



รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์

การจัดการเชื้อราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาอย่างเหมาะสม เพื่อควบคุมไส้เดือนฝอยรากปมในพริก

Managing arbuscular mycorrhizal fungi for control of root-knot nematodes
in chili crops

ดร. จำเนียร มีสำลี และคณะ

งานวิจัยนี้ได้รับทุนอุดหนุนการวิจัยจากมหาวิทยาลัยราชภัฏลำปาง
ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2558



รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์

การจัดการเชื้อราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาอย่างเหมาะสม เพื่อควบคุมไส้เดือนฝอยรากปมในพริก

Managing arbuscular mycorrhizal fungi for control of root-knot nematodes
in chili crops

ดร. จำเนียร มีสำลี และ ดร. นิศากร สุวรรณ

งานวิจัยนี้ได้รับทุนอุดหนุนการวิจัยจากมหาวิทยาลัยราชภัฏลำปาง
ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2558

สารบัญ

เรื่อง	หน้า
บทที่ 1 บทนำ	1
บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	3
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย	11
บทที่ 4 ผลการทดลอง	19
บทที่ 5 สรุปผลการทดลอง	30
เอกสารอ้างอิง	31

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
4.1 ปริมาณธาตุอาหารในวัสดุปลูก	21
4.2 ความสูงของพริก (เซนติเมตร) ที่ปลูกในกรรมวิธีต่างๆ ในสัปดาห์ที่ 5, 12 และ 22 หลังจากย้ายต้นกล้า	23
4.3 น้ำหนักแห้งส่วนต้นและใบ (กรัม) และน้ำหนักแห้งราก (กรัม) ของพริกที่ปลูกในกรรมวิธีต่างๆ	25
4.4 จำนวนผลต่อต้นและน้ำหนักผลต่อต้น (กรัม) ของพริกที่ปลูกในกรรมวิธีต่างๆ	26
4.5 เปอร์เซ็นต์การครอบครองรากพริก (%) ของเชื้อราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา	27
4.6 ดัชนีการเกิดปมรากของพริก	28

สารบัญภาพ

ภาพที่	หน้า
3.1 ลักษณะทางสัณฐานวิทยาและกายวิภาคของริ้วรอยย่นส่วนก้น ของ <i>Meloidogyne incognita</i>	13
3.2 ลักษณะทางสัณฐานวิทยาและกายวิภาคของริ้วรอยย่นส่วนก้น ของ <i>Meloidogyne arenaria</i>	15
3.3 ลักษณะทางสัณฐานวิทยาและกายวิภาคของริ้วรอยย่นส่วนก้น ของ <i>Meloidogyne javanica</i>	20
4.1 รากพริกจากแปลงเกษตรกรที่เป็นโรครากปมเนื่องจากไส้เดือนฝอย	22
4.2 ลักษณะของตัวเต็มวัยเพศเมียที่อยู่ภายในปมรากพริก	24
4.3 ลักษณะริ้วรอยย่นส่วนก้นของตัวเต็มวัยเพศเมียของไส้เดือนฝอยรากปม	25
4.4 ลักษณะของพริกที่เป็นโรครากปมสาเหตุจากเชื้อไส้เดือนฝอย	25
4.5 ตัวอย่างของรากที่มีดัชนีการเกิดปมรากระดับต่างๆ	34

บทที่ 1

บทนำ

พริก เป็นพืชผักที่สามารถบริโภคได้ทั้งในรูปผลสด ผลแห้ง และแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ที่หลากหลาย มีสรรพคุณที่เป็นประโยชน์หลายประการ ดังนั้นจึงได้รับความนิยมและปลูกกันอย่างแพร่หลายทั่วโลก ในประเทศไทยมีพื้นที่ปลูกพริกกระจายอยู่ทั่วทุกภาคของประเทศ โดยเฉพาะภาคเหนือ ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ และภาคกลาง นอกจากนี้ยังนิยมปลูกเพื่อบริโภคภายในครัวเรือน ในการปลูกพริกมักพบปัญหาของโรคและแมลงซึ่งสร้างความเสียหายให้กับเกษตรกรผู้ปลูกพริกเป็นอย่างมาก โดยโรคที่มักเกิดกับพริก เช่น โรคกุ้งแห้งหรือโรคแอนแทรคโนสซึ่งเกิดจากเชื้อราจำพวก *Colletotrichum* spp. โรคใบหึง ซึ่งสาเหตุเกิดจากเพลี้ยไฟและไรขาว โรคใบด่างที่เกิดจากเชื้อไวรัส โรครากเน่าโคนเน่าจากเชื้อรา *Sclerotium* spp. (Macnab et al., 1983) เมื่อเกษตรกรสังเกตเห็นอาการผิดปกติกับพริก โดยส่วนใหญ่จะใช้สารเคมีในการป้องกันกำจัด อย่างไรก็ตาม ยังมีศัตรูพืชอีกชนิดที่สามารถสร้างความเสียหายให้กับพริกได้ โดยที่เกษตรกรไม่สามารถรู้ได้หากไม่มีการถอนต้นพริกออกมาดู นั่นคือ อาการรากปมของพริก ซึ่งเกิดขึ้นจากไส้เดือนฝอย *Meloidogyne* spp. การเข้าสู่รากของไส้เดือนฝอยจะเข้าไปขัดขวางการเคลื่อนย้ายน้ำและธาตุอาหารที่รากพืชดูดได้จากดินเพื่อไปเลี้ยงยังส่วนต่างๆ ของต้นพืช ทำให้พริกไม่สามารถเจริญเติบโตได้อย่างเต็มที่และอาจเป็นสาเหตุสำคัญที่ทำให้พริกขาดความทนทานต่อศัตรูพืชชนิดอื่นๆ ได้ และจากงานวิจัยที่ผ่านมา พบว่าไส้เดือนฝอยที่เป็นสาเหตุของโรครากปมลดการเจริญเติบโตของพริกและหากการเข้าทำลายรุนแรงมากจะทำให้พริกไม่สามารถเจริญเติบโตจนกระทั่งติดผลได้

ในรายงานวิจัยที่ผ่านมาพบว่า เชื้อราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา (เชื้อรา AM) ซึ่งเป็นเชื้อราที่อาศัยอยู่ร่วมกับรากพืชสามารถช่วยลดความรุนแรงของโรครากปมซึ่งเกิดจากการเข้าทำลายของไส้เดือนฝอยได้ในพืชหลายชนิด เช่น มะเขือเทศซึ่งเป็นพืชที่อยู่ในวงศ์เดียวกับพริก แคร้งรอต กล้วย เป็นต้น นอกจากนี้ในดินที่ใส่ฟอสฟอรัสอัตราต่างๆ กัน และดินปลูกปราศจากเชื้อไส้เดือนฝอย การปลูกเชื้อรา AM ช่วยส่งเสริมการเจริญเติบโตรวมถึงผลผลิตของพริกโดยระดับฟอสฟอรัสต่ำที่สุดพริกจะมีเปอร์เซ็นต์การฟั่งพาต่อเชื้อรา AM ต่ำกว่าในดินที่มีฟอสฟอรัสสูง (จำเนียร, 2557)

จากการสำรวจพื้นที่ปลูกพริกของเกษตรกรในเขตตำบลป่าตัน อำเภอแม่ทะ จังหวัดลำปาง พบโรครากปมที่เกิดจากไส้เดือนฝอยในหลายหมู่บ้าน ส่วนใหญ่จะพบในดินที่เป็นดินทราย และดินร่วนปนทราย อย่างไรก็ตาม หากเกษตรกรไม่ถอนรากพริกขึ้นมาดูก็ไม่สามารถทราบได้ว่าต้นพริกของ

เกษตรกรถูกไส้เดือนฝอยเข้าทำลาย ซึ่งนี่อาจจะเป็นสาเหตุหนึ่งที่ทำให้พริกอ่อนแอต่อโรคอื่นๆ ได้ถึงแม้ว่า การใช้สารเคมีกำจัดไส้เดือนฝอยจะมีประสิทธิภาพสูงในการป้องกันกำจัด แต่ก็อาจเกิดการตกค้างในผลผลิตและเป็นอันตรายต่อผู้บริโภคได้

ดังนั้น งานวิจัยในครั้งนี้จึงได้นำเชื้อรา AM ชนิด *Acualospora morrowiae* ซึ่งเป็นเชื้อราที่เพิ่มจำนวนสปอร์จากพืชอาศัยคือไมยราบไร้หนาม (*Mimosa invisa*) ใช้ระยะเวลาเพิ่มจำนวนสปอร์เป็นเวลา 8 เดือน มาศึกษาความสามารถในการลดความรุนแรงของโรครากปมที่เกิดจากไส้เดือนฝอย รวมถึงการส่งเสริมการเจริญเติบโตและผลผลิตของพริก โดยศึกษาถึงระยะเวลาที่เหมาะสมในการปลูกเชื้อเพื่อส่งเสริมการเจริญเติบโตของพริก รวมถึงความสามารถในการต้านทานต่อโรครากปมจากไส้เดือนฝอย ซึ่งจะเป็นประโยชน์ต่อเกษตรกรผู้ปลูกพริกทั้งในประเทศไทยรวมถึงประเทศอื่นๆ ที่ประสบปัญหาดังกล่าวต่อไปได้

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

พริก

พริก (*Capsicum* spp.) เป็นพืชผักที่อยู่ในวงศ์มะเขือ (Solanaceae) มีพื้นที่ปลูกกระจายอยู่ทั่วโลกมีผลผลิตประมาณ 7 ล้านตัน และมีพื้นที่ปลูกประมาณ 1.5 ล้านเฮกตาร์ อินเดียเป็นประเทศที่ปลูกพริกและส่งออกพริกมากที่สุดในโลก สำหรับประเทศไทยในปี 2555 มีการปลูกพริกและมีผลผลิตรวมทั้งพริกสดและพริกแห้งประมาณ 169,632 ตัน ซึ่งเป็นอันดับ 4 ของโลกรองจากประเทศอินเดีย จีนและชิลี (FAOSTAT, 2014) พริกจึงนับว่าเป็นพืชที่มีมูลค่าทางเศรษฐกิจ การปลูกพริกให้ผลตอบแทนต่อพื้นที่สูงกว่าการปลูกพืชชนิดอื่น ๆ ยกตัวอย่างเช่น ข้าว ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ มันสำปะหลัง และอ้อยโรงงาน เป็นต้น (วีระและเยาวรัตน์, 2557) ในปี พ.ศ. 2557 ประเทศไทยมีพื้นที่ปลูกพริกทุกประเภททั้งพริกชี้หนูผลเล็ก พริกชี้หนูผลใหญ่ พริกหยวกและพริกยักษ์หรือพริกหวาน รวมกันประมาณ 148,172.57 ไร่ และมีผลผลิตรวมทั้งประเทศประมาณ 135,296.074 ตัน (กรมส่งเสริมการเกษตร, 2558) และในปี พ.ศ. 2557 ประเทศไทยส่งออกพริกแห้งจำนวน 11,229.210 ตัน คิดเป็นมูลค่า 391,802,118 บาท รวมทั้งยังมีการนำเข้าพริกแห้งจากต่างประเทศ 68,944.632 ตัน คิดเป็นมูลค่าการนำเข้าสูงถึง 1,718,744,358 บาท (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2558) ซึ่งมูลค่านำเข้าพริกแห้งสูงกว่าการส่งออกถึงเกือบหกเท่า แสดงให้เห็นว่าปริมาณความต้องการพริกเพื่อใช้ในโรงงานอุตสาหกรรมการแปรรูปหรือใช้บริโภคภายในประเทศยังมีปริมาณที่ค่อนข้างสูง ผลผลิตที่ผลิตได้ยังไม่เพียงพอต่อความต้องการ คนไทยนิยมบริโภคพริกทั้งพริกสดและพริกแห้ง พริกที่เกษตรกรไทยนิยมปลูกมี 2 ชนิดคือ พริกในกลุ่ม *C. annuum* ได้แก่ พริกหวาน พริกหยวก พริกชี้ฟ้า และพริกกลุ่ม *C. frutescens* ได้แก่ พริกชี้หนูสวน พริกชี้หนูใหญ่ พริกมีสรรพคุณหลายชนิด เช่น มีวิตามินซี วิตามินเอ เบต้าแคโรทีน เป็นแหล่งของกรด ascorbic ซึ่งเป็นสารที่ช่วยให้เส้นเลือดในลำไส้และกระเพาะอาหารขยายตัว ทำให้การดูดซึมอาหารดีขึ้น มีสารเบต้าแคโรทีนสูง พริกมีสารที่สำคัญ 2 ชนิด คือ Capsaicin และ Oleoresin โดยเฉพาะสาร Capsaicin ที่นำมาใช้ในอุตสาหกรรมและผลิตภัณฑ์เพื่อการรักษาโรค เช่น ฆ่าเชื้อแบคทีเรียในกระเพาะอาหาร การนำมาเป็นครีมและโลชั่นเพื่อลดความเจ็บปวดของกล้ามเนื้อ เป็นต้น (Wikipedia, 2014) จากสรรพคุณที่มีมากมายของพริกทำให้ความต้องการพริกมีเพิ่มมากขึ้น พริกจึงเป็นพืชที่ตลาดยังมีความต้องการในปริมาณสูงและเป็นพืชที่นับว่ามีความสำคัญทางเศรษฐกิจสูงเช่นกัน

