บทที่ 2

ตรวจเอกสาร

พริก (*Capsicum* sp.) เป็นพืชในตระกูล Solanaceae มีแหล่งกำเนิดอยู่ในเขตร้อนของทวีปอเมริกา มีการปลูกกันอย่างกว้างขวางทั่วโลกโดยเฉพาะในเขตร้อน พริกเป็นพืชที่มีวิตามินซีสูง เป็นแหล่งของกรดแอสคอร์บิค ซึ่งสารชนิดนี้มีประโยชน์ คือ ช่วยขยายเส้นโลหิตในลำไส้และกระเพาะอาหารเพื่อการดูดซึมอาหารที่ดียิ่งขึ้น ช่วยให้ร่างกายขับถ่ายของเสียและนำธาตุอาหารไปยังเนื้อเยื่อของร่างกาย สำหรับพริกขี้หนูสดและพริกชี้ฟ้าของไทย มีปริมาณวิตามินซี 87 - 90 มิลลิกรัม ต่อผลพริก 100 กรัม นอกจากนี้พริกยังมีสารเบต้าแคโรทีนหรือวิตามินเอสูง ซึ่งเป็นสารต้านอนุมูลอิสระ ช่วยเสริมสร้างภูมิคุ้มกันและช่วยให้ระบบสืบพันธุ์ทำงานได้ดี อีกทั้งยังมีสารสำคัญอีก 2 ชนิด ได้แก่ แคบไซซิน และโอลีโอเรซินโดยเฉพาะสารแคบไซซิน ที่นำมาใช้ในอุตสาหกรรมอาหารและผลิตภัณฑ์รักษาโรคที่มีคุณสมบัติลดความเจ็บปวดของกล้ามเนื้อ หัวไหล่ แขน บั้นเอวและส่วนต่าง ๆ ของร่างกาย (สุชีลา, 2548)

สำหรับประเทศไทย พริกเป็นพืชผักที่มีความสำคัญอย่างมากในชีวิตประจำวันและมีความสำคัญทางเศรษฐกิจ เนื่องจากสามารถใช้เป็นส่วนประกอบในการปรุงแต่งรสชาติของอาหารทั้งในรูปพริกสดและพริกแห้ง รวมทั้งผลิตภัณฑ์แปรรูปอื่น ๆ พริกที่ปลูกมากในประเทศไทย ได้แก่ พริกชี้ฟ้า พริกขี้หนูและพริกขี้หนูสวน ซึ่งแต่ละชนิดก็แบ่งย่อยเป็นหลายสายพันธุ์ พื้นที่ปลูกพริกที่สำคัญอยู่ในจังหวัดอุบลราชธานี ขอนแก่น เลย นครสวรรค์ อุตรดิตถ์และเชียงใหม่ โดยผลผลิตส่วนใหญ่ใช้ในการบริโภคในครัวเรือนและเพื่อการอุตสาหกรรม (ทศพร, 2531)

มะเขือเทศ (*Lycopersicon esculentum* Mill.) จัดเป็นพืชในตระกูล Solanaceae เช่นเดียวกับพริก มีแหล่งกำเนิดในเขตอเมริกาใต้ มะเขือเทศเป็นพืชชนิดหนึ่งที่อุดมไปด้วยคุณค่าทางอาหาร มะเขือเทศหนึ่งผลจะมีวิตามินเอ 1 ใน 3 ของวิตามินเอที่ร่างกายต้องการในหนึ่งวัน นอกจากนี้ยังมีสารจำพวกแคโรทีนอยด์ ชื่อไลโคพีน ซึ่งเป็นสารสีแดงและวิตามินหลายชนิด เช่น วิตามินบี 1 บี 2 วิตามินเค โดยเฉพาะวิตามินซีซึ่งมีในปริมาณสูง มีกรดมาลิค กรดซิตริก ซึ่งให้รสเปรี้ยวและมีกลูตามิค ซึ่งเป็นกรดอะมิโนช่วยเพิ่มรสชาติให้อาหาร นอกจากนี้ยังประกอบด้วยสารเบต้าแคโรทีนและแร่ธาตุหลายชนิด ผลมีรสเปรี้ยว ช่วยดับกระหาย ทำให้เจริญอาหาร บำรุงและกระตุ้นกระเพาะอาหาร ลำไส้ ไต ให้ทำงานได้ดีด้วยช่วยขับพิษและสิ่งคั่งค้างในร่างกายเป็นยาระบายอ่อน ๆ และเหมาะที่จะเป็นอาหารสำหรับคนเป็นโรคนิ่ว วัณโรค ไทฟอยด์ หูอักเสบ และเหยื่อตาอักเสบ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

โดยรับประทานผลสด ผู้ที่รับประทานมะเขือเทศเป็นประจำจะช่วยลดอัตราการเกิดโรคมะเร็งในลำไส้และมะเร็งต่อมลูกหมาก น้ำจากผลมะเขือเทศสุกมีสารไลโคเปอร์ซิซิน ซึ่งมีฤทธิ์ฆ่าเชื้อราและแบคทีเรีย ใบมีฤทธิ์ฆ่าแมลง โดยชงกับน้ำร้อนใช้กำจัดหนอนและแมลงที่มากินผักได้ (มณีฉัตร, 2541)

แหล่งผลิตมะเขือเทศสดแหล่งใหญ่ในประเทศไทย คือ ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ และภาคเหนือซึ่งมีสภาพภูมิอากาศเหมาะสมสำหรับการปลูก มะเขือเทศที่นิยมปลูกเป็นพันธุ์ที่ใช้รับประทานสด ได้แก่ พันธุ์ทานาปาล ฟลอราเดล มาร์โกลบ และสีดา เป็นต้น และปลูกเพื่อส่งโรงงานอุตสาหกรรม ได้แก่ พันธุ์โรมา คาลเจ และวีเอฟ เป็นต้น (มณีฉัตร, 2538)

