ลาเวนเดอร์ มะนาว มาร์จอแรม โรสแมรี่ เสจ และกระดังงา ในการยับยั้งการเจริญของเชื้อรา *F. moniliforme* โดยทดสอบเลี้ยงเชื้อราบนอาหาร PDA ผสมน้ำมันหอมระเหยจากพืชแต่ละชนิดในอัตราความเข้มข้นที่แตกต่างกัน คือ ที่ความเข้มข้น 500 – 5000 ppm พบว่าน้ำมันเจอร์ราเนียมให้เปอร์เซ็นต์การยับยั้งการเจริญได้ตั้งแต่ 67 – 100 % รองลงมาคือ มาร์จอแรม (58 - 89%), ลาเวนเดอร์ (43 - 81%), กระดังงา (66 - 80%) และพริกไทยดำสามารถยับยั้งการเจริญได้ตั้งแต่ 61 - 70% ส่วนน้ำมันหอมระเหยชนิดอื่นให้เปอร์เซ็นต์การยับยั้งที่ความเข้มข้น 5000 ppm ต่ำกว่า 70 % (ตาราง 3 และภาพ 6) และที่ความเข้มข้น 100 – 500 ppm พบว่าน้ำมันกานพลูสามารถยับยั้งการเจริญของเชื้อราได้ 100% ที่ความเข้มข้น 400 ppm ส่วนอบเชยนั้นสามารถยับยั้งการเจริญของเชื้อราได้ 100% ที่ความเข้มข้น 500 ppm และจากการที่น้ำมันเจอร์ราเนียมสามารถให้เปอร์เซ็นต์การยับยั้งการเจริญได้ถึง 100 % ที่ความเข้มข้นเพียง 1500 ppm จึงหาความเข้มข้นที่อยู่ระหว่าง 1000 - 1500 ppm โดยเริ่มต้นที่ 1100 –1500 ppm พบว่าให้เปอร์เซ็นต์การยับยั้งที่ 100 % ได้ในความเข้มข้นที่ 1400 ppm (ตาราง 4 และภาพ 7)

ตาราง 3 เปอร์เซ็นต์การยับยั้งการเจริญของเชื้อรา *Fusarium moniliforme* บนอาหาร PDA ผสมน้ำมันหอมระเหยจากพืช 10 ชนิด ที่ความเข้มข้น 10 ระดับ วัดผล 14 วัน

น้ำมันหอมระเหย	เปอร์เซ็นต์การยับยั้งที่ระดับความเข้มข้นต่าง ๆ กัน[1] (ppm)									
	500	**1000**	**1500**	**2000**	**2500**	**3000**	**3500**	**4000**	**4500**	**5000**
Bergamot	0.89	8.00	14.78	16.33	20.11	26.89	31.33	33.00	50.78	57.78
Black pepper	61.67	62.00	62.44	63.11	64.00	65.00	66.67	67.56	69.44	70.78
Eucaliptus	40.67	41.22	41.78	43.44	44.89	45.44	46.89	47.11	47.22	48.33
Geranium	67.22	77.78	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
Larvender	43.78	54.44	57.33	57.56	60.11	60.22	67.44	73.22	78.89	81.67
Lemon	9.89	12.89	17.67	15.89	17.00	17.67	23.11	21.33	23.89	26.00
Marjoram	57.89	60.78	65.22	69.00	74.33	80.56	86.11	87.22	87.89	89.78
Rosemary	1.56	4.22	6.00	10.00	10.22	13.89	19.33	20.89	21.56	33.89
Sage	54.67	54.00	54.78	57.22	57.11	62.00	61.33	64.00	67.67	68.78
Ylang	66.67	68.55	72.44	74.78	74.56	77.11	78.56	78.67	79.78	80.00
Control	0.00									
$LSD_{(p=0.05)}$	5.47									
CVa (%)	19.45									
CVb (%)	9.51									

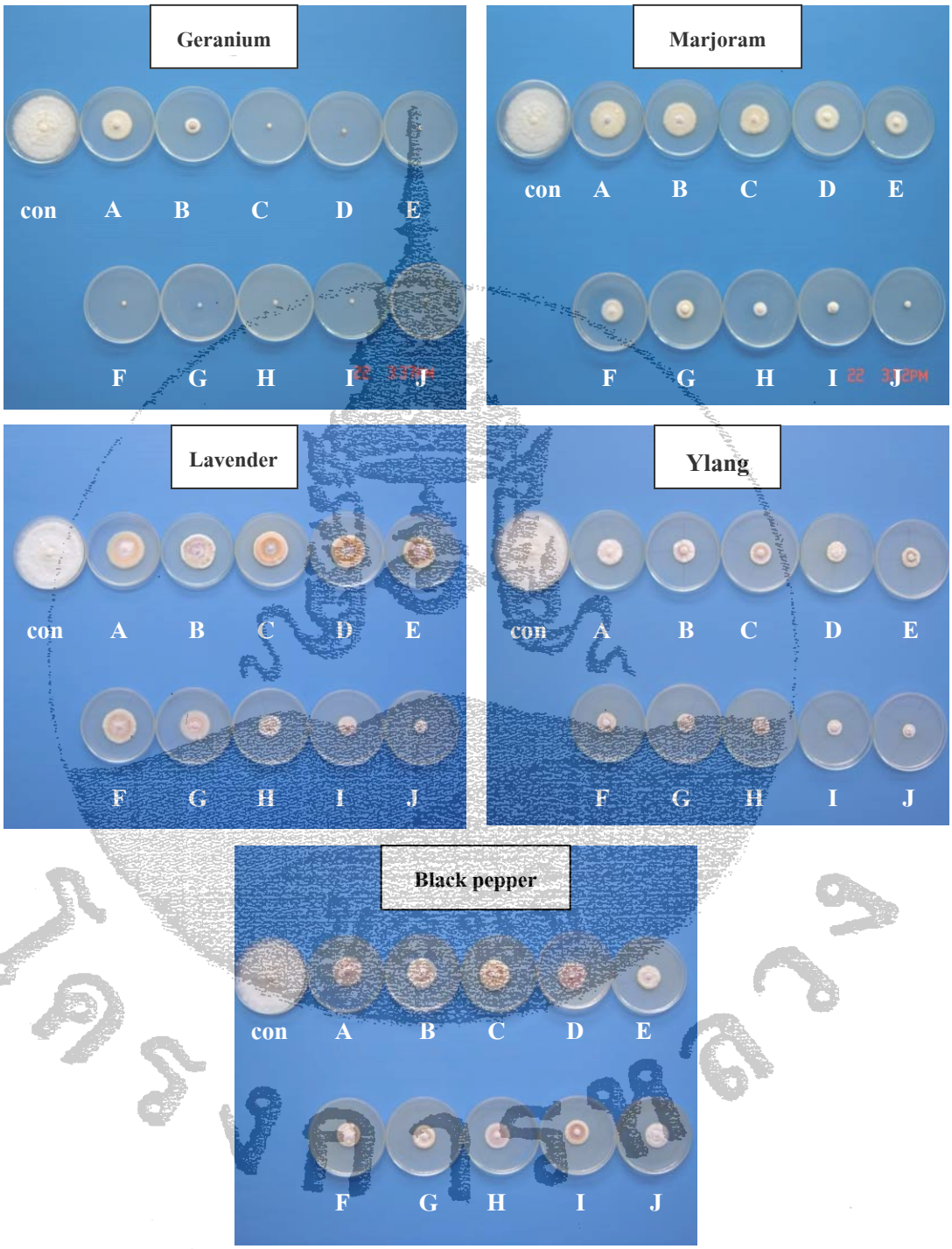
[1] ค่าเฉลี่ยจาก 5 ซ้ำ

ตาราง 4 การยับยั้งการเจริญของเชื้อรา *Fusarium moniliforme* บนอาหาร PDA ผสมน้ำมันหอมระเหยจากพืช 3 ชนิด ที่ความเข้มข้น 5 ระดับ วัดผล 10 วัน หลังเลี้ยงเชื้อ

น้ำมันหอมระเหย	ความเข้มข้น (ppm)	ขนาดของโคโลนี (ซม.)[1]	การยับยั้ง (%)[1]
Clove	100	7.27 b[2]	19.22 g[2]
	200	6.93 b	23.44 g
	300	0.88 g	90.22 b
	400	0.00 h	100.0 a
	500	0.00 h	100.0 a
Cinnamon	100	7.31 b	18.78 g
	200	6.27 c	30.33 f
	300	4.60 d	48.89 e
	400	3.41 e	62.11 d
	500	0.00 h	100.0 a
Geranium	1,100	1.82 f	79.78 c
	1,200	1.79 f	80.11 c
	1,300	1.36 fg	84.89 bc
	1,400	0.00 h	100.0 a
	1,500	0.00 h	100.0 a
Control		9.00 a	0.00 h
LSD $_{(p=0.05)}$		0.59	6.57
CV (%)		14.49	8.10