ลักษณะทางพฤกษศาสตร์ของพริก

พริกจัดเป็นพืชที่อยู่ในตระกูลโซลานาซีอี (Solanaceae) ซึ่งอยู่ในตระกูลเดียวกันกับ มะเขือเทศ มะเขือต่างๆ มันฝรั่ง และยาสูบ พืชในตระกูลนี้มีอยู่ประมาณ 90 สกุล (Genus) หรือ 2,000 ชนิด (Species) ซึ่งกระจายอยู่ในส่วนต่าง ๆ ของโลก แต่ส่วนใหญ่จะอยู่ในเขตร้อน พริกจัดอยู่ในสกุลแคปซิคัม (Genus capsicum) มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Capsicum* spp. ซึ่งพริกมีอยู่หลายชนิด โดยพริกแต่ละชนิดจะมีความแตกต่างกันค่อนข้างมากทั้งด้านลักษณะต้น ใบ และผล โดยเฉพาะอย่างยิ่งผลจะมีความแตกต่างกันทั้งลักษณะรูปร่าง ขนาด ความเผ็ด ความหนาของเนื้อ และการใช้ประโยชน์ บางชนิดเป็นพืชฤดูเดียวบางชนิดเป็นพืชหลายฤดู สำหรับลักษณะทางพฤกษศาสตร์โดยทั่วไปของพริกมีดังนี้

1. ราก พริกมีรากแก้วที่แข็งแรง รากของพริกอาจหยั่งลึกลงไปใต้ดินได้มากกว่า 1.20 เมตร ต้นพริกโตเต็มที่รากฝอยจะแผ่ออกไปหาอาหารด้านข้างในรัศมีเกินกว่า 1 เมตร และพบรากฝอยประสานกันอยู่อย่างหนาแน่นบริเวณรอบๆ ต้นใต้ผิวดินลึกประมาณ 60 เซนติเมตร ซึ่งการกระจายของรากจะขึ้นอยู่กับชนิดของพริก และคุณสมบัติของดินที่ปลูกด้วย

2. ลำต้นและกิ่ง พริกเป็นไม้พุ่มล้มลุก ทรงพุ่มมีขนาดและลักษณะต่างๆ กัน เช่น พุ่มเตี้ยและสูง ลำต้นตั้งตรง สูงตั้งแต่ 1-2.5 ฟุต พริกเป็นพืชที่มีการเจริญของกิ่งเป็นแบบ dichotomous กล่าวคือ กิ่งจะเจริญจากลำต้นเพียง 1 กิ่ง แล้วแตกออกเป็น 2 กิ่ง และเพิ่มเป็น 4 กิ่ง 8 กิ่ง 16 กิ่ง ไปเรื่อย ๆ และมักพบว่าต้นพริกที่สมบูรณ์จะมีกิ่งแตกขึ้นมาจากต้นที่ระดับดินจำนวนหลายกิ่ง จะคล้ายกับว่ามีหลายต้นอยู่รวมที่เดียวกัน ดังนั้นจึงมักไม่พบลำต้นหลักแต่จะพบเพียงกิ่งหลักๆ เท่านั้น ทั้งลำต้นและกิ่งนั้นในระยะแรกจะเป็นไม้อ่อน แต่เมื่อมีอายุมากขึ้นก็จะยิ่งแข็งมากขึ้น แต่กิ่งและต้นพริกก็ยังคงเปราะ และหักได้ง่ายเหมือนเดิม

3. ใบ พริกเป็นพืชใบเลี้ยงคู่ ใบแบบใบเดี่ยว อยู่ตรงข้อของกิ่งเกิดสลับ มีก้านใบยาวประมาณ 0.5-2.5 เซนติเมตร ใบมีลักษณะแบนเรียบเป็นมัน ไม่มีขนหรืออาจมีขนเล็กน้อยใบมีรูปร่างตั้งแต่รูปไข่ไปจนกระทั่งเรียวยาว ใบบาง ขอบใบเรียบ โคนใบกว้าง ปลายใบแหลม มีขนาดแตกต่างกันไปแล้วชนิดพันธุ์ของพริก เช่น ใบพริกหวานมีขนาดค่อนข้างใหญ่ ใบพริกขี้หนูโดยทั่วไปมีขนาดเล็กและใบล่างๆ ของต้นโตเต็มที่จะมีขนาดค่อนข้างใหญ่

4. ดอก ลักษณะดอกของพริกเป็นดอกสมบูรณ์เพศ คือเกสรตัวผู้และเกสรตัวเมียอยู่ภายในดอกเดียวกัน พริกจึงสามารถผสมตัวเองได้ในดอกเดียวกัน แต่ก็มีโอกาสผสมข้ามดอกและ

ก่อให้เกิดการกลายพันธุ์ได้ 9-32 เปอร์เซ็นต์ ขึ้นอยู่กับพันธุ์ โดยปกติมักพบว่าดอกพริกเกิดเป็นดอกเดี่ยวๆ แต่ก็อาจพบมีหลายดอกเกิดตรงจุดเดียวกันจนคล้ายเป็นดอกช่อได้เช่นกัน ดอกเกิดที่ข้อตรงมุมที่เกิดใบหรือกิ่ง ก้าน ดอกค่อนข้างใหญ่หนา อาจตั้งตรงหรือโค้งยาวประมาณ 1.5 เซนติเมตร ก้านดอกจะใหญ่กว่าส่วนที่ติดกับลำต้นอย่างเห็นได้ชัด ส่วนของดอกประกอบด้วย กลีบรองดอก (calyx) มีลักษณะเป็นพู 5 พู กลีบดอกสีขาว 5 กลีบ แต่บางพันธุ์อาจมีสีม่วงหรือสีเขียวยาวและอาจมีกลีบดอกตั้งแต่ 4-7 กลีบมีเกสรตัวผู้ (stamen) 5 อัน ซึ่งแตกต่างจากทรงโคนของชั้นกลีบดอก (corolla) อับเกสรตัวผู้ (anther) มักมีสีน้ำเงินแยกตัวเป็นกระเปาะเล็กๆ ยาวๆ และแตกปล่อยละอองเกสรตามแนวยาวของอับเกสร เกสรตัวเมียชูสูงขึ้นเหนือเกสรตัวผู้ ปลายเกสรตามแนวยาวของอับเกสร เกสรตัวเมีย (stigma) มีรูปร่างเหมือนกระบองหัวมน รังไข่จะมี 3 พู อยู่ตรงฐานของเกสรตัวเมียแต่อาจพบได้ตั้งแต่ 2-4 พู

5. ผล ผลพริกเกิดที่ข้อ มีทั้งแบบผลเดี่ยวและผลกลุ่ม ผลพริกจัดเป็นประเภท berry ที่มีลักษณะเป็นกระเปาะ มีฐานขั้วผลสั้นและหนา พริกแต่ละพันธุ์จะให้ผลที่มีลักษณะแตกต่างกันมาก โดยปกติผลอ่อนมักชี้ขึ้น เมื่อเป็นผลแก่พันธุ์ที่มีลักษณะขั้วผลอ่อนผลก็จะห้อยลงแต่บางพันธุ์ผลจะชี้ขึ้นทั้งผลอ่อนและผลแก่ ผลมีลักษณะแบนๆ กลมยาวจนถึงพองอ้วนสั้น ขนาดของผลมีตั้งแต่ผลเล็กๆ ไปจนผลขนาดใหญ่หนึ่งผลมีตั้งแต่บางจนถึงหนาขึ้นอยู่กับพันธุ์ ผลอ่อนมีทั้งสีเหลืองอ่อน สีเขียวยาว สีเขียวเข้ม และสีม่วง แต่เมื่อสุกอาจเปลี่ยนเป็นสีแดง ส้มเหลือง น้ำตาล ขาวนวล หรือสีม่วง พร้อมๆ กับการแก่ของเมล็ดภายในผลควบคู่กันไป ผลพริกมีความเผ็ดแตกต่างกันไปบางพันธุ์เผ็ดจัด บางพันธุ์เผ็ดน้อยหรือไม่เผ็ดเลย ฐานของผลอาจแบ่งออกเป็น 2-4 ห้องซึ่งจะเห็นได้ชัดเจนในพริกหวาน แต่พริกที่มีขนาดผลเล็กอาจสังเกตได้ยาก บางพันธุ์อาจดูเหมือนว่าภายในผลมีเพียงห้องเดียวโดยตลอดเนื่องจาก septae ไม่เจริญยาวตลอดถึงปลายผล ในแต่ละผลจะมีเมล็ดเป็นจำนวนมากอยู่ที่รก (placenta) ซึ่งมีตั้งแต่โคนจนถึงปลายผล ในระหว่างการเจริญเติบโตของผลหากอุณหภูมิในเวลากลางวันสูงและความชื้นในบรรยากาศต่ำ จะทำให้ผลพริกมีการเจริญผิดปกติคือ ผลมีรูปร่างบิดเบี้ยวและมีขนาดเล็ก นอกจากนี้ยังทำให้การติดเมล็ดต่ำกว่าปกติอีกด้วย

6. เมล็ด เมล็ดพริกมีขนาดใหญ่กว่าเมล็ดมะเขือเทศ แต่มีรูปร่างคล้ายกันคือ มีรูปร่างกลมแบน มีสีเหลืองไปจนถึงสีน้ำตาลผิวเรียบ ผิวไม่ค่อยมีขนเหมือนเมล็ดมะเขือเทศ มีร่องลึกอยู่ทางด้านหนึ่งของเมล็ด เมล็ดจะติดอยู่กับรก โดยเฉพาะทางด้านฐานของผลพริกจะติดอยู่มากกว่าปลายผล ส่วนมากที่เปลือกของผลและเปลือกของเมล็ดมักจะมีเชื้อโรคพวกโรคใบจุดและโรคใบเหี่ยวติดมา สำหรับจำนวนของเมล็ดต่อผลพริก 1 ผล จะไม่แน่นอนแต่ตามมาตรฐานของขนาดเมล็ดพริก

แล้ว เมล็ดพริกหวาน 1 กรัม ควรจะมีเมล็ด 166 เมล็ด ขึ้นไป ส่วนพริกเผ็ดที่ผลมีขนาดเล็กควรมีขนาดเมล็ดเล็กลง เช่น เมล็ดพริกพันธุ์ห้วยสีทน 1 น้ำหนัก 1 กรัม อาจมีเมล็ดถึง 256 เมล็ด พริกพันธุ์หัวเรื่อน้ำหนัก 1 กรัม จำนวนเมล็ด 250 เมล็ด ส่วนพริกชี้ฟ้าพันธุ์พิจิตร 1 น้ำหนัก 1 กรัม มีจำนวนเมล็ด 258 เมล็ด ซึ่งเมล็ดพริกจะมีชีวิตอยู่ได้นานประมาณ 2-4 ปี