การปลูกพริกและมะเขือเทศทางภาคตะวันออกเฉียงเหนือมีสภาพภูมิอากาศที่เหมาะสมสำหรับการปลูกพริกและมะเขือเทศ เนื่องจากมีอากาศหนาวเย็นในฤดูหนาวและมีความชื้นในอากาศเล็กน้อย ทำให้โรคไม่ค่อยระบาด แต่ทางภาคเหนือแม้จะมีสภาพภูมิอากาศที่เหมาะสมในแง่อุณหภูมิต่ำ แต่ความชื้นในอากาศสูงกว่าภาคตะวันออกเฉียงเหนือจึงทำให้เกิดโรคค่อนข้างรุนแรง โดยโรคของพริกและมะเขือเทศที่สำคัญ คือ โรคใบจุดที่มีสาเหตุจากเชื้อรา *Alternaria* sp. และโรคเหี่ยวที่มีสาเหตุมาจากเชื้อรา *F. oxysporum* (มณีฉัตร, 2538)

โรคของพริกและมะเขือเทศที่สำคัญ

โรคใบจุด (Leaf spot)

สาเหตุเกิดจากเชื้อรา *Alternaria* sp.

เชื้อราสกุล *Alternaria* เป็นราจัดอยู่ใน

Kingdom Fungi

Division Ascomycota

Class Euascomycetes

Order Pleosporales

Family Pleosporaceae

Genus Alternaria

โรคใบจุดเป็นโรคที่พบในแปลงปลูกพืชทั่วไปในเขตร้อนชื้น ความเสียหายมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับความรุนแรงของโรค อายุ และสายพันธุ์ โดยศศิธร (2545) ได้กล่าวถึงลักษณะอาการของโรค สภาวะที่เหมาะสมต่อการเจริญและการแพร่ระบาดของโรคและการควบคุมโรคใบจุดของพืชตระกูล Solanaceae ไว้ดังนี้

ลักษณะอาการ

พบโรคได้ในทุกระยะการเจริญเติบโต ถ้าเชื้อติดมากับเมล็ดพันธุ์หรืออยู่ในดิน ประกอบกับสภาพแวดล้อมเหมาะสมต่อการเกิดโรค เชื้ออาจเข้าทำลายต้นอ่อนทันทีที่ต้นพืชงอกออกมาจากเมล็ด ก่อให้เกิดอาการเน่าคอดิน (damping-off) ทำให้ต้นกล้าฟุบตายเป็นจำนวนมาก ในพืชต้นโตจะพบอาการชัดเจนที่ใบแก่ที่อยู่ตอนล่างของต้น โดยเป็นจุดแผลสีน้ำตาลขนาดประมาณ 4-10 มิลลิเมตร ลักษณะแผลขยายออกเป็นวง ๆ ซ้อนกัน มีบริเวณสีเหลืองล้อมรอบแผล เมื่อเกิดแผลมากใบจะเหลืองและร่วง ถ้าโรคระบาดรุนแรงในระยะที่กำลังติดผลอาจพบแผลที่ผลด้วย พบในต้นพืชพันธุ์ที่อ่อนแอต่อโรคหรือผลถูกหนอนเจาะทำลายอยู่แล้ว ลักษณะเป็นแผลสีน้ำตาลขนาดใหญ่ เนื้อเยื่อกลางแผลยุบลงเป็นแอ่ง ลักษณะแผลค่อนข้างแห้ง ขอบแผลขยายออกเป็นวงซ้อนกันแต่โดยทั่วไปแล้วจะพบบนใบมากกว่า

สภาวะที่เหมาะสมต่อการเจริญและการแพร่ระบาดของโรค

ในสภาพความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศสูง อุณหภูมิ 24-30 องศาเซลเซียส เชื้อราสาเหตุของโรคจะเจริญเติบโตสร้างโคนิเดียได้มาก โคนิเดียจะงอก germ tube และเข้าทำลายพืชได้ดี เชื้อสาเหตุโรคพืชจะดำรงชีวิตได้ทั้งในสภาพ parasite อยู่บนพืชและเมื่อพืชตายก็จะเป็น saprophyte อยู่ในเศษซากพืชในดิน ดังนั้นในแปลงที่เคยมีโรคระบาดมากมาก่อน เมื่อปลูกพืชในรุ่นใหม่ซ้ำลงไป เชื้อจะสามารถเข้าทำลายและก่อให้เกิดโรคได้อีก การแพร่ระบาดในแปลงส่วนใหญ่มักเกิดจากโคนิเดียที่ถูกสร้างขึ้นเป็นจำนวนมากปลิวไปตามลม แพร่กระจายโดยน้ำหรือติดไปกับปีก ขาของแมลง นอกจากนี้เชื้อยังอาจติดไปกับเมล็ดพันธุ์ได้

การควบคุมโรค

1. กำจัดเศษซากพืชและวัชพืชในแปลง
2. คลุกหรือแช่เมล็ดพันธุ์ในสารเคมีควบคุมเชื้อรา
3. ในกรณีที่เริ่มพบโรคประปรายประกอบกับสภาพอากาศชื้นจัด ซึ่งเป็นสภาพที่เหมาะสมต่อการเกิดโรค ควรฉีดพ่นสารเคมีควบคุมเชื้อราเพื่อป้องกันไม่ให้โรคระบาดลุกลามมากยิ่งขึ้น
4. เว้นระยะการปลูกให้ห่างกันพอควร ให้มีช่องว่างระหว่างต้น ระหว่างแถว อากาศถ่ายเทได้สะดวก เพื่อลดความชื้นในแปลงในช่วงที่ฝนตกชุก

โรคเหี่ยว (Fusarium Wilt)

สาเหตุเกิดจากเชื้อรา *Fusarium oxysporum*
เชื้อราสกุล *Fusarium* เป็นราจัดอยู่ใน
Kingdom Fungi
Division Ascomycota
Class Hyphomycetes
Order Hyphales (Moniliales)
Family Hypocreaceae
Genus Fusarium