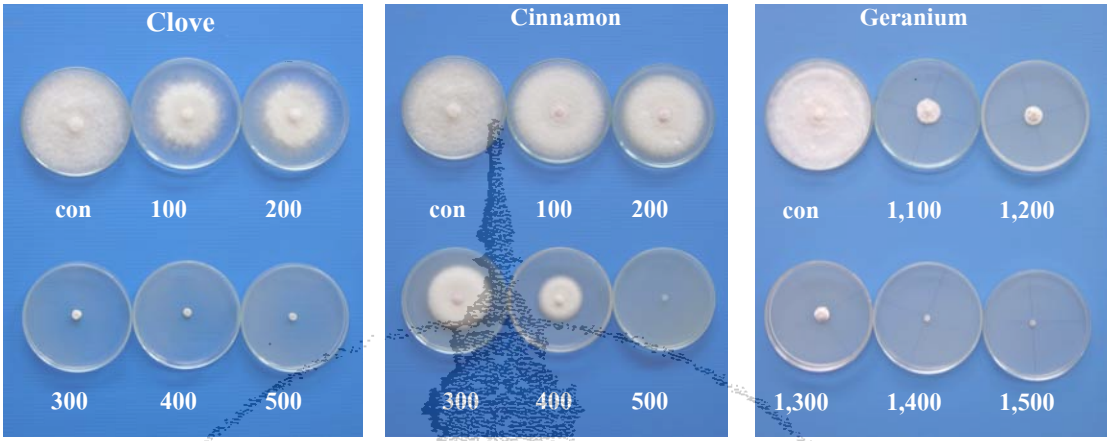
[1] ค่าเฉลี่ยจาก 5 ซ้ำ

[2]ตัวอักษรต่างกันในแนวตั้งแสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% เปรียบเทียบโดยวิธี LSD



ภาพ 6 การเจริญของเชื้อรา *Fusarium moniliforme* อายุ 10 วัน บนอาหาร PDA ผสมน้ำมันหอมระเหยจากพืช 5 ชนิด ที่ความเข้มข้น 10 ระดับ เปรียบเทียบกับชุดควบคุม

(A = 500 ppm, B = 1,000 ppm, C = 1,500 ppm, D = 2,000 ppm, E = 2,500 ppm, F = 3,000 ppm, G = 3,500 ppm, H = 4,000 ppm, I = 4,500 ppm, J = 5,000 ppm)



ภาพ 7 การเจริญของเชื้อรา *Fusarium moniliforme* อายุ 10 วัน บนอาหาร PDA ผสมน้ำมันหอมระเหยจากพืช 3 ชนิดที่ความเข้มข้น 5 ระดับ เปรียบเทียบกับชุดควบคุม

3.2 ศึกษาผลต่อการงอก การเจริญเติบโต การเกิดโรคในระยะต้นกล้า

3.2.1 การเพาะบนกระดาษชื้น

ผลจากการเพาะบนกระดาษชื้นของกรรมวิธีปลูกเชื้อที่เมล็ดด้วยเชื้อรา *F. moniliforme* และ แช่เมล็ดในน้ำมันหอมระเหยจากพืชทั้ง 2 ชนิด พบว่าน้ำมันมีประสิทธิภาพช่วยเพิ่มความงอกให้แก่เมล็ดข้าว ดีที่สุด แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติจากกรรมวิธีที่แช่เมล็ดด้วยน้ำมันหอมระเหยด้วยกัน คือน้ำมันกานพลู โดยให้ความงอกของเมล็ด 18% แต่ไม่แตกต่างจากกรรมวิธีของชุดควบคุมทั้ง 2 กรรมวิธีและกรรมวิธีที่ปลูกเชื้อแล้วแช่เมล็ดด้วยกรรมวิธีน้ำผสมกับแอลกอฮอล์ รองลงมาคือ กรรมวิธีของเมล็ดที่ปลูกเชื้อและแช่เมล็ดด้วยน้ำมันอบเชย ซึ่งมีความงอกของเมล็ด 15% (ตาราง 5 และภาพ8) ส่วนผลน้ำมันหอมระเหยต่อการติดเชื้อของเมล็ด พบว่ากรรมวิธีของเมล็ดที่ปลูกเชื้อและแช่เมล็ดด้วยน้ำมันอบเชยมีประสิทธิภาพช่วยลดการเข้าทำลายของเชื้อราสาเหตุได้ดีที่สุด โดยไม่มีเปอร์เซ็นต์การติดเชื้อของเมล็ดเลย ซึ่งให้ผลแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติจากทุกกรรมวิธีที่ปลูกเชื้อที่เมล็ด รองลงมาคือ กรรมวิธีของเมล็ดที่ปลูกเชื้อและแช่เมล็ดด้วยน้ำมันกานพลูซึ่งมีเปอร์เซ็นต์การติดเชื้อของเมล็ด 5% (ตาราง 5 และภาพ 8) สำหรับผลของน้ำมันหอมระเหยจากพืชต่อเปอร์เซ็นต์ของต้นกล้าผิดปกติ พบว่ากรรมวิธีของเมล็ดที่ปลูกเชื้อและแช่เมล็ดด้วยน้ำมันกานพลูและอบเชยมีประสิทธิภาพช่วยลดเปอร์เซ็นต์ต้นกล้าผิดปกติได้ดีที่สุด แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติจากกรรมวิธีอื่น ๆ โดยมีเปอร์เซ็นต์ต้นกล้าผิดปกติ 0.2 และ 0.3 % ตามลำดับ

ตาราง 5 เปอร์เซ็นต์ความงอกของเมล็ด การติดเชื้อของเมล็ดและต้นกล้าผิดปกติ ที่พบในเมล็ดข้าว หลังจากปลูกเชื้อรา *Fusarium moniliforme* ที่เมล็ดและแช่เมล็ดด้วยน้ำมันหอมระเหย จากพืช 2 ชนิด ทดสอบโดยวิธีเพาะบนกระดาษชื้น

กรรมวิธี	การเพาะบนกระดาษชื้น		
	ความงอกของเมล็ด (%)[1]	การติดเชื้อของเมล็ด (%)[1]	ต้นกล้าผิดปกติ (%)[2]
ชุดควบคุม (ไม่ปลูกเชื้อ)	17.80 a	10.15 c	2.85 b
ชุดควบคุม (ปลูกเชื้อ)	17.90 a	16.55 a	3.50 ab
ปลูกเชื้อ + น้ำ + แอลกอฮอล์	17.50 a	15.45 b	3.80 a
ปลูกเชื้อ + กานพลู 400 ppm	17.90 a	5.05 d	0.20 c
ปลูกเชื้อ + อบเชย 500 ppm	14.85 b	0.00 e	0.30 c
LSD $_{(p=0.05)}$	0.57	1.08	0.67
CV (%)	2.20	7.56	20.96

[1] ค่าเฉลี่ย 4 ซ้ำ ๆ ละ 100 เมล็ด

[2] ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยตัวอักษรเหมือนกันในแนวตั้งไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % เปรียบเทียบโดยวิธี Least Significant Difference

ภาพ 8 ลักษณะของต้นกล้าข้าว หลังจากปลูกเชื้อรา *Fusarium moniliforme* ที่เมล็ดและแช่เมล็ดด้วยน้ำมันหอมระเหยจากพืช 2 ชนิด เปรียบเทียบกับชุดควบคุม ทดสอบโดยการเพาะบนกระดาษชื้น

4.2.2 การเพาะในดินอบฆ่าเชื้อ

ผลจากการเพาะเมล็ดในดินอบฆ่าเชื้อ พบว่ากรรมวิธีของเมล็ดที่ปลูกเชื้อและแช่เมล็ดด้วยน้ำมันกานพลู มีประสิทธิภาพช่วยเพิ่มความงอกในแปลงให้แก่ต้นกล้าข้าวได้ดีที่สุดไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธีที่ปลูกเชื้อและแช่เมล็ดด้วยน้ำผสมแอลกอฮอล์ รองลงมาคือ น้ำมันอบเชย โดยมีความงอกในแปลง 97, 99 และ 81 % ตามลำดับ แต่เมื่อเปรียบเทียบกับชุดควบคุมที่ปลูกเชื้อเพียงอย่างเดียวพบว่ากรรมวิธีของเมล็ดที่ปลูกเชื้อและแช่เมล็ดด้วยน้ำมันอบเชยให้ความงอกที่ต่ำกว่าชุดควบคุมที่ปลูกเชื้อเพียงอย่างเดียว ส่วนผลของน้ำมันหอมระเหยจากพืชแต่ละชนิดต่อเปอร์เซ็นต์ของต้นกล้าผิดปกติ พบว่ากรรมวิธีของเมล็ดที่ปลูกเชื้อและแช่เมล็ดด้วยน้ำมันกานพลู มีประสิทธิภาพช่วยลดเปอร์เซ็นต์ต้นกล้าผิดปกติได้ดีที่สุดแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติจากกรรมวิธีอื่นๆ รองลงมาคือ น้ำมันอบเชย โดยมีเปอร์เซ็นต์ต้นกล้าผิดปกติ 5 และ 8 % ตามลำดับ สำหรับการทดสอบผลของน้ำมันหอมระเหยจากพืชแต่ละชนิดต่อความยาวลำต้นของต้นกล้าข้าว จากากการเปรียบเทียบผลทางสถิติที่ความเชื่อมั่น 95% พบว่ากรรมวิธีที่แช่เมล็ดด้วยน้ำมันอบเชยและน้ำมันกานพลูมีประสิทธิภาพช่วยเพิ่มความยาวลำต้นของต้นกล้าได้ดี เมื่อเปรียบเทียบกับกรรมวิธีอื่น ๆ สำหรับการทดสอบผลของน้ำมันหอมระเหยจากพืชแต่ละชนิดต่อความยาวรากของต้นกล้าข้าว จากากการเปรียบเทียบผลทางสถิติที่ความเชื่อมั่น 95% พบว่ากรรมวิธีที่แช่เมล็ดด้วยน้ำมันกานพลูมีประสิทธิภาพช่วยเพิ่มความยาวรากของต้นกล้าได้ดีที่สุด เมื่อเปรียบเทียบกับกรรมวิธีอื่น ๆ ส่วนการทดสอบผลของน้ำมันหอมระเหยต่อการเจริญของต้นกล้าข้าว โดยการวัดจากน้ำหนักสดและน้ำหนักแห้ง พบว่ากรรมวิธีปลูกเชื้อที่เมล็ดและแช่เมล็ดด้วยน้ำมันกานพลูให้น้ำหนักสดของต้นกล้าไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติจากทุกกรรมวิธี ยกเว้นชุดควบคุมที่ปลูกเชื้อ (ตาราง 6)