พริกมีประโยชน์ทั้งคุณค่าทางโภชนาการและมีสรรพคุณเป็นยารักษาโรค ประโยชน์ของพริกมีดังต่อไปนี้ คือ

- 1) พริกมีสารตั้งต้นของวิตามินเอ ช่วยบำรุงสายตา
- 2) ช่วยให้ทางเดินหายใจโล่ง ขับเสมหะ เพราะแคปไซซินจะไปขยายช่องจมูกให้ใหญ่ขึ้น ทำให้เสมหะที่ข้นเหนียวเจือจางลง ร่างกายสามารถขับออกได้ง่ายขึ้น จะเห็นได้จากเมื่อเรากินพริกเผ็ดๆ น้ำตา น้ำมูกจะไหลออกมา
- 3) พริกมีวิตามินซีสูง แต่วิตามินซีจะสลายตัวเมื่อถูกความร้อน เพราะฉะนั้นการกินพริกสด จะดีกว่าพริกที่ปรุงสุกแล้ว
- 4) พริกมีสารแคปไซซินช่วยกระตุ้นสมองส่วนกลางให้หลั่งสารเอ็นโดรฟิน ซึ่งเป็นสารสร้างความสุข ทำให้เราอารมณ์ดีมากขึ้น
- 5) สำหรับผู้ป่วยหอบหืด พริกจะช่วยให้อาการดีขึ้นอย่างมาก เพราะความเผ็ดทำให้หลอดลมขยายตัวได้ดีขึ้น ไม่หดรัด
- 6) แคปไซซินที่อยู่ในพริก ช่วยป้องกันไม่ให้ตับสร้างคลอเลสเทอรอลชนิดไม่ดี แต่ส่งเสริมการสร้างคลอเลสเทอรอลชนิดดี
- 7) ลดความเสี่ยงในการเป็นโรคมะเร็ง
- 8) ลดความดัน และลดการอุดตันของหลอดเลือด การกินพริกเป็นประจำจะช่วยให้การไหลเวียนของเลือดดีขึ้น
- 9) พริกช่วยเพิ่มอุณหภูมิในร่างกาย และช่วยในการเผาผลาญ จึงมีประโยชน์ในการควบคุมน้ำหนัก
- 10) บรรเทาอาการปวด เช่น ลดอาการปวดฟัน

เชื้อราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา

เชื้อราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาหรือเชื้อราวิเอไมคอร์ไรซา (arbuscular mycorrhizal (AM) fungi or vesicular-arbuscular mycorrhizal (VAM) fungi) เป็นเชื้อราที่อาศัยอยู่ร่วมกับพืช

หลายชนิด เจริญอยู่ที่รากของพืชอาศัย โดยอยู่ร่วมกันแบบพึ่งพาอาศัย เป็นรากลุ่มที่เส้นใยไม่มีผนังกันตามขวาง (non-septate hyphae) มีการดำรงชีวิตเป็นแบบ obligate symbiosis ดังนั้น จึงไม่สามารถเพาะเลี้ยงเชื้อรากลุ่มนี้บนอาหารเลี้ยงเชื้อได้ การเพาะเลี้ยงเพื่อเพิ่มปริมาณของเชื้อราประเภทนี้จึงนิยมทำในกระถางปลูกที่มีพืชให้อาศัยเจริญอยู่ด้วย (trap culture) เส้นใยของเชื้อราจะเจริญอยู่ในชั้นคอร์เทกซ์ของรากพืช และมีเส้นใยที่เจริญยื่นออกมาภายนอกราก ซึ่งจะซอนเข้าไปตามช่องว่างระหว่างอนุภาคดิน เชื้อรา AM

มีลำดับขั้นตอนการเข้าสู่รากพืชอาศัยของเชื้อราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา ดังนี้ (Brundrett *et al.*, 1996)

1. เมื่อเส้นใยของเชื้อราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาสัมผัสกับรากพืช หรือเส้นใยเจริญจากดินบริเวณใกล้ผิวราก เมื่อสัมผัสกับราก เส้นใยจะสร้าง appressorium ตรงตำแหน่งเข้าสู่ราก โดยผ่านเซลล์เนื้อเยื่อชั้นผิว (epidermal cells) ของรากพืช
2. เส้นใยของเชื้อรา จะเจริญผ่านเนื้อเยื่อชั้นผิว เข้าอยู่เนื้อเยื่อชั้นคอร์เทกซ์ของรากพืช
3. เส้นใยของเชื้อรา จะเจริญและแตกแขนงในชั้นคอร์เทกซ์ของรากพืช โดยเจริญอยู่ในบริเวณช่องว่างระหว่างเซลล์ของราก หรือเจริญผ่านเข้าไปในเซลล์ของรากพืช
4. เมื่อเข้าไปแล้ว จะสร้างอาร์บัสคูลภายในเซลล์ชั้นคอร์เทกซ์ มีลักษณะเป็นเส้นใยที่แตกแขนงเป็นก้านสั้นๆ มากมาย และมักแตกแขนงแบบแยกสองแฉก และสัมผัสกับเยื่อหุ้มเซลล์ของพืช ทำหน้าที่แลกเปลี่ยนสารอาหารกันระหว่างเชื้อรา และพืชให้อาศัย
5. อาจมีการสร้างเวซิเคิล ที่มีลักษณะเป็นถุงขนาดเล็กอยู่ปลายเส้นใยหรือระหว่างเส้นใย มีหน้าที่เก็บสะสมอาหารที่มีไขมัน อาจสร้างอยู่ระหว่างเซลล์ของราก หรือภายในเซลล์ของรากพืช
6. เชื้อรา จะแผ่เส้นใยยื่นออกไปภายนอกรากพืชให้อาศัย เส้นใยส่วนนี้จะมียาพิษที่สำคัญในการเพิ่มพื้นที่ในการดูดซับน้ำและแร่ธาตุให้แก่พืช โดยจะมีการสร้างสปอร์ซึ่งมักจะสร้างภายในดินนอกรากของพืชให้อาศัย แต่บางครั้งก็พบการสร้างสปอร์ภายในรากได้ด้วย

ประโยชน์ของเชื้อราอาร์บัสคูลาร์

เชื้อราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาสามารถพบได้ทั่วไปในดิน โดยอาศัยอยู่ร่วมกับพืชมากมายหลายชนิด มีความเฉพาะเจาะจงต่อพืชอาศัยต่ำ ได้มีการศึกษาเกี่ยวกับบทบาทของเชื้อราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาในด้านต่างๆ ยกตัวอย่างเช่น ช่วยให้พืชอาศัยดูดธาตุอาหารต่างๆ ได้เพิ่มมากขึ้น ช่วย

เพิ่มประสิทธิภาพในการดูดน้ำให้แก่พืชอาศัย ทำให้พืชอาศัยทนทานต่อสภาพสิ่งแวดล้อมที่ไม่เหมาะสมบางประการได้ นอกจากนี้ยังช่วยให้พืชต้านทานโรคได้ดีขึ้น ช่วยให้พืชดูดน้ำและธาตุอาหาร เช่น ไนโตรเจน โพแทสเซียม แมกนีเซียม ทองแดง แมงกานีส สังกะสีและฟอสฟอรัส โดยเฉพาะฟอสฟอรัส พบว่า ดินบริเวณโดยรอบๆ รากมักจะมีในปริมาณน้อยและไม่เพียงพอสำหรับพืช (Marschner and Dell, 1994) พืชที่มีเชื้อรา AM อาศัยอยู่ภายในราก ส่วนมากจะเจริญเติบโตได้รวดเร็วกว่าการที่ไม่มีเชื้อ นอกจากนี้ยังช่วยให้พืชทนทานต่อความแห้งแล้งและทนทานต่อการเกิดโรคได้ (Smith and Read, 1997) ในดินที่มีความเป็นกรดและมีฟอสฟอรัสต่ำ เชื้อรา AM ช่วยให้ลำต้นเจริญเติบโตได้ดีขึ้น (Kongpun *et al.*, 2014) อย่างไรก็ตามการได้รับประโยชน์จากเชื้อรา AM ของพืชอาศัย ขึ้นอยู่กับหลายปัจจัย เช่น ชนิดของพืช ชนิดของเชื้อรา AM และคุณสมบัติของดิน (Smith and Read, 2000; Tawara *et al.*, 2001) ในดินที่ถูกกรบกรวนอยู่ตลอดเวลาจะมีปริมาณของสปอร์เชื้อรา AM ต่ำเมื่อเทียบกับดินที่ไม่ถูกกรบกรวน ความอุดมสมบูรณ์ของดินและความเป็นกรดเป็นด่างของดินล้วนมีผลต่อจำนวนสปอร์และการเข้าสู่รากพืชของเชื้อรา AM ด้วย ในดินที่เป็นกรดและดินที่มีฟอสฟอรัสสูง การเข้าสู่รากพืชจะมีน้อย (Clark, 1997) ดินที่มีฟอสฟอรัสต่ำหรือสูงมากจนเกินไปมีผลทำให้การเข้าสู่รากพืชของเชื้อรา AM ลดน้อยลง (Koide and Li, 1991) นอกจากนี้ เชื้อรา AM ต่างชนิดกันก็มีเปอร์เซ็นต์การเข้าสู่รากพืชที่แตกต่างกัน ยกตัวอย่างเช่น ในถั่วพุ่ม พบว่า เชื้อรา *Glomus etunicatum* มีเปอร์เซ็นต์การเข้าสู่รากต่ำกว่าเชื้อรา *Gigaspora margarita* จำเนียร (2557) พบว่า พริกมีการเจริญเติบโตและผลผลิตสูงขึ้นเมื่อใส่เชื้อรา AM, *Acaulospora morrowiae* จึงอาจกล่าวได้ว่า พืชจะพึงพาหรือได้รับประโยชน์จากเชื้อราได้มากน้อยแค่ไหนขึ้นอยู่กับหลายปัจจัยดังที่ได้กล่าวมา ดังนั้นจึงมีการนำเชื้อรา AM ไปใช้ให้เกิดประโยชน์กับพืชหลายๆ ชนิด รวมถึงการนำไปใช้เพื่อเพิ่มความแข็งแรงของต้นกล้าในระบบป่าไม้อด้วย

ไส้เดือนฝอยรากปม (Root knot nematode)

ในการปลูกพริก โดยเฉพาะพื้นที่ที่ดินเป็นดินทรายหรือดินร่วนปนทราย มักจะประสบปัญหาในเรื่องของโรครากปมที่มีสาเหตุมาจากเชื้อไส้เดือนฝอย ไส้เดือนฝอยที่เป็นศัตรูพืช (plant parasitic nematodes) เป็นสัตว์ที่มีขนาดเล็ก รูปร่างคล้ายเส้นด้ายมองไม่เห็นได้ด้วยตาเปล่า ต้องมองผ่านกล้องจุลทรรศน์ ความยาวเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 0.2-2 มิลลิเมตร ส่วนปากจะมีอวัยวะที่มีลักษณะคล้ายเข็ม เรียกว่า stylet เป็นส่วนที่ใช้แทงเซลล์พืชและปล่อยเอนไซม์เพื่อเข้าทำลายและดูดสารอาหารจากพืช เปรียบเสมือนพยาธิพืช ส่วนใหญ่จะดำรงชีวิตในดินและเข้าทำลายรากพืช ทำให้