โรคเหี่ยว เป็นโรคที่พบในบางบริเวณบางท้องที่หรือบางส่วนของแปลง ไม่แพร่ระบาดลุกลามเสียหายทั้งแปลง เหมือนกับโรคเหี่ยวที่เกิดจากเชื้อแบคทีเรีย โดยศศิธร (2545) ได้กล่าวถึงลักษณะอาการของโรค กลไกของการเกิดอาการเหี่ยวเนื่องจากเชื้อรา การแพร่ระบาดและอยู่ข้ามฤดูของเชื้อ สภาพแวดล้อมที่เหมาะสมต่อการเกิดโรค และการควบคุมโรคเหี่ยวของพืชตระกูล Solanaceae ไว้ดังนี้

ลักษณะอาการ

อาการเหี่ยวที่เกิดจากเชื้อรา มักเริ่มจากใบล่างก่อน โดยใบและกิ่งก้านจะเหี่ยวห้อยลู่ลง ใบมีลักษณะสีเหลืองซีดและร่วงทีละก้านสองก้าน อาการจะลุกลามสู่ส่วนบน ในที่สุดใบจะเหลือง และแห้งตายทั้งต้น เมื่อผ่าลำต้นดูจะพบบริเวณท่อน้ำท่ออาหารถูกทำลายเป็นสีน้ำตาล อาจมีการสร้าง adventitious roots ขึ้นที่โคนต้นเป็นจำนวนมาก แต่ไม่ค่อยเจริญเห็นเป็นปุ่มหรือรากสั้น ๆ เท่านั้น บริเวณโคนต้นพืชที่เป็นโรคมักจะเหี่ยวแฟบ สีเหลืองซีด และอาจพบเส้นใยสีขาวฟูของเชื้อรา สาเหตุโรคเจริญอยู่ในบริเวณนั้น หรือพบได้หลังจากนำต้นพืชที่เป็นโรคไปบ่มไว้ในที่ชื้น

กลไกของการเกิดอาการเหี่ยวเนื่องจากเชื้อรา

1. เกิดจากการทวีจำนวนของเชื้อราสาเหตุโรค เมื่อเชื้อราเข้าไปเจริญในท่อลำเลียงน้ำของพืชได้ จะดูดสารอาหารและสิ่งจำเป็นจากพืชมาใช้ในการเจริญเติบโต กลุ่มของเส้นใยที่แผ่ขยายมากขึ้นจะทำให้เกิดการอุดตันไม่สามารถลำเลียงน้ำได้สะดวก
2. เกิดจากเชื้อราสร้างเอนไซม์และสารพิษ เช่น lycomarasmine, fusaric acid และ dehydrofusaric acid ปล่อยออกมา ทำให้เยื่อหุ้มเซลล์ของท่อลำเลียง สูญเสียคุณสมบัติในการหยุดเก็บกักน้ำ

3. เกิดจากกลไกในการป้องกันตนเองของพืช เมื่อมีเชื้อราเข้าทำลาย พืชจะสร้าง gums หรือ tylose เพื่อสกัดกั้นการลุกลามของเชื้อ ปฏิกิริยาการตอบสนองนี้ในพืชที่อ่อนแอต่อโรคมักจะเกิดช้ากว่าการลุกลามของเชื้อสาเหตุโรคพืชทำให้ยับยั้งเชื้อไม่สำเร็จ ในขณะเดียวกันสิ่งต่าง ๆ ที่พืชสร้าง ยิ่งก่อให้เกิดการอุดตันในท่อลำเลียงน้ำมากขึ้น

การแพร่ระบาดและอยู่ข้ามฤดูของเชื้อ

เชื้อรา *F. oxysporum* สามารถมีชีวิตอยู่ในเศษซากพืชในดินได้นานและอยู่ข้ามฤดูได้ดีในรูปของ chlamydospore หรือเส้นใยที่พักตัวติดอยู่ในส่วนขยายพันธุ์ของพืช เมื่อสภาพแวดล้อมเหมาะสมต่อการเจริญของเชื้อ ก็จะงอก germ tube เข้าทำลายพืชทางรากขนอ่อน หรือรอยแตกที่ราก จากนั้นจะลุกลามไปสู่ท่อลำเลียงน้ำของพืช เจริญเติบโตสร้างเส้นใยอยู่ในบริเวณนั้นเมื่อเส้นใยเจริญเติมที่จะผลิต macroconidia และ microconidia เป็นจำนวนมากและใช้เป็น inoculum ในการเข้าทำลายพืชตลอดฤดูปลูก โดยแพร่ระบาดไปตามน้ำ ลม ติดไปกับปีก ขาของแมลง เครื่องมือที่ใช้ในการเกษตร การเคลื่อนย้ายดินจากแหล่งหนึ่งไปยังอีกแหล่งหนึ่ง หรือติดไปกับต้นกล้า เมื่อพืชที่เป็นโรคตายลง เชื้อสาเหตุโรคยังคงมีชีวิตอยู่ในดินได้นานหลายปีในรูปของ chlamydospore

สภาพแวดล้อมที่เหมาะสมต่อการเกิดโรค

โรคเหี่ยวที่เกิดจากเชื้อรา *F. oxysporum* มักพบแพร่ระบาดในเขตร้อนชื้น ในสภาพดินปลูกที่ค่อนข้างแห้งและเป็นกรด อุณหภูมิที่เหมาะสมต่อการเจริญของเชื้อและการเกิดโรคได้ดีอยู่ในช่วง 27-32 องศาเซลเซียส ที่อุณหภูมิต่ำกว่า 18 องศาเซลเซียส เชื้อจะไม่ค่อยเจริญเติบโต ดังนั้นถ้าหลังการติดเชื้อ แล้วอุณหภูมิลดต่ำลงอย่างรวดเร็วจนกระทั่งเชื้อไม่สามารถเจริญเติบโตได้ โรคอาจไม่พัฒนาต่อไป พืชก็มีโอกาสที่จะฟื้นคืนเป็นปกติได้