ตาราง 6 เปอร์เซ็นต์ความงอกในแปลง ต้นกล้าผิดปกติ ความยาวลำต้น ความยาวราก น้ำหนักสด และน้ำหนักแห้งที่พบในเมล็ดข้าว หลังจากปลูกเชื้อรา *Fusarium moniliforme* ที่เมล็ด และแช่เมล็ดด้วยน้ำมันหอมระเหยจากพืช 3 ชนิด ทดสอบโดยวิธีเพาะในดินอบฆ่าเชื้อ

กรรมวิธี	การเพาะในดินอบฆ่าเชื้อ					
	ความงอกในแปลง (%)[1]	ต้นกล้าผิดปกติ (%)[2]	ความยาวลำต้น (cm)[3]	ความยาวราก (cm)[3]	น้ำหนักสด (g)[3]	น้ำหนักแห้ง (g)[3]
ชุดควบคุม (ไม่ปลูกเชื้อ)	93.50 b[4]	7.50 b	27.63 b	8.80 c	3.50 ab	0.55 b
ชุดควบคุม (ปลูกเชื้อ)	88.25 c	38.50 a	27.42 b	7.85 c	3.24 b	0.52 b
ปลูกเชื้อ + น้ำ + แอลกอฮอล์	98.75 a	7.00 bc	28.27 ab	13.64 a	3.70 a	0.62 a
ปลูกเชื้อ + clove	97.00 a	4.75 c	29.43 a	11.89 b	3.87 a	0.66 a
ปลูกเชื้อ + cinnamon	80.75 d	8.00 b	29.49 a	8.82 c	3.58 ab	0.62 a
ปลูกเชื้อ + geranium	0.00 e	0.00 d	0.00 c	0.00 d	0.00 c	0.00 c
LSD $_{(p=0.05)}$	2.19	2.54	1.54	1.22	0.38	0.05
CV (%)	2.56	15.62	4.38	9.67	8.62	7.28

[1]ค่าเฉลี่ยจาก 4 ซ้ำ ๆ ละ 100 เมล็ด

[2]ค่าเฉลี่ยจาก 4 ซ้ำ คิดจากต้นกล้าที่งอก

[3]ค่าเฉลี่ยจาก 4 ซ้ำ ๆ ละ 20 ต้น

[4]ตัวอักษรต่างกันในแนวตั้งแสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% เปรียบเทียบโดยวิธี LSD

4. การทดสอบประสิทธิภาพของสารกำจัดเชื้อรา (fungicide) และสารชีวภัณฑ์ (biological fungicide) เพื่อยับยั้งการเจริญของเชื้อราที่ติดมากับเมล็ดพันธุ์ข้าวไร่

4.1 ศึกษาผลต่อการยับยั้งการเจริญของเส้นใยของเชื้อรา *Fusarium moniliforme* บนอาหาร PDA ผสมสารกำจัดเชื้อรา

จากการทดสอบประสิทธิภาพของสารกำจัดเชื้อรา 4 ชนิด ได้แก่ Benlate Captan Dithane M-45 และ Thysan ในการยับยั้งการเจริญของเชื้อรา *F. moniliforme* โดยทดสอบเลี้ยงเชื้อราบนอาหาร PDA ผสมสารกำจัดเชื้อราแต่ละชนิด (poison food technique) ในอัตราความเข้มข้น 3 ระดับ หลังจากปลูกเชื้อได้ 7 วัน พบว่า สารกำจัดเชื้อรามีประสิทธิภาพในการยับยั้งการเจริญของเส้นใยของเชื้อรา *F. moniliforme* ได้ดีที่สุด คือ Benlate (ทุกความเข้มข้น) Dithane M-45 (ทุกความเข้มข้น) และ Thysan ที่ความเข้มข้น 1 เท่าของอัตราแนะนำ เมื่อคำนวนเปอร์เซ็นต์การยับยั้งการเจริญพบว่าให้เปอร์เซ็นต์การยับยั้งได้ถึง 100 % รองลงมาคือ Thysan 0.5 เท่าของอัตราแนะนำ (87.33%) Thysan 0.25 เท่าของอัตราแนะนำ (80.22%) Captan 1 เท่าของอัตราแนะนำ (60.56%) และ Captan 0.5 เท่าของอัตราแนะนำ (58.00%) ส่วนสารกำจัดเชื้อราที่มี

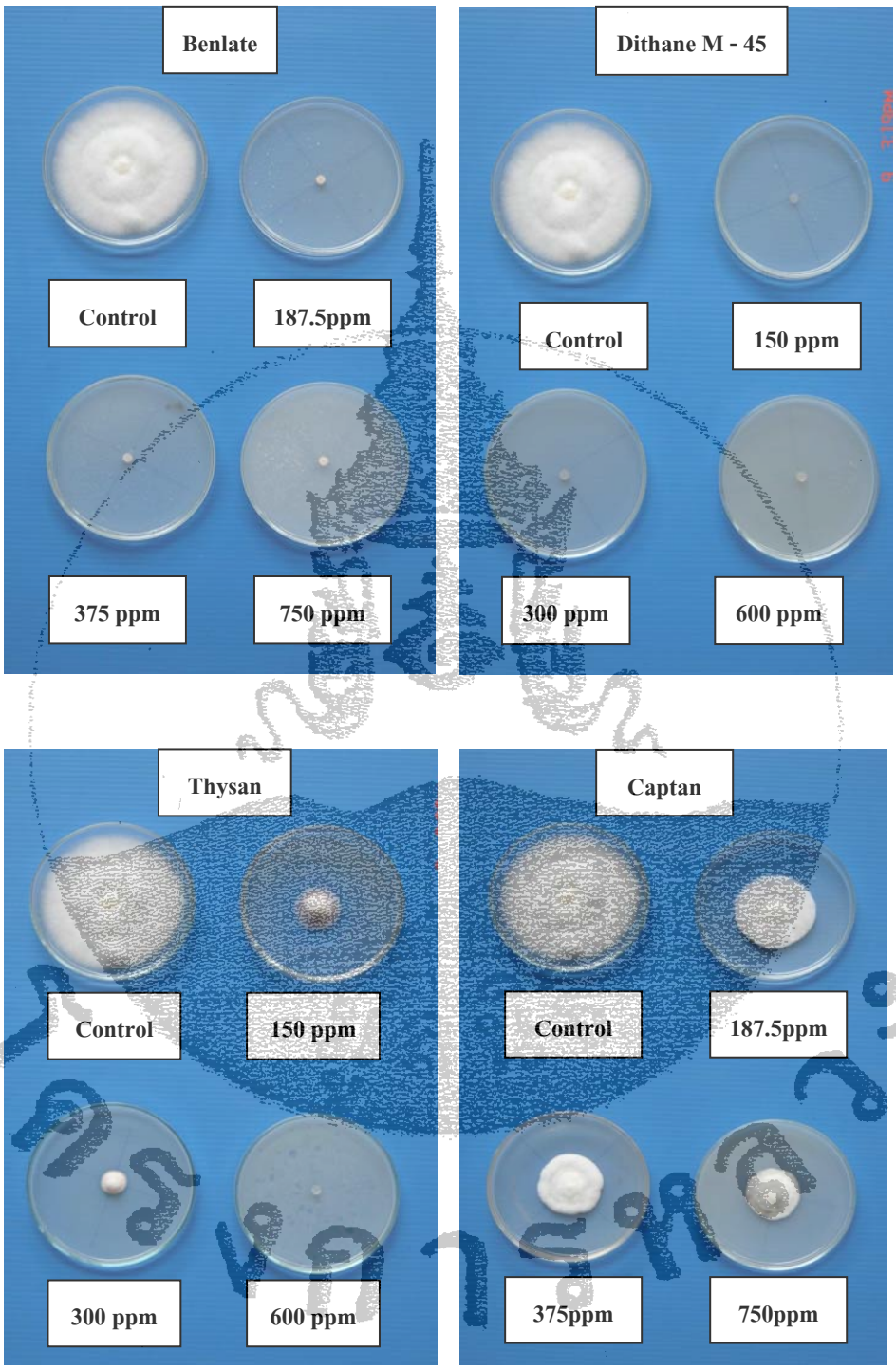
ประสิทธิภาพต่ำที่สุดคือ Captan 0.25 เท่าของอัตราแนะนำ โดยให้เปอร์เซ็นต์การยับยั้งการเจริญของเส้นใย 60.56% (ตาราง 7 และภาพ 9)

ตาราง 7 เปอร์เซ็นต์การยับยั้งการเจริญของเชื้อรา *Fusarium moniliforme* บนอาหาร PDA ผสมสารกำจัดเชื้อรา 4 ชนิดที่ความเข้มข้น 3 ระดับ วัดผล 14 วัน