เกิดอาการรากปม รากเป็นแผล รากกุด หรือรากเน่า แต่มีบางชนิดที่สามารถทำลายพืชส่วนที่อยู่เหนือดิน เช่น ลำต้น ใบ ดอก เมล็ด สร้างความเสียหายทางเศรษฐกิจให้กับพืช ผลผลิตเสียหายและคุณภาพของผลผลิตลดลง ไล่เดือนฝอยรากปม มีชื่อวิทยาศาสตร์คือ *Meloidogyne* spp. ซึ่งชนิดที่สร้างความเสียหายให้กับพริกมีอยู่หลายชนิดหลายชนิด ได้แก่ *Meloidogyne incognita*, *M. javanica*, *M. arenaria* และ *M. graminicola* ซึ่งการจำแนกชนิดของไล่เดือนฝอยจะอาศัยลักษณะของรูรอยบนส่วนกันของตัวเต็มวัยเพศเมีย (รูปที่ 3.1) ในเขตภาคเหนือตอนล่างของประเทศไทยส่วนใหญ่จะพบโรครากปมที่เกิดจากเชื้อไล่เดือนฝอย 2 ชนิดคือ *M. incognita* และ *M. javanica* โดยจะพบชนิดแรกในสัดส่วนที่มากกว่า คือ 4:1 (นุชนารถ, 2550) โรครากปมที่เกิดจากเชื้อไล่เดือนฝอยสามารถเกิดขึ้นกับพืชหลายชนิดและสร้างความเสียหายให้กับผลผลิต ในประเทศจีน ไล่เดือนฝอยเป็นสาเหตุหลักที่ทำให้ผลผลิตทางการเกษตรเสียหายคิดเป็นมูลค่าสูงถึง 125,000 ล้านบาทสหรัฐ (Chitwood, 2003) เนื่องจากไล่เดือนฝอยเพียง 1 ตัว เมื่อเข้าสู่รากพริกในระยะกล้าแล้ว ภายในระยะเวลาเพียง 20 วัน จะสามารถเพิ่มจำนวนประชากรในดินเป็น 400-500 ตัว และจะเข้ามาอาศัยอยู่ภายในรากพริกและขยายพันธุ์เพิ่มจำนวนทันที เมื่อพริกมีอายุ 3 เดือน ไล่เดือนฝอยจะมีวงจรชีวิตถึง 3 ช่วงอายุ ในปี 2550 โรครากปมเป็นสาเหตุทำให้ผลผลิตและคุณภาพพริกในพื้นที่ปลูกของจังหวัดอุบลราชธานี ศรีสะเกษ และยโสธร ลดลงถึง 50-100% คิดเป็นมูลค่าความเสียหาย 50-80 ล้านบาท จนถึงปัจจุบันในบางพื้นที่ไม่สามารถปลูกพริกได้เนื่องจากการสะสมของเชื้อไล่เดือนฝอยในปริมาณมาก (นุชนารถ, 2553) เนื่องจากเชื้อไล่เดือนฝอยสามารถแพร่กระจายได้ง่าย ไม่ว่าจะไหลไปตามน้ำ ดินไปกับเครื่องมือทางการเกษตร รองเท้าของเกษตรกร หรือจากต้นกล้า นอกจากนี้พริกยังสามารถปลูกได้เกือบตลอดทั้งปี ดังนั้นหากพื้นที่ปลูกมีเชื้อไล่เดือนฝอยที่ก่อให้เกิดโรครากปมและไม่มีการป้องกันกำจัดก็จะทำให้จำนวนประชากรของไล่เดือนฝอยเพิ่มมากขึ้นและจะสร้างความเสียหายให้กับพริกต่อไป

ในการป้องกันกำจัดโรครากปมที่เกิดจากไล่เดือนฝอยนั้น สามารถทำได้หลายวิธี เช่น วิธีเขตกรรม การใช้พันธุ์ต้านทาน การใช้สารเคมี ถึงแม้ว่าการใช้สารเคมีในการป้องกันกำจัดจะทำได้รวดเร็วและเห็นผลที่ชัดเจนแต่อาจมีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมและอาจเป็นอันตรายหากเกิดการตกค้าง การนำจุลินทรีย์ที่เป็นปฏิปักษ์กับไล่เดือนฝอยจึงเป็นอีกวิธีหนึ่งของการควบคุมโดยชีววิธี (biological control) ที่ช่วยลดการใช้สารเคมีและมีความปลอดภัยทั้งต่อผู้ผลิตและผู้บริโภค เชื้อราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซันับเป็นจุลินทรีย์อีกชนิดหนึ่งที่มีการนำมาใช้ประโยชน์ในทางการเกษตร ซึ่งนอกจากการใช้ประโยชน์ในด้านการส่งเสริมการเจริญเติบโตของพืชแล้ว เชื้อรา AM ยังถูกนำไปใช้ในการเพิ่มความต้านทานต่อเชื้อไล่เดือนฝอยที่ก่อให้เกิดโรครากปมในพืชหลายชนิด เช่น มะเขือเทศ (Tawara *et al.*,

2001) แต่งกวา (Zhang *et al.*, 2009) เสาวรสหวาน (Anjos *et al.*, 2010) กล้วย (Vos *et al.*, 2012) เป็นต้น เนื่องจากพริกเป็นพืชหนึ่งที่ได้รับคามเสียหายจากการเข้าทำลายของไส้เดือนฝอย เช่นเดียวกัน ดังนั้น งานวิจัยในครั้งนี้จึงได้ศึกษานำเชื้อรา AM ชนิด *Acualospora morrowiae* มาศึกษาความเป็นไปได้ในการควบคุมโรครากปมที่มีสาเหตุมาจากเชื้อไส้เดือนฝอย โดยจะศึกษา ระยะเวลาที่เหมาะสมสำหรับการปลูกเชื้อรา AM เพื่อให้การส่งเสริมการเจริญเติบโตรวมทั้งการ ต้านทานต่อไส้เดือนฝอยของพริกเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ และนำองค์ความรู้ไปถ่ายทอดให้ เกษตรกรผู้ปลูกพริกต่อไป

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

1. การวางแผนการทดลอง

วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Complete Randomized Design: CRD) กรรมวิธีละ 5 ซ้ำ ประกอบด้วย 3 ปัจจัย ดังนี้

ปัจจัยที่ 1 คือ การใส่และไม่ใส่เชื้อรา AM (*Acualospora morrowiae*)

ปัจจัยที่ 2 คือ ระยะเวลาการปลูกเชื้อรา AM (ระยะเพาะเมล็ด และระยะย้ายต้นกล้า)

ปัจจัยที่ 3 คือ การใส่และไม่ใส่เชื้อไส้เดือนฝอย (ระยะย้ายต้นกล้า)

มีกรรมวิธีการทดลองทั้งหมด 12 กรรมวิธี ดังนี้

- 1) AM0P0Ne0 = ไม่ใส่เชื้อราฯ, ไม่ใส่ปุ๋ยฯ และไม่ใส่เชื้อไส้เดือนฝอย
- 2) AM0P1Ne0 = ไม่ใส่เชื้อราฯ, ใส่ปุ๋ยฯ และไม่ใส่เชื้อไส้เดือนฝอย
- 3) AM0P0Ne+ = ไม่ใส่เชื้อราฯ, ไม่ใส่ปุ๋ยฯ และใส่เชื้อไส้เดือนฝอย
- 4) AM0P1Ne+ = ไม่ใส่เชื้อราฯ, ใส่ปุ๋ยฯ และใส่เชื้อไส้เดือนฝอย
- 5) AM+P0Ne0 = ใส่เชื้อราฯ ระยะเพาะเมล็ด, ไม่ใส่ปุ๋ยฯ และไม่ใส่เชื้อไส้เดือนฝอย
- 6) AM+P1Ne0 = ใส่เชื้อราฯ ระยะเพาะเมล็ด, ใส่ปุ๋ยฯ และไม่ใส่เชื้อไส้เดือนฝอย
- 7) AM+P0Ne+ = ใส่เชื้อราฯ ระยะเพาะเมล็ด, ไม่ใส่ปุ๋ยฯ และใส่เชื้อไส้เดือนฝอย
- 8) AM+P1Ne+ = ใส่เชื้อราฯ ระยะเพาะเมล็ด, ใส่ปุ๋ยฯ และใส่เชื้อไส้เดือนฝอย
- 9) 0AM+P0Ne0 = ใส่เชื้อราฯ ระยะย้ายต้นกล้า, ไม่ใส่ปุ๋ยฯ และไม่ใส่เชื้อไส้เดือนฝอย
- 10) 0AM+P1Ne0 = ใส่เชื้อราฯ ระยะย้ายต้นกล้า, ใส่ปุ๋ยฯ และใส่เชื้อไส้เดือนฝอย
- 11) 0AM+P0Ne+ = ใส่เชื้อราฯ ระยะย้ายต้นกล้า, ไม่ใส่ปุ๋ยฯ และใส่เชื้อไส้เดือนฝอย
- 12) 0AM+P1Ne+ = ใส่เชื้อราฯ ระยะย้ายต้นกล้า, ใส่ปุ๋ยฯ และใส่เชื้อไส้เดือนฝอย

หมายเหตุ : ไม่มีปัจจัยการใส่เชื้อไส้เดือนฝอยในระยะเพาะเมล็ดเนื่องจากเมื่อเชื้อเข้าสู่ราก จะทำให้ต้นกล้าหยุดการเจริญเติบโตและตายก่อน และในการเพาะกล้าพริกมักจะใช้วัสดุเพาะที่ปราศจากเชื้อไส้เดือนฝอย และต้นกล้าที่เกษตรกรใช้ปลูกจะเป็นต้นกล้าที่มีลักษณะแข็งแรง ดังนั้นโอกาสที่ต้นกล้าจะเจอกับเชื้อไส้เดือนฝอยจึงเป็นระยะย้ายกล้าลงแปลง

2. วิธีดำเนินการวิจัย

2.1 การเตรียม Inoculum

เชื้อรา AM ชนิด *A. morrowiae* ได้จากการเพิ่มจำนวนสปอร์โดยใช้ไมยราบไร้หนาม เป็นพืชอาศัย ปลุกในกระถางพลาสติกบรรจุดินผสมทรายอัตราส่วน 3:1 ที่ผ่านการนึ่งฆ่าเชื้อ รong กันกลุมด้วยสปอร์ของเชื้อรา ก่อนวางเมล็ดไมยราบไร้หนาม ระยะเวลาการเพิ่มจำนวนสปอร์ 8 เดือน ถอนต้นไมยราบและนำวัสดุปลุกมาผึ่งลมเมื่อแห้งแล้วคลุกเคล้าให้เข้ากันและร่อนผ่านตะแกรง เก็บไว้ในภาชนะปิดฝา

2.2 การเตรียมเชื้อไส้เดือนฝอย

เก็บตัวอย่างรากพริกในแปลงเกษตรกรที่เป็นโรครากปมจากเชื้อไส้เดือนฝอย ในตำบลป่าตัน อำเภอแม่ทะ จังหวัดลำปาง เพื่อจำแนกชนิดของเชื้อไส้เดือนฝอย โดยใช้วิธีการจำแนกจากรูปร่างรอยย่นส่วนกัน (perineal pattern) ของตัวเต็มวัยเพศเมีย เปรียบเทียบกับคีย์มาตรฐานเพื่อระบุชนิดของเชื้อไส้เดือนฝอย และใช้สำหรับปลุกเชื้อให้กับพริกในระยะย้ายต้นกล้า

2.3 ขั้นตอนการวิจัย

2.3.1 ใช้กระถางทดลองขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 25 เซนติเมตร รong กันกระถางด้วยพลาสติกที่มีรูระบายน้ำ ใช้วัสดุปลุกเป็นดินผสมทราย อัตราส่วน 3:1 กระถางละ 9 กิโลกรัม

2.3.2 วิเคราะห์ดินทางเคมี ได้แก่ N, available P, K และ pH

2.3.3 นึ่งฆ่าเชื้อวัสดุปลุก ที่อุณหภูมิ 95 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 5 ชั่วโมง รong ให้เย็นและนึ่งซ้ำอีกครั้ง