การควบคุมโรค

1. หลังจากเก็บเกี่ยวผลผลิตพืชแต่ละรุ่น ควรกำจัดซากพืชและวัชพืชนำออกจากแปลงเพื่อป้องกันการสะสมของเชื้อโรคในแปลง
2. เลือกซื้อเมล็ดพันธุ์ที่ผลิตจากแหล่งที่ไม่มีโรคระบาด และควรคลุกเมล็ดด้วยสารเคมีควบคุมเชื้อรา เพื่อป้องกันกำจัดเชื้อที่อาจติดมากับเมล็ดพันธุ์
3. เพาะกล้าในดินหรือวัสดุปลูกที่สะอาดหรือผ่านการฆ่าเชื้อแล้ว
4. แปลงปลูกพืชที่ยังไม่เคยมีปัญหาโรคระบาดมาก่อน ควรระมัดระวังการเคลื่อนย้ายดินและควรทำความสะอาดเครื่องมือ ก่อนนาใช้ในแปลงเพื่อป้องกันการนำเชื้อโรคจากที่อื่นเข้ามาในแปลง
5. ปรับสภาพดินให้เป็นกลางด้วยการเติมปูนขาวเปลือกหอยเผาและปุ๋ยอินทรีย์
6. การให้น้ำแก่พืชควรทำอย่างสม่ำเสมอ ไม่ควรปล่อยให้ดินแห้งนาน ๆ

7. เมื่อเริ่มพบต้นพืชที่เป็นโรครีบถอนนำไปเผาและคลุกดินบริเวณนั้นด้วยปูนขาว สารเคมีหรือสารชีวภัณฑ์ควบคุมเชื้อรา
8. การปลูกพืชชนิดเดิมหรือพืชที่อยู่ในวงศ์เดียวกันหลาย ๆ รุ่นอย่างต่อเนื่องซ้ำในแปลงเดิม โดยไม่มีการเขตกรรมที่ดีพอ จะทำให้เกิดการสะสมของเชื้อโรคในแปลง ซึ่งจะเกิดการระบาดของโรคอย่างรุนแรงได้เมื่อสภาพแวดล้อมเหมาะสม ดังนั้นจึงควรเปลี่ยนไปปลูกพืชอื่นบ้างเพื่อตัดวงจรโรค
9. การไถพลิกกลับดินตากแดดนาน ๆ ในช่วงที่ไม่ได้ปลูกพืช จะช่วยลดปริมาณเชื้อสาเหตุโรคในดินลงได้มาก

วิธีการควบคุมโรคพืชดังกล่าวโดยทั่วไปเกษตรกรจะนิยมใช้สารเคมีฉีดพ่นหรือคลุกเมล็ด เนื่องจากเป็นวิธีที่ง่าย สามารถควบคุมโรคได้ดีและให้ผลที่รวดเร็ว แต่การใช้สารเคมีอย่างต่อเนื่องเป็นระยะเวลานาน ทำให้เกิดปัญหาและผลกระทบต่าง ๆ ทำลายจุลินทรีย์ที่มีประโยชน์ต่อพืชที่อาศัยอยู่ในดิน เกิดการปนเปื้อนและตกค้างของสารเคมีในผลผลิตโดยเฉพาะพริกสด พริกแห้ง ซอสพริก พริกเครื่องแกงที่ทำการส่งออก อันตราจากสารพิษของสารเคมี มิได้จำกัดอยู่แต่ในหมู่เกษตรกรเท่านั้น แต่ยังกระทบต่อสุขภาพของผู้บริโภคด้วย ขณะนี้หลายประเทศได้เริ่มกำหนดนโยบายหรือวางแผนลดการใช้สารเคมีควบคุมศัตรูพืช โดยไม่ต้องใช้สารเคมีหรือใช้ให้น้อยลงเข้ามาทดแทน การควบคุมโรคพืชโดยวิธีชีวภาพหรือชีววิธี (biological control หรือ biocontrol) โดยอาศัยสิ่งมีชีวิตต่าง ๆ รวมทั้งจุลินทรีย์เพื่อควบคุมเชื้อสาเหตุโรคพืช นับเป็นวิธีการหนึ่งที่นักโรคพืชให้ความสนใจอย่างมาก (จิระเดช, 2546)

การควบคุมโรคพืชด้วยชีววิธี

ความหมายของการควบคุมโรคพืชด้วยชีววิธี (เกษม, 2532)

การควบคุมโรคพืชด้วยชีววิธี หมายถึง การควบคุมโรคโดยใช้จุลินทรีย์หรือสิ่งมีชีวิตชนิดอื่นช่วยลดจำนวนประชากรของเชื้อโรค ลดการเกิดโรคหรือลดความเสียหายของพืชที่เกิดจากเชื้อโรค ซึ่งอาจรวมถึงจุลินทรีย์ปฏิปักษ์ พันธุกรรมหรือผลผลิตจากพันธุกรรมด้วย ยกเว้นการกระทำโดยตรงของมนุษย์ต่อเชื้อโรคเท่านั้น การควบคุมโรคพืชด้วยวิธีการค่อนข้างใหม่สำหรับประเทศไทย แต่ในปัจจุบันเกษตรกรจำนวนมากและนักวิชาการเกษตรสมัยใหม่เริ่มเห็นความสำคัญและนิยมนำมาใช้แทนสารเคมีกันมากขึ้น เนื่องจากผลของการใช้สารเคมีที่มีต่อสภาพแวดล้อมและสิ่งมีชีวิต