กรรมวิธี	ความเข้มข้น (ppm)	การยับยั้ง (%)[1]
PDA	-	0.00 g[2]
PDA + Benlate OD 0.25 เท่า	187.5	100.0 a
PDA + Benlate OD 0.5 เท่า	375	100.0 a
PDA + Benlate OD 1 เท่า	750	100.0 a
PDA + Captan 0.25 เท่า	187.5	53.44 f
PDA + Captan 0.5 เท่า	375	58.00 e
PDA + Captan 1 เท่า	750	60.56 d
PDA + Dithane M – 45 0.25 เท่า	150	100.0 a
PDA + Dithane M – 45 0.5 เท่า	300	100.0 a
PDA + Dithane M – 45 1 เท่า	600	100.0 a
PDA + Thysan 0.25 เท่า	150	80.22 c
PDA + Thysan 0.5 เท่า	300	87.33 b
PDA + Thysan 1 เท่า	600	100.0 a
$LSD_{(p=0.05)}$ = 1.74		
CV (%) = 1.72		

[1]ค่าเฉลี่ยจาก 5 ซ้ำ

[2]ค่าเฉลี่ยจากการวิเคราะห์ทางสถิติโดยวิธี CRD



ภาพ 9 การเจริญของเชื้อรา *Fusarium moniliforme* อายุ 10 วัน บนอาหาร PDA ผสมสารกำจัดรา 3 ชนิด ที่ความเข้มข้น 3 ระดับ เปรียบเทียบกับชุดควบคุม

4.2 ศึกษาผลต่อการงอก การเจริญเติบโต การเกิดโรคในระยะต้นกล้า โดยการเพาะบนกระดาษชื้น

ผลจากการเพาะบนกระดาษชื้นของกรรมวิธีปลูกเชื้อที่เมล็ดด้วยเชื้อรา *F. moniliforme* และคลุกเมล็ดด้วยสารกำจัดราทั้ง 2 ชนิด พบว่าสารกำจัดราทั้ง Benlate และ Dithane M-45 มีประสิทธิภาพช่วยเพิ่มความงอกให้แก่เมล็ดข้าวได้ดี ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติจากกรรมวิธีอื่นๆ โดยให้ความงอกของเมล็ด 18 % ส่วนผลของสารกำจัดราต่อการติดเชื้อของเมล็ด พบว่ากรรมวิธีของเมล็ดที่ปลูกเชื้อและคลุกเมล็ดด้วย Benlate มีประสิทธิภาพช่วยลดการเข้าทำลายของเชื้อราสาเหตุได้ดีที่สุด โดยมีเปอร์เซ็นต์การติดเชื้อของเมล็ดเพียง 1.30% ซึ่งให้ผลแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติจากทุกกรรมวิธีที่ปลูกเชื้อที่เมล็ด รองลงมาคือ กรรมวิธีของเมล็ดที่ปลูกเชื้อและคลุกเมล็ดด้วย Dithane M-45 ซึ่งมีเปอร์เซ็นต์การติดเชื้อของเมล็ด 3.20% สำหรับผลของสารกำจัดราต่อเปอร์เซ็นต์ของต้นกล้าผิดปกติ พบว่ากรรมวิธีของเมล็ดที่ปลูกเชื้อและคลุกเมล็ดด้วย Dithane M-45 และ Benlate มีประสิทธิภาพช่วยลดเปอร์เซ็นต์ต้นกล้าผิดปกติได้ดีที่สุด โดยแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติจากกรรมวิธีของชุดควบคุมทั้งไม่ปลูกเชื้อและปลูกเชื้อ โดยมีเปอร์เซ็นต์ต้นกล้าผิดปกติ 1, 2, 3 และ 4 % ตามลำดับ (ตาราง 8 และภาพ 10)

4.3 ศึกษาผลต่อการงอก การเจริญเติบโต การเกิดโรคในระยะต้นกล้า โดยการเพาะบนกระดาษชื้น

ผลจากการเพาะบนกระดาษชื้นของกรรมวิธีปลูกเชื้อที่เมล็ดด้วยเชื้อรา *F. moniliforme* และคลุกเมล็ดด้วยสารชีวภัณฑ์ทั้ง 4 ชนิด พบว่าสารชีวภัณฑ์ที่มีประสิทธิภาพช่วยเพิ่มความงอกให้แก่เมล็ดข้าวดีที่สุด แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติจากกรรมวิธีอื่นๆ ที่คลุกเมล็ดด้วยสารชีวภัณฑ์ด้วยกัน คือ Pretomium โดยให้ความงอกของเมล็ดสูงถึง 19% แต่ไม่แตกต่างจากกรรมวิธีที่ปลูกเชื้อแล้วคลุกเมล็ดด้วย Unigreen (18.30%) รองลงมาคือ กรรมวิธีของเมล็ดที่ปลูกเชื้อและคลุกเมล็ดด้วยTrisan และ Larminar ซึ่งมีความงอกของเมล็ด 18% ไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับชุดควบคุมทั้ง 2 กรรมวิธี ส่วนผลของสารชีวภัณฑ์ต่อการติดเชื้อของเมล็ด พบว่ากรรมวิธีของเมล็ดที่ปลูกเชื้อและคลุกเมล็ดด้วยสารชีวภัณฑ์ทั้ง 4 ชนิดมีประสิทธิภาพช่วยลดการเข้าทำลายของเชื้อราสาเหตุได้ดี โดยมีเปอร์เซ็นต์การติดเชื้อของเมล็ดน้อยมาก (7-9%) โดยให้ผลไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่ให้ผลแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติจากกรรมวิธีของชุดควบคุมที่ปลูกเชื้อที่เมล็ด สำหรับผลของสารชีวภัณฑ์ต่อเปอร์เซ็นต์ของต้นกล้าผิดปกติ พบว่ากรรมวิธีของเมล็ดที่ปลูกเชื้อและคลุกเมล็ดด้วยสารชีวภัณฑ์ทั้ง 4 ชนิดมีประสิทธิภาพช่วยลดเปอร์เซ็นต์ต้นกล้าผิดปกติได้ดี แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติจากกรรมวิธีของชุดควบคุมที่ไม่ปลูกเชื้อและกรรมวิธีที่ปลูกเชื้อ โดยมีเปอร์เซ็นต์ต้นกล้าผิดปกติ 0.80-1.40% (ตาราง 9 และภาพ 11)

ตาราง 8 เปอร์เซ็นต์ความงอกของเมล็ด การติดเชื้อของเมล็ดและต้นกล้าผิดปกติ ที่พบในเมล็ดข้าว หลังจากปลูกเชื้อรา *Fusarium moniliforme* ที่เมล็ดและคลุกเมล็ดด้วยสารกำจัดรา 3 ชนิด ทดสอบโดยวิธีเพาะบนกระดาษชื้น

กรรมวิธี	การเพาะบนกระดาษชื้น		
	ความงอกของเมล็ด (%)[1]	การติดเชื้อของเมล็ด (%)[1]	ต้นกล้าผิดปกติ (%)[2]
ชุดควบคุม (ไม่ปลูกเชื้อ)	17.80 b[3]	10.15 b	2.85 a
ชุดควบคุม (ปลูกเชื้อ)	17.90 ab	16.55 a	3.50 a
ปลูกเชื้อ + Benlate	18.60 a	1.30 d	1.15 b
ปลูกเชื้อ + Dithane M-45	18.30 ab	3.20 c	0.90 b
LSD $_{(p=0.05)}$	0.72	1.22	0.66
CV (%)	2.59	10.16	20.48

[1] ค่าเฉลี่ย 4 ซ้ำ ๆ ละ 100 เมล็ด

[2] ค่าเฉลี่ยจาก 4 ซ้ำ คิดจากต้นกล้าที่งอก

[3] ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยตัวอักษรเหมือนกันในแนวตั้งไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % เปรียบเทียบโดยวิธี Least Significant Difference

ภาพ 10 ลักษณะของต้นกล้าข้าว หลังจากปลูกเชื้อรา *Fusarium moniliforme* ที่เมล็ดและคลุกเมล็ดด้วยสารกำจัดรา 2 ชนิด เปรียบเทียบกับชุดควบคุม ทดสอบโดยการเพาะบนกระดาษชื้น

ตาราง 9 เปอร์เซ็นต์ความงอกของเมล็ด การติดเชื้อของเมล็ดและต้นกล้าผิดปกติ ที่พบในเมล็ดข้าวหลังจากปลูกเชื้อรา *Fusarium moniliforme* ที่เมล็ดและคลุกเมล็ดด้วยสารชีวภัณฑ์ 4 ชนิด ทดสอบโดยวิธีเพาะบนกระดาษชื้น

กรรมวิธี	การเพาะบนกระดาษชื้น		
	ความงอกของเมล็ด (%)[1]	การติดเชื้อของเมล็ด (%)[1]	ต้นกล้าผิดปกติ (%)[2]
ชุดควบคุม (ไม่ปลูกเชื้อ)	17.80 b[3]	10.15 b	2.85 b
ชุดควบคุม (ปลูกเชื้อ)	17.90 b	16.55 a	3.50 a
ปลูกเชื้อ + Laminar	17.70 b	9.05 b	0.80 c
ปลูกเชื้อ + Chaetomium	18.85 a	7.05 b	0.80 c
ปลูกเชื้อ + Trisan	18.00 b	7.47 b	1.40 c
ปลูกเชื้อ + Unigreen	18.30 ab	8.55 b	1.00 c
$LSD_{(p=0.05)}$	0.84	4.46	0.60
CV (%)	3.12	30.64	23.47