2.3.4 ล้างทำความสะอาดกระถางด้วย 70% ethanol รong กันกระถางด้วยถุงพลาสติกใส

2.3.5 นำเมล็ดพริกชี้ฟ้า มาล้างทำความสะอาดผิวเมล็ดด้วยการแช่ใน 70% ethanol เป็นเวลา 5 นาที และล้างด้วยน้ำสะอาด 5 ครั้ง

2.3.6 กรรมวิธีปลุกเชื้อทั้งในระยะเพาะเมล็ดและระยะย้ายต้นกล้าจะรong กันหลุมด้วย soil inoculums ที่มีเชื้อรา AM, *A. morrowiae* โดยในระยะเพาะเมล็ดจะรong กันหลุมด้วย soil

inoculums 100 กรัม ก่อนหว่านเมล็ดพริกให้กระจายทั่วกระถางเพาะ และในระยะย้ายต้นกล้า จะรองกันหลุมด้วย soil inoculums 25 กรัมต่อกระถาง (1200 สปอร์) ส่วนกรรมวิธีที่ไม่ปลูกเชื้อ จะใส่ soil inoculum เหมือนกันแต่จะนำไปนึ่งฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 30 นาที

2.3.7 กรรมวิธีการปลูกเชื้อไส้เดือนฝอย จะใช้รากพริกที่มีปมของเชื้อไส้เดือนฝอย โดยล้างทำความสะอาดด้วยน้ำและแช่ใน 70% ethanol เป็นเวลา 5 นาที และล้างด้วยน้ำสะอาด 5 ครั้ง

2.3.8 กรรมวิธีการใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัส ปุ๋ยฟอสฟอรัสจะใส่ในรูปของโพแทสเซียมโมโนฟอสเฟต (KH_2PO_4) จำนวน 1.256 กรัมต่อกระถาง (50 กิโลกรัมต่อไร่) โดยการคลุกลงไปในส่วนดินปลูก ก่อนที่จะนำวัสดุปลูกไปนึ่งฆ่าเชื้อ

2.3.9 เจาะหลุมตรงกลางกระถาง ลึก 2 เซนติเมตร และวางเมล็ดพริกลงในหลุมที่รองด้วย soil inoculums 25 กรัมต่อกระถาง

2.3.10 หลังย้ายกล้าพริกครบ 1 เดือน ใส่ปุ๋ยไนโตรเจนในรูปของปุ๋ยยูเรีย ($\text{NH}_2\text{CO.NH}_2$) จำนวน 1.228 กรัมต่อกระถาง และใส่ปุ๋ยโพแทสเซียมในรูปของโพแทสเซียมคลอไรด์ (KCl) 0.5474 กรัมต่อกระถาง โดยการละลายปุ๋ยในน้ำแล้วรดลงกระถางที่ปลูกพริก

3. การบันทึกข้อมูล

3.1 ชนิดของไส้เดือนฝอยรากปมในรากพริกจากแปลงของเกษตรกร

3.2 วัดความสูงของพริกทั้งสองสัปดาห์จนกระทั่งเก็บเกี่ยวผลผลิต

3.3 จำนวนผลต่อต้น

3.4 น้ำหนักผลผลิต

3.5 ชั่งน้ำหนักแห้งของส่วนต้นและส่วนราก

3.6 เปอร์เซ็นต์การเข้าสู่รากของเชื้อราเอเอ็มและความหนาแน่นของสปอร์ โดยเจาะดินรอบๆ โคนต้นพริกเพื่อหาความหนาแน่นของจำนวนสปอร์เชื้อราเอเอ็มต่อกรัมดิน ส่วนของรากนำไปประเมินเปอร์เซ็นต์การเข้าสู่ราก โดยการย้อมสีรากด้วย trypan blue solution ตามวิธีของ Brundrett *et al.* (1996) และคำนวณเปอร์เซ็นต์การเข้าสู่รากของเชื้อรา AM ตามวิธีของ McGonigle *et al.* (1990)

3.6 วัดดัชนีการเกิดปมที่ระบบราก (ตามวิธีของ Shepherd, 1979)

4. การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

วิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติด้วยโปรแกรมวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ Statistics version 8
เปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยโดยใช้ค่า Least Significant different (LSD) ที่ระดับความ
เชื่อมั่น 95% ($P < 0.05$)

ขั้นตอนการย้อมสีราก เพื่อประเมินเปอร์เซ็นต์การเข้าสู่รากพืชตามวิธีของ McGonigle *et al.*
(1990)

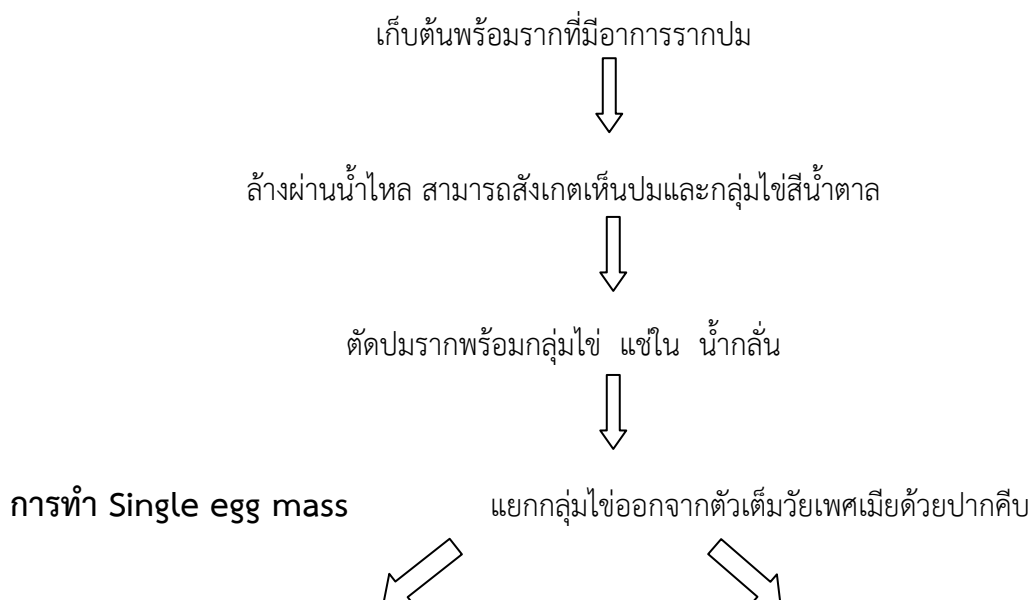
1. นำตัวอย่างรากมาล้างดินออก
2. เตรียมสารละลายโปตัสเซียมไฮดรอกไซด์ (KOH) ความเข้มข้น 10% สำหรับการ
clearing root โดยสารละลายจะย่อยสลายออร์แกเนลล์ (organelle) ต่างๆ ภายในเซลล์ของพืชและ
กำจัดรงควัตถุบริเวณผนังเซลล์ของพืช โดยการใช้คีมคีบรากใส่ในขวดแก้ว เทสารละลาย KOH .ให้
ท่วมราก ปิดฝาขวด แช่รากในสารละลายจนกระทั่งสังเกตเห็นว่าภายในรากไม่มีรงควัตถุ หรือใช้ความ
ร้อนเร่งให้การย่อยสลายเกิดเร็วขึ้น โดยจะนิยมใช้อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 - 20
นาที ทั้งนี้ระยะเวลาจะมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับอายุและชนิดของรากพืช
3. เมื่อรากถูก clear แล้ว ล้างสารละลาย KOH ที่ใช้ clear ราก ด้วยน้ำประปา คีบราก
ใส่ในขวดแก้ว
4. นำรากที่ผ่านขั้นตอน clearing แล้ว มาย้อมสี ด้วย trypan blue 0.05% (อาจใช้
chlorazol black E 0.03%)
5. เตรียมสารละลายแลคโตกลีเซอรอล (lactoglycerol) ซึ่งเตรียมได้จากส่วนผสมน้ำ
กลั่น กลีเซอริน (glycerine) และกรดแลคติก (lactic acid) ในสัดส่วน 1:1:1 โดยปริมาตร ใส่ trypan
blue 0.05% คนให้เข้ากัน จะได้สารละลายสีน้ำเงินเข้ม
6. เทสารละลายให้ท่วมรากปิดฝา ตั้งทิ้งไว้เพื่อให้รากติดสีย้อม อาจใช้ความร้อนโดยใช้
อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10-15 นาที จะช่วยทำให้สีย้อมติดเส้นใยในรากได้ดี
7. คีบรากมาเรียงบนแผ่นสไลด์ ประมาณ 30 เส้น ปิดด้วย cover glass ตรวจสอบ
ภายใต้กล้องจุลทรรศน์ และประเมินการเข้าสู่ราก ตามวิธีของ McGonigle *et al.* (1990)

ขั้นตอนการแยกสปอร์ของเชื้อราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาจากดิน

1. เจาะดินรอบๆ โคนต้นพริก นำมาผึ่งลมให้แห้งและคลุกเคล้าดินให้เข้ากัน
2. ชั่งตัวอย่างดิน 20 กรัม ผสมน้ำและกวนให้เม็ดดินกระจาย ร่อนสารแขวนลอยผ่าน
ตะแกรงขนาดของช่องตะแกรง ประมาณ 750, 250, 100 และ 50 ไมโครเมตร ตามลำดับ

3. เติมน้ำในตัวอย่างดินคนและกวนแล้วร่อนผ่านตะแกรง จนกระทั่งน้ำในตัวอย่างใส
4. นำดินที่ค้างบนตะแกรงขนาด 50 ไมโครเมตร ใส่ในหลอดขนาด 250 มิลลิลิตร ไปปั่นเหวี่ยงด้วยความเร็ว 2000 รอบต่อนาที เป็นเวลา 5 นาที แล้วเทส่วนแขวนลอย (supernatant)ทิ้ง และเก็บส่วนของตะกอนดินกันหลอดไว้
5. ใส่สารละลายน้ำตาลซูโครส 50% เข้าให้ตะกอนกันหลอดกระจายในสารละลายน้ำตาล
6. ปั่นเหวี่ยงด้วยความเร็ว 2000 รอบต่อนาที เป็นเวลา 1 นาที แล้วเทส่วนลอยที่ได้ลงบนตะแกรงที่มีขนาดช่องเล็กที่สุด 40-50 ไมโครเมตร
7. ล้างน้ำตาลซูโครสออกจากสปอร์ เพลงบนกระดาษกรองที่อยู่บนกรวยกรอง (buchner funnel) ร่อนน้ำบนกระดาษกรองหยดลงกันขวด ใช้คีมคีบกระดาษกรองที่มีสปอร์ไว้ในจานเพตริ (petri dish) เพื่อความสะดวกในการนับความหนาแน่นของสปอร์ อาจขีดเส้นบนกระดาษให้มีระยะห่างประมาณ 7 มิลลิเมตร
8. นำไปนับจำนวนสปอร์ภายใต้กล้องจุลทรรศน์แบบสามมิติ (stereo microscope)

ขั้นตอนการจำแนกชนิดของไส้เดือนฝอยรากปม



คืบกลุ่มไข่ เก็บไว้ในน้ำกลั่น

ตัวเต็มวัยเพศเมียในรากพืชแช่น้ำเกลือ (0.9% NaCl)



เขี่ยตัวเต็มวัยเพศเมียออกจากรากและแช่ในน้ำเกลือเช่นเดิม

การจำแนกชนิด ทำได้กล้องจุลทรรศน์ Stereo microscope

เขี่ยตัวเต็มวัยเพศเมียออกจากน้ำเกลือ



วางลงบนหยดกลีเซอริน ที่อยู่บนแผ่นพลาสติกใสชนิดหนา (3 มม.)