ในปัจจุบัน การควบคุมโรคพืชโดยชีววิธีนิยมกระทำกันอยู่ 2 ประเภทคือ

1. การใช้เชื้อที่มีอยู่หรือที่ผลิตขึ้นมาใหม่ทำลายเชื้อสาเหตุโรคพืชโดยตรงในกรณีเชื้อที่มีอยู่แล้ว อาจเป็นจุลินทรีย์ปฏิปักษ์ที่มีอยู่แล้วในธรรมชาติทั่วไปหรืออาจเป็นจุลินทรีย์ที่มนุษย์เลี้ยงขึ้นมาจากธรรมชาติ แล้วปล่อยให้ทำลายกันเองโดยการช่วยปรับสภาพแวดล้อมให้เหมาะสม หรือเร่งการเจริญเติบโตของเชื้อปฏิปักษ์ด้วยวิธีการต่าง ๆ ก็ได้

2. การใช้เชื้อพันธุ์ที่อ่อนแอกว่าทำลายหรือต่อต้านเชื้อสาเหตุโรคพืชพันธุ์ปกติ การใช้วิธีนี้คล้ายกับการฉีดวัคซีนป้องกันโรคที่เกิดกับมนุษย์หรือสัตว์ทั่วไป เป็นการสร้างภูมิคุ้มกันหรือ cross protection

กลไกในการเป็นปฏิปักษ์ของเชื้อ (เกษม, 2532)

เชื้อปฏิปักษ์ไม่ว่าจะเกิดเองในธรรมชาติหรือที่นักวิชาการนำมาเลี้ยงและขยายให้ผลิตเป็นการค้าได้มีวิธีการทำลายเชื้อสาเหตุโรคพืชได้หลายรูปแบบ แต่ละรูปแบบก็มีผลแตกต่างกันออกไป ดังนี้

1. การเป็นปรสิตโดยตรง หมายถึง การที่เชื้อปฏิปักษ์เข้าทำลายส่วนต่าง ๆ ภายในของเชื้อสาเหตุโรคพืชได้โดยตรง

2. การเป็นตัวห้ำ เป็นวิธีการที่คล้ายกับการเป็นปรสิตแตกต่างกันที่วิธีการกินหรือการทำลาย กล่าวคือ ตัวห้ำเป็นการกินทั้งตัว เช่น ไส้เดือนฝอย *Ditylenchus myceliophagus* กินเชื้อราหรือเส้นใยของดอกเห็ด หรือไส้เดือนฝอย *Monochus* spp. และ *Mylonchulus* spp. กินไส้เดือนฝอยด้วยกันเองเป็นอาหารเป็นต้น

3. การแข่งขันกันเอง คือ การที่จุลินทรีย์ชนิดหนึ่งเข้าไปยึดพื้นที่หรือเจริญเติบโตก่อนที่เชื้อสาเหตุโรคพืชจะสามารถเข้าทำลายพืชได้ เช่น การพ่นสปอร์ของเชื้อรา *Phlebia gigantean* ลงบนตอที่ตัดใหม่ของต้นสนสามารถลดการเข้าทำลายของเชื้อรา *Heterobasidium amnosum* ที่ทำให้เกิดโรครากเน่าลงได้มากเนื่องจากเชื้อรา *P. gigantean* สามารถยึดครองผิวหน้าของตอไม้สนและป้องกันมิให้เชื้อรา *H. amnosum* เข้าทำลายและลุกลามต่อไปยังระบบรากจนทำให้รากเน่าได้

4. การสร้างสารปฏิชีวนะ จุลินทรีย์หลายชนิดสามารถสร้างสารปฏิชีวนะเพื่อยับยั้งการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ชนิดอื่นได้โดยเฉพาะอย่างยิ่งเชื้อราในดินหลายชนิด และเชื้อแอกติโนไมซีสต์

5. การสร้างภูมิต้านทาน หมายถึง การใช้สายพันธุ์ของเชื้อโรคที่อ่อนแอหรือจุลินทรีย์คนละกลุ่มกันและไม่เกี่ยวข้องกันเลยพ่นไปยังต้นพืช เพื่อป้องกันการทำลายของเชื้อสายพันธุ์ที่รุนแรงกว่า

วิธีการใช้เชื้อจุลินทรีย์ปฏิปักษ์(นิพนธ์, 2538)

การนำเชื้อแบคทีเรียปฏิปักษ์ไปใช้ในการ ควบคุมโรคพืช นิยมนำไปใช้กับโรคพืชที่เกิดบริเวณผิวราก (rhizoplane) หรือบริเวณผิวพืชที่อยู่เหนือดิน (phylloplane) ซึ่งการใช้เชื้อปฏิปักษ์ในการควบคุมโรคจะมีกรรมวิธีการใช้แตกต่างกัน

1. บริเวณผิวราก จะมีกรรมวิธีการใช้เชื้อปฏิปักษ์เพื่อควบคุมโรคได้หลายแบบแตกต่างกัน ขึ้นอยู่กับความสะดวกในการปฏิบัติของผู้ใช้และแต่ละวิธีอาจให้ประสิทธิภาพการควบคุมโรคได้ไม่เท่ากัน ซึ่งขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายอย่าง เช่น คุณสมบัติของพืชเองและลักษณะของผลิตภัณฑ์ที่มีหลายรูปแบบ

1.1 การคลุกเมล็ด นิยมใช้กับพืชที่ใช้เมล็ดในการเพาะปลูก โดยเมล็ดจะต้องมีขนาดไม่ใหญ่มากนัก ช่วยให้คลุกง่ายและไม่สิ้นเปลืองผงเชื้อ มักนิยมคลุกเมล็ดก่อนปลูก

1.2 การราดดิน เป็นวิธีที่นิยมปฏิบัติกันมาก แต่จะไม่ค่อยสะดวก หากจะนำไปใช้ในสภาพไร่ของเกษตรที่น้ำไม่เพียงพอและถ้าปลูกพืชปริมาณมากก็จะยิ่งไม่สะดวกในการปฏิบัติ