[1] ค่าเฉลี่ย 4 ซ้ำ ๆ ละ 100 เมล็ด

[2] ค่าเฉลี่ยจาก 4 ซ้ำ คิดจากต้นกล้าที่งอก

[3] ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยตัวอักษรเหมือนกันในแนวตั้งไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % เปรียบเทียบโดยวิธี Least Significant Difference

ภาพ 11 ลักษณะของต้นกล้าข้าว หลังจากปลูกเชื้อรา *Fusarium moniliforme* ที่เมล็ดและคลุกเมล็ดด้วยสารชีวภัณฑ์ 4 ชนิด เปรียบเทียบกับชุดควบคุม ทดสอบโดยการเพาะบนกระดาษชื้น

สรุปและวิจารณ์ผลการทดลอง

จากการตรวจหาชนิดและปริมาณของเชื้อราเมล็ดพันธุ์ข้าวทั้ง 8 ชนิดคือ ข้าวไร่ลาซอแดง ข้าวไร่สะโง๊ะ ข้าวไร่ปางอุ๋ง ข้าวไร่แกน้อย ข้าวไร่หมอกจ๋าม ข้าวสันกำแพง ข้าวเหนียวแดง และข้าวซิว โดยวิธีเพาะบนกระดาษชื้น พบเชื้อราชนิดต่าง ๆ ที่ติดมากับเมล็ดพันธุ์ข้าวในปริมาณแตกต่างกันของแต่ละพันธุ์ โดยพบเชื้อราที่ติดมากับเมล็ดพันธุ์ทั้งหมด 16 species คือ *Alternaria* sp., *Aspergillus gluacus, A. niger, Bipoaris oryzae*, *Cladosporium* sp., *Curvularia* sp., *Fusarium chlamydospora*, *F. moniliforme*, *F. semitectum*, *Fusarium* sp., *Myrothecium* sp., *Nigrospora* sp., *Penicillium* sp., *Phoma* sp., *Rhisopus* sp. และ *Trichoconis padwickii* ซึ่งสอดคล้องกับรายงานของ Sinclair (1982); Anwar *et al.* (1995); สมบัติ (2544) แต่ตรวจพบทั้งชนิดและปริมาณที่แตกต่างกัน ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากการจัดการพืช แหล่งปลูกและพันธุ์พืช เชื้อราที่ติดมากับเมล็ดนี้สามารถแบ่งได้เป็น 2 กลุ่ม คือ เชื้อราที่ติดมาจากในไร่ (field fungi) และเชื้อราในโรงเก็บ (storage fungi) โดยเชื้อราที่เข้าทำลายพืชตั้งแต่เมล็ดมีการพัฒนาจนกระทั่งใกล้เก็บเกี่ยว ส่วนใหญ่เป็นเชื้อราสาเหตุโรค เช่น *Bipolaris oryzae, Curvularia sp., Fusarium moniliforme, F. semitectum* และ *Trichoconis padwickii* เป็นต้น ส่วนกลุ่มที่ 2 เป็นเชื้อราหลังการเก็บเกี่ยว ส่วนใหญ่ไม่เป็นสาเหตุโรคแต่ทำให้เมล็ดเสื่อมคุณภาพอย่างรวดเร็ว ได้แก่ *Aspergillus gluacus, A. niger, Penicillium* sp. และ *Rhisopus* sp. เป็นต้น ซึ่งในแง่ของเมล็ดพันธุ์ เชื้อราที่ติดมาจากในไร่จะมีความสำคัญกว่าเชื้อราในโรงเก็บ (Neergaard, 1979)

ผลการทดสอบความสามารถในการทำให้เกิดโรคของเชื้อรา *F. moniliforme* ที่แยกได้จากเมล็ดข้าว พบว่าเชื้อรามีผลต่อความงอกของเมล็ด เปอร์เซ็นต์การติดเชื้อ และการเกิดโรคกับต้นกล้าโดยให้ผลแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ความเชื่อมั่น 95% ลักษณะของโรคที่เกิดขึ้น คือ เมล็ดเน่าไม่สามารถงอกได้ ส่วนเมล็ดที่งอกเป็นต้นกล้าพบว่า ต้นกล้ามีอาการผิดปกติ มีลักษณะขาวซีด แคระแกรนจนถึงเน่าเป็นสีน้ำตาล และตายในที่สุด สอดคล้องกับการรายงานของ Ou (1985) คือ ต้นกล้าที่ถูกเชื้อเข้าทำลายอย่างรุนแรงจะทำให้ต้นกล้าแคระแกรน ลำต้นผอมซีด รวมทั้งอาจตายก่อนการย้ายปลูก โดยการพัฒนาของโรคนั้นขึ้นอยู่กับชนิดของพืชอาศัย รวมทั้งสภาพแวดล้อม เช่น อุณหภูมิ ความชื้น เป็นต้น

จากการทดสอบเปรียบเทียบประสิทธิภาพของน้ำมันหอมระเหยจากพืช 12 ชนิด ในการยับยั้งการเจริญของเส้นใยของเชื้อรา *F. moniliforme* พบว่าน้ำมันกานพลูสามารถยับยั้งการเจริญของเส้นใยได้ 100 % ที่ความเข้มข้นเพียง 400 ppm รองลงมาคือ อบเชย 500 ppm และเจอราเนียม 1,400 ppm สำหรับการทดสอบประสิทธิภาพของน้ำมันหอมระเหยจากพืชต่อความงอกของเมล็ด การติดเชื้อของเมล็ด และการเกิดโรคของต้นกล้าข้าวจากการเพาะบนกระดาษชื้น พบว่าน้ำมันกานพลูมีประสิทธิภาพดีที่สุดช่วยเพิ่มความงอกให้แก่เมล็ดข้าว ลดการติดเชื้อของเมล็ด และลดเปอร์เซ็นต์ต้นกล้าผิดปกติแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติจากกรรมวิธีอื่นๆ แต่ไม่แตกต่างจากกรรมวิธีของชุดควบคุมที่ไม่ได้ปลูกเชื้อ รองลงมาคือ น้ำมันอบเชย แต่ให้เปอร์เซ็นต์ความงอกที่ต่ำกว่ากรรมวิธีอื่นๆ ไม่พบการติดเชื้อบนเมล็ดเลย ให้ต้นกล้าผิดปกติในอัตราที่ต่ำ

ส่วนน้ำมันเจอราเนียมนั้นเมล็ดไม่สามารถงอกได้เลยทั้งหมด และไม่มีการติดเชื้อของเมล็ดอีกด้วย อาจเนื่องจากน้ำมันเจอราเนียมมีความเข้มข้นไม่เหมาะสมกับเมล็ด ส่วนผลจากการเพาะในดินอบฆ่าเชื้อ พบว่าน้ำมันกานพลูมีประสิทธิภาพดีที่สุดในการช่วยเพิ่มเปอร์เซ็นต์ความงอกแปลง ต้นกล้าผิดปกติ ความยาวลำต้น ความยาวราก น้ำหนักสด และน้ำหนักแห้ง รองลงมาคือ น้ำมันอบเชยและน้ำมันเจอราเนียม ที่ให้ผลในด้านความงอกลดลง ตามลำดับ ซึ่งจากผลการทดลองจะเห็นได้ว่าน้ำมันหอมระเหยสามารถควบคุมการติดเชื้อของเมล็ดได้ เนื่องจากในน้ำมันหอมระเหยมีองค์ประกอบที่สามารถยับยั้งการเจริญของจุลินทรีย์ได้ เช่น thymol, carvacol, eugenol, cinnamic aldehyde และ allyl isothiocyanate เป็นต้น (Basilico and Basilico, 1999)

จากการทดสอบประสิทธิภาพของสารกำจัดเชื้อรา 4 ชนิด ได้แก่ Benlate Captan Dithane M-45 และ Thysan ในอัตราความเข้มข้น 3 ระดับ พบว่า สารกำจัดเชื้อรามีประสิทธิดีที่สุดคือ Benlate (ทุกความเข้มข้น) Dithane M-45 (ทุกความเข้มข้น) และ Thysan ที่ความเข้มข้น 1 เท่าของอัตราแนะนำ ที่ให้เปอร์เซ็นต์การยับยั้งได้ถึง 100 % รองลงมาคือ Thysan 0.5 เท่าของอัตราแนะนำ Thysan 0.25 เท่าของอัตราแนะนำ Captan 1 เท่าของอัตราแนะนำ และ Captan 0.5 เท่าของอัตราแนะนำ ส่วนสารกำจัดเชื้อราที่มีประสิทธิภาพต่ำที่สุดคือ Captan 0.25 เท่าของอัตราแนะนำ สอดคล้องกับการทดลองของชัยรัตน์ (2545) ที่ได้ทดสอบประสิทธิภาพของสารกำจัดเชื้อรา 5 ชนิดพบว่า Carbendazim และ Benlate มีประสิทธิภาพในการยับยั้งการเจริญของเชื้อ *Fusarium* sp. ได้ดีที่สุด ในทุกระดับความเข้มข้น ซึ่งเป็นประโยชน์ต่อการนำไปใช้ แต่ควรเลือกความเข้มข้นที่ต่ำที่สุด ที่สามารถยับยั้งการเจริญของเชื้อราได้