ใช้ใบมีดผ่าตัด ตัดส่วนหัวของตัวเมีย และใช้ปลายไม้กดเบาๆ ให้อวัยวะภายในออกให้หมด



ใช้ใบมีดตัดเฉพาะบริเวณริวรอยย่นส่วนกัน (perineal pattern) ให้เป็นแผ่นสีเหลี่ยม ใช้ปลายไม้รีดเบาๆ



ตัดชิ้น perineal pattern ไปวางบนหยดกลีเซอริน บนแผ่นสไลด์แก้วแผ่นใหม่

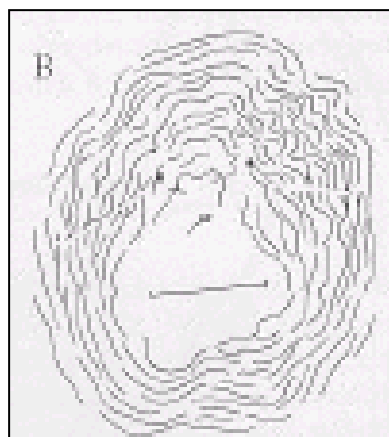
ปิดด้วยแผ่นแก้วปิดสไลด์ (cover slip)



ตรวจลักษณะของริวรอยย่นส่วนกัน ภายใต้กล้อง compound microscope เทียบกับ Key

มาตรฐาน

Meloidogyne incognita



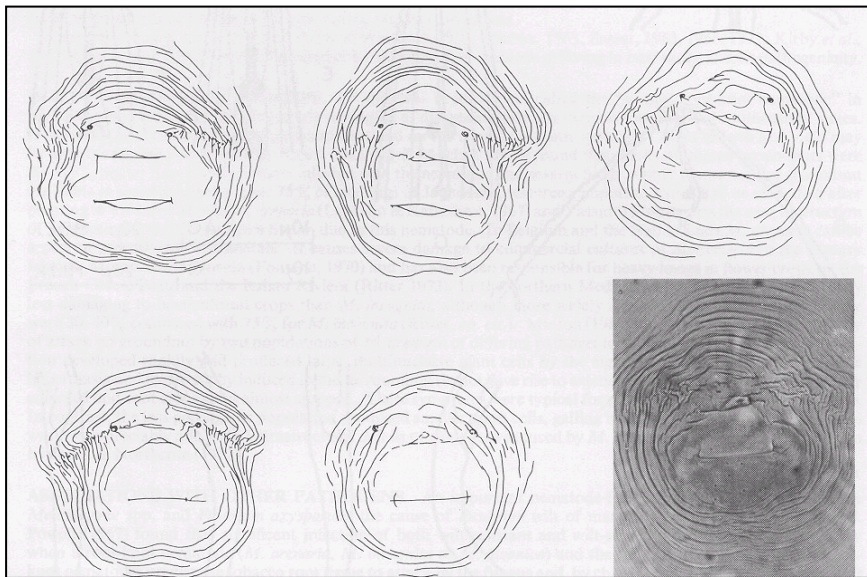
ภาพที่ 3.1 ลักษณะทางสัณฐานวิทยาและกายวิภาคของจีวรอย่นส่วนก้น

ของ *Meloidogyne incognita*

ที่มา : <http://plpnemweb.ucdavis.edu/nemaplex/Taxadata/G076S3.htm#Morphology and>

Anatomy:

Meloidogyne arenaria



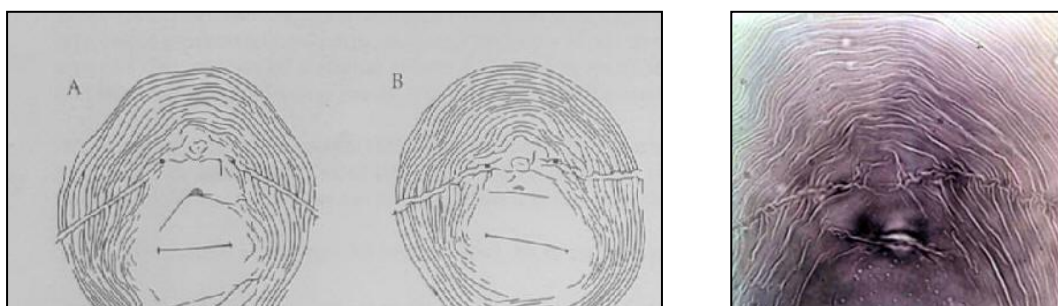
ภาพที่ 3.2 ลักษณะทางสัณฐานวิทยาและกายวิภาคของจีวรอย่นส่วนก้น

ของ *Meloidogyne javanica*

ที่มา : <http://plpnemweb.ucdavis.edu/nemaplex/Taxadata/G076S3.htm#Morphology and>

Anatomy:

Meloidogyne javanica



ภาพที่ 3.3 ลักษณะทางสัณฐานวิทยาและกายวิภาคของรีวรอย่นส่วนกัน

ของ *Meloidogyne javanica*

ที่มา : [http://plpnemweb.ucdavis.edu/nemaplex/Taxadata/G076S3.htm#Morphology and Anatomy:](http://plpnemweb.ucdavis.edu/nemaplex/Taxadata/G076S3.htm#Morphology%20and%20Anatomy)

5. สถานที่ดำเนินการวิจัย

ห้องปฏิบัติการและศูนย์การเรียนรู้เกษตรผสมผสานตามแนวพระราชดำริ คณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

บทที่ 4

ผลการทดลอง

4.1 ชนิดของเชื้อไส้เดือนฝอยสาเหตุโรครากปมในพริก

จากการเก็บตัวอย่างรากพริกที่เกิดโรคไส้เดือนฝอยรากปม จากแปลงปลูกพริกของเกษตรกร ตำบลป่าตัน อำเภอแม่ทะ จังหวัดลำปาง เพื่อจำแนกชนิดของเชื้อไส้เดือนฝอย โดยใช้วิธีการจำแนกจากริ้วรอยบนส่วนก้น (perineal pattern) ของตัวเต็มวัยเพศเมีย เปรียบเทียบกับคีย์มาตรฐาน ก่อนนำเชื้อไส้เดือนฝอยไปศึกษาทดลองในการจัดการเชื้อราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาอย่างเหมาะสมเพื่อควบคุมโรครากปมที่เกิดจากเชื้อไส้เดือนฝอย โดยจากการศึกษาจากริ้วรอยบนส่วนก้นของตัวเต็มวัยเพศเมียของไส้เดือนฝอยที่อยู่ในปมรากพริก พบว่า ลักษณะสัณฐานและกายภาพของไส้เดือนฝอยที่พบจากรากพริกที่เป็นโรครากปม จากแปลงปลูกพริกของเกษตรกร อำเภอแม่ทะ จังหวัดลำปาง มีลักษณะที่ใกล้เคียงกับชนิด *Meloidogyne incognita* (ภาพที่ 4.1, 4.2, 4.3)

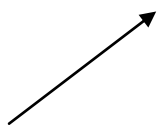


ภาพที่ 4.1 รากพริกจากแปลงเกษตรกรที่เป็นโรครากปมเนื่องจากไส้เดือนฝอย



ภาพที่ 4.2 ลักษณะของตัวเต็มวัยเพศเมียที่อยู่ภายในปมรากพริก





ภาพที่ 4.3 ลักษณะรื้อรอยย่นส่วนกันของตัวเต็มวัยเพศเมียของไส้เดือนฝอยรากปม

2. ปริมาณธาตุอาหารในวัสดุปลูก

ผลการวิเคราะห์ธาตุอาหารในวัสดุปลูก ที่ไม่ใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัส (0 กิโลกรัมต่อไร่) และใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสในรูปของ KH_2PO_4 อัตรา 50 กิโลกรัมต่อไร่ พบว่า ในวัสดุปลูกที่ไม่ใส่ปุ๋ยและใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสมีไนโตรเจนร้อยละ 0.057 และ 0.059 ตามลำดับ มีปริมาณโพแทสเซียม 54.2 และ 63.5 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ ส่วนปริมาณฟอสฟอรัส พบว่า ในวัสดุปลูกที่ไม่ใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสมีปริมาณฟอสฟอรัส 5.4 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ส่วนในวัสดุปลูกที่ใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสมีปริมาณฟอสฟอรัสสูงกว่าคือ 21.3 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม (ตารางที่ 4.1)

ตารางที่ 4.1 ปริมาณธาตุอาหารในวัสดุปลูก

P Fertilizer (kg/rai)	N content (%)	P content (mg/kg)	K content (mg/kg)
0	0.057	5.4	54.2
50	0.059	21.3	63.5

4.3 การเจริญเติบโตของพริก

4.3.1 ความสูง

จากการศึกษาผลของเชื้อราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา (เชื้อเอเอ็ม) ต่อการเจริญเติบโตของพริกชี้ฟ้าโดยการปลูกเชื้ออาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาชนิด *Acualospora morrowiae* ที่ระยะเพาะเมล็ดก่อนย้ายกล้าและที่ระยะย้ายกล้า (35 วันหลังเพาะเมล็ด) ปลูกในกระถางทดลองโดยใช้วัสดุปลูกดินผสมทรายอัตราส่วน 3:1 ใส่และไม่ใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัส มีทั้งหมด 12 กรรมวิธี กรรมวิธีละ 5 ซ้ำ คือ

- 1) AM0P0Ne0 = ไม่ใส่เชื้อราฯ, ไม่ใส่ปุ๋ยฯ และไม่ใส่เชื้อไส้เดือนฝอย
- 2) AM0P1Ne0 = ไม่ใส่เชื้อราฯ, ใส่ปุ๋ยฯ และไม่ใส่เชื้อไส้เดือนฝอย
- 3) AM0P0Ne+ = ไม่ใส่เชื้อราฯ, ไม่ใส่ปุ๋ยฯ และใส่เชื้อไส้เดือนฝอย
- 4) AM0P1Ne+ = ไม่ใส่เชื้อราฯ, ใส่ปุ๋ยฯ และใส่เชื้อไส้เดือนฝอย
- 5) AM+P0Ne0 = ใส่เชื้อราฯ ระยะเพาะเมล็ด, ไม่ใส่ปุ๋ยฯ และไม่ใส่เชื้อไส้เดือนฝอย
- 6) AM+P1Ne0 = ใส่เชื้อราฯ ระยะเพาะเมล็ด, ใส่ปุ๋ยฯ และไม่ใส่เชื้อไส้เดือนฝอย
- 7) AM+P0Ne+ = ใส่เชื้อราฯ ระยะเพาะเมล็ด, ไม่ใส่ปุ๋ยฯ และใส่เชื้อไส้เดือนฝอย
- 8) AM+P1Ne+ = ใส่เชื้อราฯ ระยะเพาะเมล็ด, ใส่ปุ๋ยฯ และใส่เชื้อไส้เดือนฝอย
- 9) 0AM+P0Ne0 = ใส่เชื้อราฯ ระยะย้ายต้นกล้า, ไม่ใส่ปุ๋ยฯ และไม่ใส่เชื้อไส้เดือนฝอย
- 10) 0AM+P1Ne0 = ใส่เชื้อราฯ ระยะย้ายต้นกล้า, ใส่ปุ๋ยฯ และใส่เชื้อไส้เดือนฝอย
- 11) 0AM+P0Ne+ = ใส่เชื้อราฯ ระยะย้ายต้นกล้า, ไม่ใส่ปุ๋ยฯ และใส่เชื้อไส้เดือนฝอย
- 12) 0AM+P1Ne+ = ใส่เชื้อราฯ ระยะย้ายต้นกล้า, ใส่ปุ๋ยฯ และใส่เชื้อไส้เดือนฝอย