1.3 การคลุกดิน เป็นวิธีการนำเอาผงเชื้อหรือสารละลายของเชื้อปฏิปักษ์ใส่ไปในดินและคลุกเคล้าผสมกันให้ทั่วก่อนปลูกพืช ซึ่งวิธีนี้เป็นวิธีที่ค่อนข้างสะดวก

1.4 การจุ่มราก เป็นวิธีที่นิยมใช้กันกับพืชที่ต้องเพาะเมล็ดแล้วย้ายกล้าไปปลูก เช่น มะเขือเทศ พริก หรือพืชที่มีเมล็ดพันธุ์ราคาแพง โดยจะต้องทำให้ดินบริเวณรากหลุดออกให้หมดก่อนนำไปจุ่มในสารละลายเชื้อที่เข้มข้น 10^8 cfu/มิลลิลิตร แล้วจึงนำไปปลูกในแปลงต่อไป วิธีนี้จะทำให้เชื้อปฏิปักษ์ควบคุมโรคได้ดี เพราะรากจะสัมผัสกับเชื้อได้หมดทุกส่วน ไม่ก่อให้เกิดช่องว่างให้เชื้อโรคเข้าทำลาย

2. บริเวณผิวพืชอยู่เหนือดิน มีวิธีที่นิยมใช้ 2 วิธีคือ

2.1 การทา เป็นวิธีที่นิยมใช้กับพืชยืนต้นที่ถูกทำลาย มีแผลปรากฏให้เห็นชัดเจนบนส่วนของต้นหรือกิ่ง บริเวณที่สามารถนำเอาเชื้อปฏิปักษ์ที่เตรียมให้มีความเข้มข้นและเหนียวไปทาเพื่อให้ยึดติดกับผิวพืชได้คงทน

2.2 การพ่น เป็นวิธีที่นิยมใช้กับพืชที่ปลูกเป็นปริมาณมากหรือมีลำต้นสูง ซึ่งใช้หลักการปฏิบัติเช่นเดียวกับการพ่นสารเคมีกำจัดโรคพืช

ตัวอย่างการควบคุมโรคพืชโดยชีววิธี เช่น การใช้อินทรียวัตถุป้องกันโรคแผลสะเก็ดของมันฝรั่ง (เชื้อ *Streptomyces scabies*) โดยการใส่ปุ๋ยหมัก หรือปุ๋ยพืชสดลงไปในดินทำให้มีกิจกรรมของจุลินทรีย์ดินมากขึ้น ซึ่งมีผลต่อเชื้อ *Streptomyces* และกระตุ้นให้มีการสร้างสารปฏิชีวนะในดินได้ดี หรือการใช้ peat ซึ่งเป็นผลิตผลจาก sphagnum ซึ่งมีลักษณะคล้าย moss เมื่อใส่ลงในดินจะมี

จุลินทรีย์ต่าง ๆ โดยเฉพาะเชื้อรา *Trichoderma* และเชื้อ *Streptomyces* ขึ้นปกคลุม peat ซึ่งจุลินทรีย์เหล่านี้จะเป็นปฏิปักษ์ต่อเชื้อสาเหตุของโรคพืช เช่น เชื้อรา *Rhizoctonia* sp., *Pythium* sp. และ *F. oxysporum* f.sp. *lycopersici* การใช้เชื้อ *Streptomyces* sp. ที่แยกได้จากดินบริเวณรากมะเขือเทศในโรงเพาะชำ พบว่าสามารถลดความรุนแรงของโรคเน่าคอดินของมะเขือเทศ ที่มีสาเหตุจากเชื้อรา *R. solani* ทั้งการทดสอบกับเมล็ดและต้นกล้าได้ (วีระศักดิ์, 2544) และการใช้เชื้อรา *T. harzianum* คลุกลงในดินปลูกถั่วเหลืองฝักสดที่มีเชื้อรา *Sclerotium rolfsii* เจริญอยู่ พบว่าเชื้อรา *T. harzianum* สามารถลดความเสียหายของโรค หลังพืชปลูกได้มากที่สุดถึง 62 เปอร์เซ็นต์ และทำให้ความสูงตลอดจนน้ำหนักของถั่วเหลืองฝักสดเพิ่มขึ้น (มณฑา และคณะ, 2541) เป็นต้น

เชื้อแอกติโนไมซีสต์ (Actinomycetes) (Kalakoutskii and Agre, 1976)

เชื้อแอกติโนไมซีสต์ เป็นเชื้อแบคทีเรียที่จัดอยู่ใน

Kingdom Bacteria

Division Actinobacteria

Class Actinomycetes

Order Actinomycetales

ซึ่งประกอบด้วย 8 วงศ์ ได้แก่ *Actinomycetaceae*, *Mycobacteriaceae*, *Frankiaceae*, *Actinoplanaceae*, *Dermatophilaceae*, *Nocardiaceae*, *Streptomycetaceae* และ *Micromonosporaceae*

ลักษณะโดยทั่วไปของเชื้อแอกติโนไมซีสต์

เชื้อแอกติโนไมซีสต์เป็นแบคทีเรียแกรมบวกที่มีลักษณะคล้ายเชื้อรา ส่วนมากอาศัยอยู่ในดิน มีการดำรงชีวิตอยู่ภายในต้นพืชในลักษณะเป็นเอนโดไฟท์ หรือ saprophyte อยู่บริเวณรอบรากพืช (Coombs and Franco, 2003) เมื่อเจริญบนอาหารสังเคราะห์ชนิดแข็ง จะมีการสร้างเส้นใยที่เรียกว่า substrate mycelium และ aerial mycelium โดย substrate mycelium จะเจริญขึ้นมาภายหลังและยื่นไปในอากาศ เพื่อทำหน้าที่หลักคือสืบพันธุ์ aerial mycelium จะสร้างขึ้นในสภาวะพิเศษ เช่น ขาดน้ำ ขาดอาหาร หรือมีการสะสมของ inhibition compound เป็นต้น ดังนั้น aerial mycelium จึงต้องมี hydrophobic sheath เพื่อป้องกันการสูญเสียน้ำ substrate mycelium มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 0.2-0.8 ไมโครเมตร สีของเส้นใยประกอบด้วยสีต่าง ๆ เช่น สีขาว สีเหลืองอ่อน สีแดง สีส้ม สีเขียว หรือสีดำ เป็นต้น สามารถสร้างรงควัตถุได้ทั้งชนิดที่ละลายและไม่ละลายน้ำ ส่วน aerial mycelium มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 1.0-1.4 ไมโครเมตร สามารถสร้าง