จากการคลุกเมล็ดเพื่อทดสอบประสิทธิภาพของสารชีวภัณฑ์ชนิดต่าง ๆ พบว่าสารชีวภัณฑ์ที่มีประสิทธิภาพช่วยเพิ่มความงอกให้แก่เมล็ดข้าวดีที่สุด คือ Chaetomium โดยให้ความงอกของเมล็ดสูงถึง 19% แต่ไม่แตกต่างจากกรรมวิธีที่ปลูกเชื้อแล้วคลุกเมล็ดด้วย Unigreen รองลงมาคือ Trisan และ Larminar ส่วนผลของสารชีวภัณฑ์ต่อการติดเชื้อของเมล็ด พบว่ากรรมวิธีของเมล็ดที่ปลูกเชื้อและคลุกเมล็ดด้วยสารชีวภัณฑ์ทั้ง 4 ชนิดมีประสิทธิภาพช่วยลดการเข้าทำลายของเชื้อราสาเหตุได้ดี โดยมีเปอร์เซ็นต์การติดเชื้อของเมล็ดน้อยมาก โดยให้ผลแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติจากกรรมวิธีของชุดควบคุมที่ปลูกเชื้อที่เมล็ด สำหรับผลของสารชีวภัณฑ์ต่อเปอร์เซ็นต์ของต้นกล้าผิดปกติ พบว่ากรรมวิธีของเมล็ดที่ปลูกเชื้อและคลุกเมล็ดด้วยสารชีวภัณฑ์ทั้ง 4 ชนิดมีประสิทธิภาพช่วยลดเปอร์เซ็นต์ต้นกล้าผิดปกติได้ดี แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติจากกรรมวิธีของชุดควบคุมที่ไม่ปลูกเชื้อและกรรมวิธีที่ปลูกเชื้อ และจวงจันทร์ (2546) ได้ทำการทดลองเกี่ยวกับการใช้สาร Larminar Unigreen และ Trisan พบว่า Larminar ที่อัตรา 10 กรัม/เมล็ด 1 กก. นั้นให้ความงอกของเมล็ดได้สูงที่สุด Larminar 20 กรัม/เมล็ด 1 กก. ให้เปอร์เซ็นต์การติดเชื้อน้อยที่สุด

เอกสารอ้างอิง

เกษม สร้อยทอง. 2533. วิวัฒนาการแนวความคิดเกี่ยวกับการควบคุมโรคพืชโดยชีววิธี. วารสารศูนย์บางพระ 27(3) : 15-26.

จวงจันทร์ จำปาทอง. 2546. การควบคุมเชื้อ *Fusarium moniliforme* ที่ติดมากับเมล็ดข้าวโดยเชื้อราปฏิปักษ์ สารชีวภัณฑ์ และไคโตซาน. ปัญหาพิเศษ วิทยาศาสตรบัณฑิต ภาควิชาโรคพืช คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. เชียงใหม่. 64 หน้า.

จุฑารัตน์ ทิพย์ชู. 2544. การตรวจสอบเชื้อราบนเมล็ดข้าวพันธุ์ กข 6 และการทดสอบประสิทธิภาพสารเคมีป้องกันกำจัดเชื้อราบางชนิด. ปัญหาพิเศษ วิทยาศาสตรบัณฑิต ภาควิชาโรคพืช คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. เชียงใหม่. 26 หน้า.

จิระเดช แจ่มสว่าง และ วรรณวิไล อินทนู. 2542. การใช้เชื้อราไตรโคเดอร์มาควบคุมโรคพืช. ภาควิชาโรคพืช คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 90 หน้า.

จำรัส โปร่งสิริวัฒนา. 2534. ความรู้เรื่องข้าว. สถาบันวิจัยข้าว กรมวิชาการเกษตร. กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 458 หน้า.

ชนินทร ดวงสอาด. 2545. การควบคุมโรคถอดฝักดาบของข้าวที่เกิดจากเชื้อรา *Fusarium moniliforme* โดยเชื้อราเอนโดไฟต์ในข้าว. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. เชียงใหม่. 153 หน้า.

ชาตรี สิทธิกุล. 2539. โรคของพืชไร่. ภาควิชาโรคพืช คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. 248 หน้า.

ชัยรัตน์ ชาติบุตร. 2545. เชื้อราที่ติดมากับเมล็ดพันธุ์ข้าวญี่ปุ่น และการทดสอบประสิทธิภาพของสารกำจัดเชื้อราในการยับยั้งการเจริญของเชื้อ *Curvularia* sp. และ *Fusarium* sp.. ปัญหาพิเศษ วิทยาศาสตรบัณฑิต ภาควิชาโรคพืช คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. 70 หน้า.

ทรงเชาว์ อินทสัมพันธ์. 2545. ข้าว (Rice). เอกสารคำสอน วิชาพืชไร่สำคัญของประเทศไทย. ภาควิชาพืชไร่ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. 63 หน้า.

เบญจวรรณ ซื่อสัตย์. 2542. น้ำมันหอมระเหยจากพืชสมุนไพรในภาคเหนือของไทย. วิทยานิพนธ์ วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. เชียงใหม่. 49 หน้า.

พัฒนา สนธิรัตน์. 2537. การใช้สารสกัดจากธรรมชาติในการควบคุมโรคพืช. หน้า 14 – 19. *ใน* เทคโนโลยีชีวภาพโรคพืชและจุลชีววิทยา. เอกสารเผยแพร่วิชาการโรคพืชและจุลชีววิทยา ประจำปี 2537. กองโรคพืชและจุลชีววิทยา กรมวิชาการเกษตร.

วันชัย จันทร์ประเสริฐ. 2537. สรีรวิทยาเมล็ดพันธุ์. เค.ยู.บุ๊คเซ็นเตอร์ กรุงเทพฯ. 213 หน้า.

ศิริพร โปธา. 2544. เชื้อราที่ติดมากับเมล็ดพันธุ์ข้าว ประสิทธิภาพของสารเคมีในการควบคุมเชื้อรา *Curvularia* sp. และ *Fusarium* sp. และการใช้คู่มือจากอินเตอร์เน็ตในการจำแนกชนิดของเชื้อ *Fusarium* sp.. ปัญหาพิเศษ วิทยาศาสตรบัณฑิต ภาควิชาโรคพืชคณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. 42 หน้า.

ศิริพงศ์ คุ้มภัย และรัศมี ฐิติเกียรติพงษ์. 2539. เทคโนโลยีชีวภาพโรคพืชและจุลชีววิทยา. กองโรคพืชและจุลชีววิทยา กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 183 หน้า.

สมคิด ดิสถาพร. 2532. ชาวนาปราบโรคข้าว. กลุ่มงานวิจัยโรคข้าวและธัญพืชเมืองหนาว กองโรคพืชและจุลชีววิทยา กรมวิชาการเกษตร. กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 116 หน้า.

อนงค์นาถ แต่เชื้อสาย. 2547. การถ่ายทอดโรค ความสามารถในการทำให้เกิดโรคและการป้องกันกำจัดของ *Alternaria brassicicola* ที่ติดมากับเมล็ดกะหล่ำปลี.วิทยานิพนธ์ วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. เชียงใหม่. 108 หน้า.

อรุณี สุรินทร์, พากเพียร อรัญนารถ, วิโรจน์ การค้า และเลื่อนศักดิ์ วัฒนกุล. 2518. การทดสอบประสิทธิภาพของสารเคมีที่ใช้ในการคลุกเมล็ดกับเมล็ดข้าว. หน้า 480-481. *ใน* รายงานการศึกษาวิเคราะห์ผลงานวิจัยแห่งชาติ. กองทะเบียนการวิจัย สำนักงานคณะกรรมการการวิจัยแห่งชาติ.

Bacon, C.W. and D.M. Hinton. 1996. Symptomless endophytic colonization of maize by *Fusarium moniliforme*. *Canadian Journal of Botany* 74: 1195-1202.

Bacon, C.W. and P.E. Nelson. 1994. Fumonisin production in corn by toxigenic strains of *Fusarium moniliforme* and *Fusarium proliferatum*. *Journal Food Protection* 57: 514-521.

Basilico, M.Z. and J.C. Basilico. 1999. Inhibitory of effects of some spice essential oils on *Aspergillus ochraceus* NRRL 3174 growth and ochratoxin A production. *Letters in Applied Microbiology* 29(4): 238-241.

Booth, C. 1977. Fusarium Labolatory Guide to the Identification of the Major Species. Commonwealth Mycological Institute, Kew. 58 p.

Chang, I. And K. Thor. 1968. Biological control of seedling blight of corn by coating kernels with antagonistic microorganism. *Phytopathology* 58: 1395-1401.

Desjardins, A.E., H.K.M. Manandhar, R.D. Plattner, G.G. Manandhar, S.M. Poling and C.M. Maragos. 2000. Fusarium species from Nepalese rice and production of mycotoxins and gibberellic acid by selected species. *Applied and Environmental Microbiology* 66: 1020-1025.

Dorman, H.J.D. and S.G. Deans. 2000. Antimicrobial agents from plants: antimicrobial activity of plant volatile oils. *Journal of Applied Microbiology* 88: 308-316.

Gohil, V.P. and D.G. Vala. 1996. Antagonistic effect of microorganism to *Fusarium moniliforme*. *Madras Agricultural Journal* 83(6): 396-397.

Gopinath, A. and H.S. Shetti. 1994. Evolotion of fungicides for control of mold in sorghum. *Seed Pathology and Microbiology* 1 : 25. (Abstr.)