เริ่มวัดความสูงของต้นพริกหลังจากย้ายกล้าลงกระถาง 2 สัปดาห์จนถึงสัปดาห์ที่ 22 พบว่ากรรมวิธีที่ 3 และ 4 คือ AM0P0Ne+ และ AM0P1Ne+ ต้นพริกยืนต้นแห้งตายตั้งแต่สัปดาห์ที่ 3 หลังจากย้ายกล้าลงกระถางทดลอง และกรรมวิธีที่ 11 และ 12 คือ 0AM+P0Ne+ และ 0AM+P1Ne+ ต้นพริกจะหยุดการเจริญเติบโตและยืนต้นแห้งตายตั้งแต่สัปดาห์ที่ 5 หลังจากย้ายกล้าลงกระถางทดลอง และเมื่อถอนต้นกล้าออกดูจะพบว่าเกิดโรครากปมเนื่องจากไส้เดือนฝอยเข้าทำลาย (ภาพที่ 4.4) ในกรรมวิธีที่มีเชื้อไส้เดือนฝอยและใส่เชื้อ *A. morrowiea* ตั้งแต่ระยะเพาะเมล็ดหรือกรรมวิธีที่ 7 และ 8 คือ AM+P0Ne+ และ AM+P1Ne+ ภายหลังจากสัปดาห์ที่ 5 ต้นพริกสามารถเจริญเติบโตต่อไปได้อีก และการเจริญเติบโตเริ่มคงที่หลังจากสัปดาห์ที่ 12 เป็นต้นไป (ตารางที่ 4.2)

ในสัปดาห์ที่ 12 หลังจากย้ายต้นกล้า พบว่า กรรมวิธีมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99% ($P < 0.01$) การใส่เชื้อราฯ ให้กับพริกสามารถเพิ่มการเจริญเติบโตให้กับต้นพริกได้ และการใส่เชื้อราฯ ตั้งแต่ระยะเพาะเมล็ดทำให้พริกเจริญเติบโตมากกว่าการใส่ใน ระยะย้ายต้นกล้า ในทั้งสองระดับของการใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัส แต่เมื่อเวลาผ่านไป พบว่า ระยะเวลาของการใส่เชื้อราฯ ให้กับพริกไม่ทำให้พริกมีความสูงแตกต่างกัน (ตารางที่ 4.2) ต้นพริกที่ใส่เชื้อราฯ ตั้งแต่ระยะเพาะเมล็ดจะเจริญเติบโตดีกว่าต้นพริกที่ไม่ได้ใส่เชื้อ โดยมีความสูงแตกต่างกันตั้งแต่สัปดาห์ที่ 4 ก่อนการย้ายต้นกล้า ส่วนต้นพริกที่ใส่เชื้อราฯ ในระยะย้ายต้นกล้า จะแสดงความแตกต่างกันทางสถิติกับต้นพริกที่ไม่ได้ใส่เชื้อ ในสัปดาห์ที่ 9 หลังจากย้ายต้นกล้า

ตั้งแต่สัปดาห์ที่ 5 กรรมวิธีที่ใส่เชื้อฯ ตั้งแต่ระยะเพาะเมล็ดทำให้ต้นพริกมีความสูงมากกว่ากรรมวิธีที่ไม่ใส่เชื้อฯ และไม่แสดงความแตกต่างกันทางสถิติระหว่างการใส่และไม่ใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัส 24.40 และ 27.90 เซนติเมตร ตามลำดับ ต้นพริกมีการเจริญเติบโตเพิ่มขึ้นตามระยะเวลาที่เพิ่มขึ้น และที่ 12 สัปดาห์หลังจากย้ายกล้า ต้นพริกมีความสูงแตกต่างกันทางสถิติระหว่างกรรมวิธีที่ใส่เชื้อฯ ตั้งแต่ระยะเพาะเมล็ดกับระยะย้ายต้นกล้า ในสัปดาห์ที่ 22 พบว่าต้นพริกที่ใส่เชื้อฯ ระยะเพาะเมล็ด และใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัส ต้นพริกมีความสูงมากที่สุด คือ 82.50 เซนติเมตร ซึ่งสูงกว่าที่ไม่ได้ใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัส และที่ใส่เชื้อฯ ในระยะย้ายต้นกล้า ในกรรมวิธีที่ใส่ไส้เดือนฝอยที่ก่อให้เกิดโรครากปม ส่งผลให้พริกมีความสูงน้อยที่สุด โดยเฉพาะต้นพริกที่ไม่ได้ใส่เชื้อฯ แสดงให้เห็นว่า การใส่เชื้ออาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาสามารถเพิ่มการเจริญเติบโตของพริก และยังช่วยลดความรุนแรงจากโรครากปมที่เกิดจากไส้เดือนฝอยได้ (ตาราง ที่ 4.2)

ตารางที่ 4.2 ความสูงของพริก (เซนติเมตร) ที่ปลูกในกรรมวิธีต่างๆ ในสัปดาห์ที่ 5, 12 และ 22 หลังจากย้ายต้นกล้า

กรรมวิธี	ความสูง (เซนติเมตร)		
	สัปดาห์ที่ 5	สัปดาห์ที่ 12	สัปดาห์ที่ 22
1) AM0P0Ne0	11.40 E	14.84 E	24.14 EF
2) AM0P1Ne0	13.00 DE	30.16 BCD	59.44 BC
3) AM0P0Ne+	12.10 DE	12.90 E	17.54 F
4) AM0P1Ne+	11.70 DE	13.86 E	16.30 F
5) AM+P0Ne0	24.40 AB	59.12 A	72.34 AB
6) AM+P1Ne0	27.90 A	70.82 A	82.50 A
7) AM+P0Ne+	16.30 CD	29.50 CD	31.92 EF

8) AM+P1Ne+	20.70 BC	36.10 BC	37.46 DE
9) 0AM+P0Ne0	12.40 DE	42.02 B	61.78 BC
10) 0AM+P1Ne0	14.00 DE	39.94 BC	60.34 BC
11) 0AM+P0Ne+	12.00 DE	20.02 DE	23.50 EF
12) 0AM+P1Ne+	12.60 DE	33.16 BC	52.94 CD
F-test			
T	**	**	**
LSD _{0.05}	4.62	12.43	15.80
CV(%)	23.11	29.15	27.60

หมายเหตุ : อักษรภาษาอังกฤษที่ต่างกันแสดงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ ความเชื่อมั่น
ที่ 95% ($P < 0.05$), ** มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ $P < 0.01$

4.3.2 น้ำหนักแห้งส่วนต้นและใบ

จากผลการทดลอง พบว่า กรรมวิธีต่างๆ มีผลทำต้นพริกมีน้ำหนักแห้งส่วนต้นและใบแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (T^* , $P < 0.05$) กรรมวิธีการใส่เชื้อฯ และใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสให้กับพริกตั้งแต่ระยะเพาะเมล็ดทำให้พริกมีน้ำหนักแห้งส่วนต้นและใบสูงกว่ากรรมวิธีอื่นๆ โดยมีน้ำหนักแห้งส่วนต้นและใบเฉลี่ย 10.11 กรัม (ตารางที่ 4.3) ต้นพริกที่มีใส่เดือนฝอยจะมีน้ำหนักต่ำที่สุด ในกรรมวิธีเดียวกัน การใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสจะทำให้พริกมีน้ำหนักแห้งส่วนต้นและใบสูงกว่าที่ไม่ได้

ใส่ ยกเว้นกรรมวิธีที่ปลูกเชื้อฯ ที่ระยะย้ายต้นกล้า ซึ่งพริกมีน้ำหนักแห้งต้นและใบไม่แตกต่างกัน ระหว่างการใส่และไม่ใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัส (ตารางที่ 4.3)



ภาพที่ 4.4 ลักษณะของพริกที่เป็นโรครากปมสาเหตุจากเชื้อไส้เดือนฝอย

4.3.3 น้ำหนักแห้งราก

น้ำหนักแห้งของรากพริกมีความแตกต่างกันทางสถิติเมื่อปลูกในกรรมวิธีที่ต่าง
กัน (T^* , $P < 0.05$) กรรมวิธีที่ปลูกเชื้อฯ ตั้งแต่ระยะเพาะเมล็ดและใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัส ทำให้พริกมี
น้ำหนักแห้งรากสูงสุด คือ 4.18 กรัม และในทุกกรรมวิธีที่ใส่ไส้เดือนฝอยพริกมีน้ำหนักแห้งรากต่ำ
ที่สุด (ตารางที่ 4.3)

ตารางที่ 4.3 น้ำหนักแห้งส่วนต้นและใบ (กรัม) และน้ำหนักแห้งราก (กรัม) ของพริกที่ปลูก

ในกรรมวิธีต่างๆ

กรรมวิธี	น้ำหนักแห้ง (กรัม)	
	ส่วนต้นและใบ	ราก
1) AM0P0Ne0	0.96 D	0.50 F
2) AM0P1Ne0	4.86 C	2.30 BC
3) AM0P0Ne+	0.88 D	0.59 F
4) AM0P1Ne+	0.80 D	0.55 F
5) AM+P0Ne0	7.53 B	2.99 B
6) AM+P1Ne0	10.11 A	4.18 A
7) AM+P0Ne+	0.99 D	0.93 EF
8) AM+P1Ne+	1.41 D	0.76 EF
9) 0AM+P0Ne0	6.10 BC	2.43 BC
10) 0AM+P1Ne0	4.57 C	1.78 CD
11) 0AM+P0Ne+	0.95 D	0.75 EF
12) 0AM+P1Ne+	1.91 D	1.44 DE
F-test		
T	**	**
LSD _{0.05}	1.68	0.79
CV(%)	38.32	38.77

หมายเหตุ : อักษรภาษาอังกฤษที่ต่างกันแสดงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ ความเชื่อมั่น
ที่ 95% ($P < 0.05$), ** มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ $P < 0.01$

4.4 ผลผลิต

4.4.1 จำนวนผลต่อต้น

จากผลการทดลอง พบว่า กรรมวิธีที่สามารถเก็บผลผลิตพริกได้มี 5 กรรมวิธี คือ
กรรมวิธีที่ 2, 5, 6, 9 และ 10 ซึ่งทั้งหมดไม่มีเชื้อไส้เดือนฝอยที่ก่อให้เกิดโรครากปม กรรมวิธีการใส่
เชื้อฯ ตั้งแต่ระยะเพาะกล้า ให้จำนวนผลต่อต้นเฉลี่ยสูงกว่ากรรมวิธีที่ไม่ได้ใส่เชื้อฯ ซึ่งมีจำนวนผลต่อ
ต้นเป็น 18.20 และ 5.60 ตามลำดับ (ตารางที่ 4.4)

4.4.2 น้ำหนักผลต่อต้น (กรัม)

น้ำหนักผลต่อต้นของพริกที่ปลูกในแต่ละกรรมวิธีให้ผลเช่นเดียวกับจำนวนผลต่อต้น คือ การใส่เชื้อฯ ทำให้พริกมีน้ำหนักผลต่อต้นสูงกว่าการไม่ใส่เชื้อฯ การใส่เชื้อที่ระยะเพาะกล้า พริกมีน้ำหนักผลต่อต้นไม่แตกต่างทางสถิติกับการใส่เชื้อที่ระยะย้ายต้นกล้า (ตารางที่ 4.4)

ตารางที่ 4.4 จำนวนผลต่อต้นและน้ำหนักผลต่อต้น (กรัม) ของพริกที่ปลูกในกรรมวิธีต่างๆ

กรรมวิธี	จำนวนผลต่อต้น	น้ำหนักผลต่อต้น (กรัม)
1) AMOP0Ne0	-	-
2) AMOP1Ne0	5.60 B	6.06 B
3) AMOP0Ne+	-	-
4) AMOP1Ne+	-	-
5) AM+P0Ne0	13.60 AB	13.80 AB
6) AM+P1Ne0	18.20 A	15.56 A
7) AM+P0Ne+	-	-
8) AM+P1Ne+	-	-
9) 0AM+P0Ne0	15.80 A	15.34 A
10) 0AM+P1Ne0	5.40 B	5.92 B
11) 0AM+P0Ne+	-	-
12) 0AM+P1Ne+	-	-
F-test		
T	*	*
LSD _{0.05}	8.86	8.79
CV(%)	57.34	58.79