รงควัตถุได้หลายสี เช่น สีขาว สีเทา สีเหลือง สีส้ม สีแดง สีม่วง สีฟ้า และสีเขียว เป็นต้น (Mendez *et al*., 1985) เชื้อแอกติโนไมซีสต์สร้างผนังกั้นเส้นใยแบบต่าง ๆ ขึ้นอยู่กับชนิดของเชื้อ การแตกแขนงของเส้นใย ส่วนใหญ่เป็นแบบ monopodial ซึ่งพบในสกุล *Streptomyces* การแตกแขนงแบบ dichotomous พบในสกุล *Actinobifida* และการแตกแขนงแบบ verticillate พบในสกุล *Streptoverticillium* (Kalakoutskii and Agre,1976) ผนังเซลล์ประกอบด้วย peptidoglycan (*N*-acetyl glucosamine เชื่อมกับ *N*-acetyl muramic acid, *L*-2, 6 diaminopimelic acid, glutamic acid, glycine และ alanine) เชื้อแอกติโนไมซีสต์สืบพันธุ์โดยวิธีการ fission สร้างสปอร์พิเศษหรือโคนิเดียที่ไม่เคลื่อนที่ แต่มีบางสกุลสร้างสปอร์ที่เคลื่อนที่ได้ (Waksman, 1967)

เชื้อแอกติโนไมซีสต์เป็นจุลินทรีย์มีความสำคัญด้านการแพทย์ และเภสัชกรรม เนื่องจากผลิตสาร metabolite หลายประเภท เช่น สารปฏิชีวนะ เป็นต้น สามารถผลิตสารเพื่อยับยั้งการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์บางชนิด (Boudjella *et al*., 2006) ความสำคัญด้านเกษตรกรรม ได้มีการศึกษาและพัฒนาในการนำเชื้อแอกติโนไมซีสต์มาใช้ประโยชน์ ในด้านการควบคุมโรคพืชโดยชีววิธี โดยมีรายงานว่าเชื้อจุลินทรีย์เอนโดไฟท์สามารถเข้าไปอาศัยอยู่ร่วมภายในต้นพืชโดยผลิตเอนไซม์ สารปฏิชีวนะ สร้างสาร metabolite ต่าง ๆ เพื่อกระตุ้นให้ต้นพืชมีความแข็งแรง ต้านทานต่อโรคและแมลงได้ดีขึ้น อีกทั้งเชื้อแอกติโนไมซีสต์ที่อาศัยอยู่ในดินยังมีบทบาทสำคัญต่อการย่อยสลาย ลิกนิน ไคติน สารอินทรีย์ ช่วยดินให้มีความอุดมสมบูรณ์ (Xiao *et al*., 1996)

ลักษณะของเชื้อแอกติโนไมซีสต์ ที่คล้ายคลึงกับ Imperfect fungi (Kalakoutskii and Agre, 1976)

1. เส้นใยของเชื้อแอกติโนไมซีสต์ชั้นสูงจะแตกสาขาคล้ายเส้นใยของเชื้อรา

2. เชื้อแอกติโนไมซีสต์หลายกลุ่มจะสร้าง aerial mycelium ซึ่งตรงปลายจะมีโคนิเดียคล้ายกับเส้นใย และสปอร์ของเชื้อรา

3. การเจริญของเชื้อแอกติโนไมซีสต์ในอาหารเหลวไม่ค่อยจะปรากฏว่าทำให้เกิดสีขุ่น (turbidity) อันเนื่องมาจากการแขวนลอยของเซลล์ที่มีลักษณะเป็นเซลล์เดียวเช่นแบคทีเรีย แต่เชื้อแอกติโนไมซีสต์จะเจริญแบบกลุ่มก้อน

4. การเพิ่มจำนวนของเชื้อแอกติโนไมซีสต์จะคล้ายกับเชื้อรา (apically) ส่วนการเพิ่มจำนวนของพวกแบคทีเรียจะเป็นแบบทวีคูณ (exponential)

ลักษณะของเชื้อแอกติโนไมซีสต์ ที่คล้ายคลึงกับแบคทีเรีย (Kalakoutskii and Agre, 1976)

1.มีขนาดและรูปร่างใกล้เคียงกัน คือจะมีเส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ 0.5 – 1.2 ไมโครเมตร

2.ส่วนที่ขาดออกเป็นท่อน ๆ จะมีลักษณะคล้ายกับแบคทีเรียในกลุ่ม Mycobacterium และ Corynebacterium ไม่ว่าจะเป็นรูปร่าง การติดสีย้อมและลักษณะทางสรีระวิทยา

3. ถูกทำลายได้โดย bacteriophage และสารปฏิชีวนะประเภทเดียวกับที่ทำลายแบคทีเรีย

4. เป็นเซลล์โปรคาริโอต (prokaryotic cell) ที่ยังไม่มีการพัฒนาของส่วนเยื่อหุ้มนิวเคลียส

5. ผนังเซลล์ไม่มีไคตินหรือเซลลูโลส แต่เป็นสารประกอบเชิงซ้อน (polymer) ของน้ำตาล กรดอะมิโน ซึ่งคล้ายกับผนังเซลล์แบคทีเรียแกรมบวก (Gram positive bacteria)