Hammer, K.A., C.F. Carson and T.V. Riley. 1999. Antimicrobial activity of essential oils and other plant extracts. *Journal of Applied Microbiology* 86(6): 985-990.

Hirary, S.M., C. Olivier, S.F. Vaughn and R. Loria. 1996. Correlation of fungicidal activity of Brassica species with allyl isothiocyanate production in macerated leaf tissue. *Phytopathology* 86(3): 267-271.

Kanjanasoon, P. 1965. Studies on the bakanae disease of rice in Thailand. Ph. D. Thesis, Tokyo University, Japan.

Lee, Y.H. 1983. Activities of toxins produced by *Gibberella fujikuroi* (Sawada) on rice plant, varietal resistance screening techniques and machanism of resistance to the fungus. Ph. D. Thesis, University of Philippins.

Marchetti, M.A. and H.D. Petersen. 1984. The role of *Bipolaris oryzae* in Floral in abortion and kernel diacoloration in rice. *Plant disease* 68 : 228-291.

Ogawa, K. 1988. Damage by “bakanae” disease and its chemical control. *Japan Pesticide Information* 52:13-15.

Ou, S.H. 1985. Rice Disease. 2 nd, Commonwealth Mycological Institute, Kew. 380 p.

Paster, N. M., U. R. Kenasherov and B. Juven. 1995. Antifungal oil applied as fumigants against fungi attacking stored grain. *Journal of Food Protection* 58(1): 81-85.

Pristchepa, L., D. Voitka, A. Ivlichera, E. Danusevich and N. Karpovich. 2002. Development of making technology and application of biofungicide lignorin. pp. 272-275. *In* Materials of the International Scientific Coference Devoted to the 90th Anniversary of thr Birth of the Acadamician of the AAS RB V.F. Samersov Minsko Prilukii.

Rai, M. K., S. Qureshi and A. K. Pandey. 1999. *In vitro* susceptibility of opportunistic *Fusarium* to essential oil. *Mycosces* 42 (1-2): 97-101.

Sasaki, T. 1973. Lesion formation on rice leaves by *Fusarium moniliforme* Shedon, causal fungus on bakanae disease. *Annals of Phytopathological Society of Japan* 39: 435-437.

Seto, F. 1937. Studies on the 'Bakanae' disease of the rice plant. V. On the mode of infection of rice by *Gibberella fujikuroi* (Saw.) Wr. during and after the flowering period and its relation to the occurrence of the so-called 'bakanae' seedling. Forchungen aus dem Gebeit der Pflanzenkrankheiten 3: 43-57. [La, en].

Sun, S.K. 1975. The disease cycle of rice bakanae disease in Taiwan. *In* Proceeding of the National Science Council 8(2): 245-246.

Sun, S.K. and W.C. Synder. 1978. The bakanae disease of rice plant. *Science Bulletin* 10(7): 2.

Wollenweber, H.W. and O. Reinking. 1935. Die Fusarien. Berlin; Pual Parey. 355 p.

Yamanaka, S., R. Honkura. 1978. Symptom of rice seedlings inoculated with 'bakanae' disease fungus, *Fusarium moniliforme* Shedon. *Annals of the Phytopathological Society of Japan* 44: 57-58. [ja,en].

Yeh, C.C. and J.B. Sinclair. 1980. Effect of *Chaetomium cupreum* on seed germination and antagonism to other seedborne fungi of soybean. *Plant Disease* 64: 468-470.

Yu, K.S. and S.K. Sun. 1976. Ascospore liberation of *Gibberella fujikuroi* and its contamination of rice grains. 18: 319-329. [ch, en].

ตารางภาคผนวก

ตาราง 1 ผลการวิเคราะห์เปอร์เซ็นต์ความงอกของเมล็ด จากการเพาะเมล็ดบนกระดาษชื้น ของเมล็ดพันธุ์ข้าว หลังจากปลูกเชื้อที่เมล็ดด้วยเชื้อรา *Fusarium moniliforme*

Source	DF	SS	MS	F	P
Germination	1	21.125	21.125	14.0	0.2820
Error	6	90.750	15.125		
Total	7	111.875			
$LSD_{(p=0.05)}$ = 6.73		CV (%) = 4.66			

ตาราง 2 ผลการวิเคราะห์เปอร์เซ็นต์การติดเชื้อของเมล็ด จากการเพาะเมล็ดบนกระดาษชื้น ของเมล็ดพันธุ์ข้าว หลังจากปลูกเชื้อที่เมล็ดด้วยเชื้อรา *Fusarium moniliforme*

Source	DF	SS	MS	F	P
Seed infection	1	18721.100	18721.100	7615.37	0.0000
Error	6	14.750	2.458		
Total	7	18735.900			
$LSD_{(p=0.05)}$ = 2.71		CV (%) = 3.03			

ตาราง 3 ผลการวิเคราะห์เปอร์เซ็นต์ต้นกล้าผิดปกติ จากการเพาะเมล็ดบนกระดาษชื้น ของเมล็ดพันธุ์ข้าว หลังจากปลูกเชื้อที่เมล็ดด้วยเชื้อรา ***Fusarium moniliforme***

Source	DF	SS	MS	F	P
Abnormal seedling	1	3741.13	3741.130	173.0	0.0000
Error	6	129.75	21.625		
Total	7	3870.88			
$LSD_{(p=0.05)}$ = 8.04		CV (%) = 17.14			

ตาราง 4 ผลการวิเคราะห์เปอร์เซ็นต์ความงอกในแปลง จากการเพาะในดินอบที่ฆ่าเชื้อแล้ว ของเมล็ดพันธุ์ข้าว หลังจากปลูกเชื้อที่เมล็ดด้วยเชื้อรา *Fusarium moniliforme*

Source	DF	SS	MS	F	P
Emergence	1	2664.5	2664.5	41.31	0.0007
Error	6	387.0	64.5		
Total	7	3051.5			

$LSD_{(p = 0.05)}$ = 13.89 CV (%) = 18.45

ตาราง 5 ผลการวิเคราะห์เปอร์เซ็นต์ต้นกล้าผิดปกติ จากการเพาะในดินอบที่ฆ่าเชื้อแล้ว ของเมล็ดพันธุ์ข้าว หลังจากปลูกเชื้อที่เมล็ดด้วยเชื้อรา *Fusarium moniliforme*

Source	DF	SS	MS	F	P
Abnormal seedling	1	5408.0	5408.00	88.17	0.0001
Error	6	368.0	61.33		
Total	7	5776.0			

$LSD_{(p=0.05)}$ = 13.55 CV (%) = 11.87

ตาราง 6 ผลการวิเคราะห์ขนาดโคโลนีของเชื้อรา *Furarium moniliforme* บนอาหาร PDA ผสมน้ำมันหอมระเหยจากพืช 10 ชนิด ที่ความเข้มข้น 10 ระดับ วัดผล 10 วัน หลังเลี้ยงเชื้อ

Source	DF	SS	MS	F	P
Essential oil (A)	10	517324.0	51732.4	24.18.32	0.000
Error a	44	39.37.4	89.4863		
Concentration (B)	9	16906.0	1878.44	87.81	0.000
interaction	90	17174.0	190.823	8.92	0.000
Error b	396	847118.0	21.3919		
Total	594	563813.0			

$LSD_{(p=0.05)}$ = 5.47 CV(a) (%) = 19.45

CV(b) (%) = 9.06

ตาราง 7 ผลการวิเคราะห์ขนาดโคโลนีของเชื้อรา *Fusarium moniliforme* บนอาหาร PDA ผสมน้ำมันหอมระเหยจากพืช 3 ชนิด ที่ความเข้มข้น 5 ระดับ วัดผล 10 วัน หลังเลี้ยงเชื้อ

Source	DF	SS	MS	F	P
Colony	15	754.436	50.296	230.12	0.0000
Error	64	13.988	0.219		
Total	79	768.424			

$LSD_{(p=0.05)}$ = 0.59 CV (%) = 14.49

ตาราง 8 ผลการวิเคราะห์เปอร์เซ็นต์การยับยั้งของเชื้อรา *Fusarium moniliforme* บนอาหาร PDA ผสมน้ำมันหอมระเหยจากพืช 3 ชนิด ที่ความเข้มข้น 5 ระดับ วัดผล 10 วัน หลังเลี้ยงเชื้อ

Source	DF	SS	MS	F	P
Innhibition	15	92961.30	6197.42	229.27	0.0000
Error	64	1729.98	27.03		
Total	79				

$LSD_{(p=0.01)}$ = 8.73

$LSD_{(p=0.05)}$ = 6.57 CV (%) = 8.10

ตาราง 9 ผลการวิเคราะห์เปอร์เซ็นต์ความงอกของเมล็ด ที่พบในเมล็ดข้าว หลังจากปลูกเชื้อรา *Fusarium moniliforme* ที่เมล็ดและแช่เมล็ดด้วยน้ำมันหอมระเหยจากพืช 3 ชนิด ทดสอบโดยวิธีเพาะบนกระดาษชื้น

Source	DF	SS	MS	F	P
Germination	4	27.808	6.952	48.50	0.0000
Error	15	2.150	0.143		
Total	19	29.358			

$LSD_{(p=0.05)}$ = 0.57 CV (%) = 2.20

ตาราง 10 ผลการวิเคราะห์เปอร์เซ็นต์การติดเชื้อของเมล็ด ที่พบในเมล็ดข้าว หลังจากปลูกเชื้อรา *Fusarium moniliforme* ที่เมล็ดและแช่เมล็ดด้วยน้ำมันหอมระเหยจากพืช 3 ชนิด ทดสอบโดยวิธีเพาะบนกระดาษชื้น