หมายเหตุ : อักษรภาษาอังกฤษที่ต่างกันแสดงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ ความเชื่อมั่น ที่ 95% ($P<0.05$), ** มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ $P<0.01$, - ต้นพริกหยุดการเจริญเติบโตและไม่ติดผลจึงไม่มีข้อมูล

4.5 เปอร์เซ็นต์การครอบครองรากและความหนาแน่นของสปอร์เชื้อราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา

ในสัปดาห์ที่ 22 หลังจากย้ายต้นกล้าลงกระถางทดลอง ตัดส่วนเหนือดินของต้นพริก เจาะดินเพื่อนำไปหาความหนาแน่นของจำนวนสปอร์ของเชื้อฯ เก็บตัวอย่างรากเพื่อนำไปประเมินค่าดัชนีการเกิดปมที่ระบบรากและนำไปย้อมสีเพื่อหาเปอร์เซ็นต์การครอบครองราก (root colonization, %) จากการร่อนตัวอย่างดินเพื่อหาความหนาแน่นของสปอร์ พบว่า สปอร์ที่พบส่วนใหญ่เป็นสปอร์เก่า ซึ่งอาจเป็นไปได้ว่า เชื้อราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาชนิด *Acualospora morrowiae* ยังไม่มีการสร้างสปอร์หรืออาจมีแต่ยังมีขนาดเล็กยังไม่สามารถตรวจเจอด้วยวิธีการร่อนผ่านตะแกรงขนาด 53 ไมโครเมตรได้

4.5.1 เปอร์เซ็นต์การครอบครองรากของเชื้อราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา

เมื่อนำรากของพริกที่ปลูกในกรรมวิธีต่างๆ ไปย้อมสีเพื่อดูการครอบครองราก พบว่า ในรากพริกที่ใส่เชื้อ *Acualospora morrowiae* พบการครอบครองรากทุกกรรมวิธี ส่วนรากพริกที่ไม่ใส่เชื้อ *A. Morrowiae* พบว่าไม่มีการเข้าครอบครองรากของเชื้อราดังกล่าว เปอร์เซ็นต์การครอบครองรากพริกแสดงดังตารางที่ 4.5

ตารางที่ 4.5 เปอร์เซ็นต์การครอบครองรากพริก (%) ของเชื้อราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา

กรรมวิธี	การครอบครองรากพริก (%)
1) AM0P0Ne0	nd
2) AM0P1Ne0	0
3) AM0P0Ne+	nd
4) AM0P1Ne+	nd
5) AM+P0Ne0	75
6) AM+P1Ne0	84
7) AM+P0Ne+	45
8) AM+P1Ne+	38
9) 0AM+P0Ne0	68
10) 0AM+P1Ne0	62

11) 0AM+P0Ne+	nd
12) 0AM+P1Ne+	32

หมายเหตุ : nd หมายถึง มีจำนวนรากไม่เพียงพอสำหรับการนำไปย้อมสีเพื่อประเมินหาเปอร์เซ็นต์การครอบครองรากได้

4.5.2 ดัชนีการเกิดปมราก

จากการเก็บตัวอย่างรากที่ปลูกในแต่ละกรรมวิธีเพื่อประเมินหาดัชนีการเกิดปมราก (root gall index) พบว่า ในกรรมวิธีที่ใส่เชื้อไส้เดือนฝอย โดยไม่ใส่เชื้อราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา ชนิด *A. morrowiae* มีผลทำให้รากพริกเกิดปมของไส้เดือนฝอยในระดับรุนแรงมากที่สุดคือระดับ 5 และส่งผลให้พริกยืนต้นตาย ส่วนพริกที่ใส่เชื้อ *A. morrowiae* มีดัชนีการเกิดปมรากที่ระดับ 4 และ 5 (ตารางที่ 4.5, ภาพที่ 4.4) กรรมวิธีการใส่เชื้อฯ ถึงแม้ว่าจะมีดัชนีการเกิดปมรากที่รุนแรง แต่พริกยังสามารถเจริญเติบโตและยืนต้นต่อไปได้ แต่ไม่มีผลผลิต

ตารางที่ 4.6 ดัชนีการเกิดปมรากของพริก

กรรมวิธี	ดัชนีการเกิดปมราก
1) AM0P0Ne0	0
2) AM0P1Ne0	0
3) AM0P0Ne+	5

4) AM0P1Ne+	5
5) AM+P0Ne0	0
6) AM+P1Ne0	0
7) AM+P0Ne+	5
8) AM+P1Ne+	4
9) 0AM+P0Ne0	0
10) 0AM+P1Ne0	0
11) 0AM+P0Ne+	5
12) 0AM+P1Ne+	5



(n)



(ข)

(ค)



(ง)

(จ)

ภาพที่ 4.5 ตัวอย่างของรากที่มีดัชนีการเกิดปมรากระดับต่างๆ : (ก) ระดับ 0 (ข) ระดับ 2
(ค) ระดับ 3 (ง) ระดับ 4 (จ) ระดับ 5

บทที่ 5

สรุปผลการทดลอง

ผลจากการใส่เชื้ออาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา ชนิด *Acaulospora morrowiae* เพื่อศึกษาประสิทธิภาพของเชื้อราในการควบคุมเชื้อไส้เดือนฝอยที่ก่อให้เกิดโรครากปมในพริก โดยใส่เดือนฝอยที่ก่อให้เกิดโรครากปมในพริกของเกษตรกรมีลักษณะของรื้อร่อย่นส่วนกันใกล้เคียงกับชนิด *Meloidogyne incognita* วิธีการใส่เชื้อราให้กับพริกทำสองระยะคือ 1) ระยะเพาะเมล็ดและ 2) ระยะย้ายต้นกล้า โดยปลูกเปรียบเทียบในวัสดุปลูกที่มีปุ๋ยฟอสฟอรัส 2 ระดับ คือ ใส่และไม่ใส่ มีทั้งหมด 12 กรรมวิธี จากผลการทดลอง พบว่า การใส่เชื้อ *A. morrowiae* ทั้งที่ระยะเพาะเมล็ด และระยะย้ายต้นกล้าสามารถเพิ่มการเจริญเติบโตและผลผลิตของพริกได้ การใส่เชื้อตั้งแต่ระยะเพาะเมล็ดทำให้พริกออกดอกและติดผลก่อนการใส่เชื้อในระยะย้ายต้นกล้า แต่การใส่เชื้อ *A. morrowiae* ทั้งสองระยะสามารถควบคุมหรือลดความรุนแรงจากไส้เดือนฝอยที่ก่อให้เกิดโรครากปมในระยะแรกของการเจริญเติบโต แต่ไม่สามารถควบคุมจนกระทั่งมีผลผลิตได้ การใส่เชื้ออาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาชนิดนี้เพื่อเพิ่มการเจริญเติบโตและผลผลิตของพริกสามารถทำได้ทั้งระยะเพาะเมล็ดและย้ายต้นกล้า แต่การใส่เชื้อตั้งแต่ระยะเพาะเมล็ดจะทำได้สะดวกมากกว่า การใส่เชื้ออาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาชนิด *A. morrowiae* ร่วมกับการใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสทำให้ต้นพริกเจริญเติบโตต่อไปได้แต่ไม่สามารถเก็บเกี่ยวผลผลิตได้ ดังนั้น หากจะควบคุมไส้เดือนฝอยที่ก่อให้เกิดโรคในพริกนั้น จะต้องใส่เชื้อ *A. morrowea* และมีการจัดการเรื่องธาตุอาหารให้เหมาะสม

เอกสารอ้างอิง

- จำเนียร มีสำลี. 2557. อิทธิพลของปุ๋ยฟอสฟอรัสต่อการพึงพาเชื้อราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาเพื่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของพริก. รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์ มหาวิทยาลัยราชภัฏลำปาง. ลำปาง. 27 หน้า.
- ชญา พิศาลงค์. ประโยชน์ทางยาของพริก. [เข้าถึงได้จาก <http://www.gpo.or.th/rdi/html/cha-da1>. [เข้าถึงข้อมูลเมื่อ 10/11/2014]
- นุชนารถ ตั้งจิตสมคิด. 2550. การควบคุมโรครากปมในพริก. กรมวิชาการเกษตร. กรุงเทพฯ. 4 หน้า.
- นุชนารถ ตั้งจิตสมคิด. 2553. เอกสารการฝึกอบรมเชิงปฏิบัติการ เรื่อง เทคนิคการคัดพันธุ์พริก ต้านทานไส้เดือนฝอยรากปม. สำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช กรมวิชาการเกษตร. 20 หน้า.
- Anjos, E.C.T., Cavalcante, U.M.T., Goncalves, D.M.C., Pedrosa, E.M.R., Santos, V.F. and Maia, L.C. 2010. Interactions between an Arbuscular mycorrhizal fungus (*Scutellospora heterogama*) and the root-knot nematode (*Meloidogyne incognita*) on sweet passion fruit (*Passiflora alata*). Braz. Arch. Biol. Technol. v.53n, 4: 801-809.
- Brundrett, M., Bougher, N., Dell, B., Grove, T. and Malajczuk, N. 1996. Working with mycorrhizas in forest and agriculture. The Australian Centre for International Agricultural research (ACIAR) Monograph No.32, Canberra, Australia.
- Chitwood J.D. 2003. Research on Plant-Parasitic Nematode Biology Conducted by the United States Department of Agriculture-Agricultural Research Service. Pest Management Science. 59: 748-753.
- Clark, R.B. 1997. Arbuscular mycorrhizal adaptation, spore germination, root colonization, and host plant growth and mineral acquisition at low pH. Plant and Soil. 192: 15-22.
- FAOSTAT. [available online]: www.faostat3.org/download/Q/QC/E. [internet accessed]: 10/11/2014.

- Koide, R.T. 1991. Nutrient supply, nutrient demand and plant response to mycorrhizal infection. *New Phytologist*. 117: 365-386
- Kongpun, A., Dell, B. and Rerkasem, B. 2014. Acid-adapted arbuscular mycorrhizal fungi promote growth of legumes in phosphorus-deficient acid soil. *CMU. J. Nat. Sci.* 13(2): 127-140.
- Macnab, A.A., Sherf, A.F. and Springer, J.K. 1983. Identifying diseases of vegetables. The Pennsylvania State University. 62 pages.
- Marschner, H. and Dell, B. 1994. Nutrient uptake in mycorrhizal symbiosis. *Plant and Soil*. 159: 89-102.
- McGonigle, T.P., Miller, M.H., Evans, D.G., Fairchild, G.L. and Swan, J.A. 1990. A new method which gives an objective measure of colonization of root by vesicular-arbuscular mycorrhizal fungi. *New Phytologist*. 115: 495 - 501.
- Shepherd, R.L. 1979. A quantitative technique for evaluating cotton for root-knot nematode resistance. *Phytopathology* 69: 427-430.
- Smith, S.E. and Read, D.J. 1997. *Mycorrhizal Symbiosis*. 2nd ed. Academic Press. London.
- Smith, S.E. and Read, D.J. 2000. *Mycorrhizal Symbiosis*. 2nd ed. Academic Press. London.
- Tawara, M., Itou, K. and Mizukubo, T. 2001. Reduction of nematode damage by root colonization with arbuscular mycorrhiza (*Glomus spp.*) in tomato-*Meloidogyne incognita* (Tylenchida: Meloidogynidae) and carrot-*Pratylenchus penetrans* (Tylenchida: Pratylenchidae) pathosystems. *Appl. Entomol. Zool.* 36(3): 387-392.
- Vos, C., Broucke, D.V.D., Lombi, F.M., Waele, D.D. and Elsen, A. 2012. Mycorrhiza-induced resistance in banana acts on nematode host location and penetration. *Doil Biology & Biochemistry* 47: 60-66.
- Zhang, L., Zhang, J., Christie, P. and Li, X. 2009. Effect of inoculation with the arbuscular mycorrhizal fungus *Glomus intraradices* on the root-knot

nematode *Meloidogyne incognita* in cumumber. Journal of Plant Nutrition.
32: 967-979.