Source	DF	SS	MS	F	P
Seed infection	4	782.248	195.562	383.96	0.0000
Error	15	7.64	0.5093		
Total	19	789.888			

$LSD_{(p=0.05)}$ = 1.08 CV (%) = 7.56

ตาราง 11 ผลการวิเคราะห์เปอร์เซ็นต์ต้นกล้าผิดปกติ ที่พบในเมล็ดข้าว หลังจากปลูกเชื้อรา *Fusarium moniliforme* ที่เมล็ดและแช่เมล็ดด้วยน้ำมันหอมระเหยจากพืช 3 ชนิด ทดสอบโดยวิธีเพาะบนกระดาษชื้น

Source	DF	SS	MS	F	P
Abnormal seedling	4	49.032	12.258	61.49	0.0000
Error	15	2.99	0.1933		
Total	19	52.022			

$LSD_{(p = 0.05)}$ = 0.67 CV (%) = 20.96

ตาราง 12 ผลการวิเคราะห์เปอร์เซ็นต์ความงอกในแปลง ที่พบในเมล็ดข้าว หลังจากปลูกเชื้อรา *Fusarium moniliforme* ที่เมล็ดและแช่เมล็ดด้วยน้ำมันหอมระเหยจากพืช 3 ชนิดทดสอบโดยวิธีเพาะในดินอบฆ่าเชื้อ

Source	DF	SS	MS	F	P
Emergence	5	28850.40	5770.070	1499.8	0.0000
Error	18	69.25	3.847		
Total	23	28919.60			

$LSD_{(p = 0.05)}$ = 2.19 CV (%) = 2.56

ตาราง 13 ผลการวิเคราะห์เปอร์เซ็นต์ต้นกล้าผิดปกติ ที่พบในเมล็ดข้าว หลังจากปลูกเชื้อรา *Fusarium moniliforme* ที่เมล็ดและแช่เมล็ดด้วยน้ำมันหอมระเหยจากพืช 3 ชนิดทดสอบโดยวิธีเพาะในดินอบฆ่าเชื้อ

Source	DF	SS	MS	F	P
Abnormal seedling	5	3814.21	762.842	260.31	0.0000
Error	18	52.75	2.931		
Total	23	3866.96			

$LSD_{(p = 0.05)}$ = 2.54 CV (%) = 15.62

ตาราง 14 ผลการวิเคราะห์ความยาวลำต้น ที่พบในเมล็ดข้าว หลังจากปลูกเชื้อรา *Fusarium moniliforme* ที่เมล็ดและแช่เมล็ดด้วยน้ำมันหอมระเหยจากพืช 3 ชนิดทดสอบโดยวิธีเพาะในดินอบฆ่าเชื้อ

Source	DF	SS	MS	F	P
Shoot length	5	2713.15	542.63	503.04	0.0000
Error	18	19.416	1.078		
Total	23	2732.57			

$LSD_{(p = 0.05)}$ = 1.54 CV (%) = 4.38

ตาราง 15 ผลการวิเคราะห์ความยาวราก ที่พบในเมล็ดข้าว หลังจากปลูกเชื้อรา *Fusarium moniliforme* ที่เมล็ดและแช่เมล็ดด้วยน้ำมันหอมระเหยจากพืช 3 ชนิดทดสอบโดยวิธีเพาะในดินอบฆ่าเชื้อ

Source	DF	SS	MS	F	P
Root length	5	443.093	88.619	131.13	0.0000
Error	18	12.165	0.675		
Total	23	455.258			

$LSD_{(p = 0.05)}$ = 1.22 CV (%) = 9.67

ตาราง 16 ผลการวิเคราะห์น้ำหนักสดที่พบในเมล็ดข้าว หลังจากปลูกเชื้อรา *Fusarium moniliforme* ที่เมล็ดและแช่เมล็ดด้วยน้ำมันหอมระเหยจากพืช 3 ชนิด ทดสอบโดยวิธีเพาะในดินอบฆ่าเชื้อ

Source	DF	SS	MS	F	P
Fresh weight	5	43.628	8.725	131.77	0.0000
Error	18	1.192	0.066		
Total	23	44.820			

$LSD_{(p = 0.05)}$ = 0.38 CV (%) = 8.62

ตาราง 17 ผลการวิเคราะห์น้ำหนักแห้งที่พบในเมล็ดข้าว หลังจากปลูกเชื้อรา *Fusarium moniliforme* ที่เมล็ดและแช่เมล็ดด้วยน้ำมันหอมระเหยจากพืช 3 ชนิด ทดสอบโดยวิธีเพาะในดินอบฆ่าเชื้อ

Source	DF	SS	MS	F	P
Dry weight	5	1.228	0.246	188.51	0.0000
Error	18	0.023	0.001		
Total	23	1.251			

$LSD_{(p=0.05)}$ = 0.05 CV (%) = 7.28

ตาราง 18 ผลการวิเคราะห์เปอร์เซ็นต์การยับยั้งของเชื้อรา *Fusarium moniliforme* บนอาหาร PDA ผสมสารกำจัดรา 4 ชนิด ที่ความเข้มข้น 3 ระดับ วัดผล 10 วัน หลังเลี้ยงเชื้อ

Source	DF	SS	MS	F	P
Innhibition	12	54106.1	4508.84	2375.98	0.0000
Error	52	98.6792	1.89768		
Total	64	54204.8			

$LSD_{(p=0.05)}$ = 1.74 CV (%) = 1.72

ตาราง 19 ผลการวิเคราะห์เปอร์เซ็นต์ความงอกของเมล็ด ที่พบในเมล็ดข้าว หลังจากปลูกเชื้อรา *Fusarium moniliforme* ที่เมล็ดและคลุกเมล็ดด้วยสารกำจัดรา 2 ชนิด ทดสอบโดยวิธีเพาะบนกระดาษชื้น

Source	DF	SS	MS	F	P
Germination	3	1.71187	0.57062	2.59	0.1016
Error	12	2.6475	0.22063		
Total	15	4.35937			

$LSD_{(p=0.05)} = 0.72$ CV (%) = 2.59

ตาราง 20 ผลการวิเคราะห์เปอร์เซ็นต์การติดเชื้อของเมล็ด ที่พบในเมล็ดข้าว หลังจากปลูกเชื้อรา *Fusarium moniliforme* ที่เมล็ดและคลุกเมล็ดด้วยสารกำจัดรา 2 ชนิด ทดสอบโดยวิธีเพาะบนกระดาษชื้น

Source	DF	SS	MS	F	P
Seed infection	3	581.98	193.993	308.74	0.0000
Error	12	7.54	0.62833		
Total	15	589.52			

$LSD_{(p=0.05)} = 1.22$ CV (%) = 10.16

ตาราง 21 ผลการวิเคราะห์เปอร์เซ็นต์ต้นกล้าผิดปกติ ที่พบในเมล็ดข้าว หลังจากปลูกเชื้อรา *Fusarium moniliforme* ที่เมล็ดและคลุกเมล็ดด้วยสารกำจัดรา 2 ชนิด ทดสอบโดยวิธีเพาะบนกระดาษชื้น

Source	DF	SS	MS	F	P
Abnormal seedling	3	19.46	6.48667	35.06	0.0000
Error	12	2.22	0.185		
Total	15	21.68			

$LSD_{(p = 0.05)} = 0.66$ CV (%) = 20.48

ตาราง 22 ผลการวิเคราะห์เปอร์เซ็นต์ความงอกของเมล็ด ที่พบในเมล็ดข้าว หลังจากปลูกเชื้อรา *Fusarium moniliforme* ที่เมล็ดและคลุกเมล็ดด้วยสารชีวภัณฑ์ 4 ชนิด ทดสอบโดยวิธีเพาะบนกระดาษชื้น

Source	DF	SS	MS	F	P
Germination	5	3.60833	0.72167	2.26	0.0925
Error	18	5.75	0.31944		
Total	23	9.35833			

$LSD_{(p=0.05)} = 0.84$ CV (%) = 3.12

ตาราง 23 ผลการวิเคราะห์เปอร์เซ็นต์การติดเชื้อของเมล็ด ที่พบในเมล็ดข้าว หลังจากปลูกเชื้อรา *Fusarium moniliforme* ที่เมล็ดและคลุกเมล็ดด้วยสารชีวภัณฑ์ 4 ชนิด ทดสอบโดยวิธีเพาะบนกระดาษชื้น

Source	DF	SS	MS	F	P
Seed infection	5	243.205	48.6411	5.39	0.0033
Error	18	162.298	9.01658		
Total	23	405.504			

$LSD_{(p=0.05)} = 4.46$ CV (%) = 30.64

ตาราง 24 ผลการวิเคราะห์เปอร์เซ็นต์ต้นกล้าผิดปกติ ที่พบในเมล็ดข้าว หลังจากปลูกเชื้อรา *Fusarium moniliforme* ที่เมล็ดและคลุกเมล็ดด้วยสารชีวภัณฑ์ 4 ชนิด ทดสอบโดยวิธีเพาะบนกระดาษชื้น

Source	DF	SS	MS	F	P
Abnormal seedling	5	27.035	5.407	32.99	0.0000
Error	18	2.95	0.16389		
Total	23	29.985			

$LSD_{(p = 0.05)} = 0.60$ CV (%) = 23.47