ลักษณะสัณฐานวิทยาของเชื้อแอกติโนไมซีสต์ (Williams *et al*., 1989)

1. เส้นใย (mycelium)

แบ่งออกเป็นเส้นใยแบบคงสภาพและเส้นใยที่สามารถแตกหักย่อยสลายได้ ถ้ามีเส้นใยที่มีการแตกหักและมีอวัยวะที่ใช้ในการเคลื่อนที่จัดเป็นสกุล *Oerskovia* spp. หรือมีการสร้างทั้ง substrate mycelium และ aerial mycelium ซึ่งพบได้ทั่วไปหรือเส้นใยอาจมีการสร้างเส้นใยเพียงอย่างใดอย่างหนึ่ง ในบางสกุลอาจมีการสร้าง vesicle ภายในเส้นใยซึ่งไม่ใช่สปอร์บนเส้นใย

2. โคนิเดีย (conidia)

หมายถึง สปอร์ที่เกิดจากการสืบพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศ โดยสามารถแบ่งออกเป็น

2.1 การสร้างโคนิเดียเดี่ยว พบในหลายสกุล เช่น *Thermoactinomyce* สร้างเอนโดสปอร์ที่ทนต่ออุณหภูมิสูง พบในสกุล *Saccharorionospora*

2.2 การสร้างโคนิเดียต่อกันเป็นคู่ พบในสกุล *Microbispora* สร้างเฉพาะบน aerial mycelium เท่านั้น ใน *Faenia* spp. อาจมีการสร้างโคนิเดีย ทั้งบน aerial และ substrate mycelium

2.3 สร้างโคนิเดียเป็นสายสั้น ๆ ต่อกันเป็นสายไม่เกิน 20 สปอร์ต่อสาย พบในสกุล *Nocardia, Pseudonocardia, Faenia, Saccharorionospora, Streptoverticillium, Sporichthya, Actinomadura, Microtetraspora, Streptoalloteichus* และ *Glycomyces*

2.4 สร้างโคนิเดียเป็นสายยาว พบในสกุล *Nocardia, Nocardioidddes, Pseudonocadia, Saccharopolyspora, Actinopolyspara, Streptomyces, Streptoverticillium, Actinosynnema, Nocardiopsis, Streptoalloteichus, Kibdelosporangium, Kitasatosporia, Glycomyces, Saccharothrix* และ *Amycolatopsis*

3. สปอร์ (spore) ลักษณะการสร้างสปอร์ของเชื้อแอกติโนไมซีสต์สามารถแบ่งออกเป็น 4 แบบ คือ

3.1 Endogenous spore formation เป็นสปอร์ที่มีคุณสมบัติทนความร้อนได้ดี อยู่ภายใน cytoplasm ของเส้นใยเดิม (parent hyphae) พบในพวก thermophillic actinomycetes เช่น สกุล *Actinobifida* และ *Thermoactinomyces* เป็นต้น

3.2 Exogenous sporeformation เชื้อแอกติโนไมซีสต์ส่วนใหญ่สร้างสปอร์แบบ exogenous โดยเฉพาะ *Streptomyces* spp.

3.3 สปอร์แรงเจียม (sporangium) ภายในบรรจุสปอร์ที่เกิดจากการพัฒนาของผนังเซลล์ใน aerial mycelia พบในสกุล *Actinoplanes, Ampullariella, Dactylosporangium, Pilimelia, Planobispora, Planomonospara, Spirillospora* และ *Streptosporangium*

3.4 โครงสร้างอื่น ๆ ที่เชื้อแอกติโนไมซีสต์สร้างขึ้น ในบางสกุลอาจสร้าง synnemata และสร้างสปอร์อยู่ภายในพบในสกุล *Actinosynnema* การสร้างโครงสร้างที่เรียกว่า multilocular sporangia ซึ่งมีสายของสปอร์ขดเป็นวงม้วนอยู่ภายใน พบใน *Kibdelosporangium* ส่วน *Streptomyces* มีการสร้างโครงสร้างที่เรียกว่า sclerotium คล้ายกับเชื้อรา

การจัดเรียงตัวของสายสปอร์มี 3 แบบ คือ แบบตรงหรือโค้งงอ (rectiflexible) แบบเป็นตะขอ เป็นห่วง (loop) หรือเกลียว 1-2 รอบ (retinaculiaperti) และแบบเกลียว (spirale) ลักษณะผิวสปอร์ (ornamentation) มี 5 แบบ เมื่อส่องดูใต้กล้องจุลทรรศน์อิเล็คตรอนแบบส่องกราด (scanning electron microscopy, SEM) คือ ผิวเรียบ (smooth) ผิวเป็นหนาม (spiny) ผิวเป็นขน (hairy) ผิวเป็นปุ่มปม (warty) และผิวย่น (rugose) (Tresner *et al*., 1961)

การจำแนกชนิดของเชื้อแอกติโนไมซีสต์

เชื้อแอกติโนไมซีสต์แบ่งออกเป็น 8 group ตาม Bergey's Manual of Determinative Bacteriology (Holt *et al*., 1994) ซึ่งได้แก่ group 22 - group 29 ส่วนใน group 1 - group 21 นั้นเป็นกลุ่มของแบคทีเรีย โดยลักษณะที่สำคัญของเชื้อแอกติโนไมซีสต์ มีดังนี้

Group 22 Nocardiofrom Actinomycetes

เชื้อแอกติโนไมซีสต์ในสกุลนี้สร้างเส้นใยสายสั้น ๆ บางสกุลสร้างสปอร์เป็นลูกโซ่ แยกความแตกต่างของแต่ละสกุล โดยใช้องค์ประกอบของผนังเซลล์ คือ สาร mycolic acid ที่พบภายในเซลล์และลักษณะทางเคมีอื่น ๆ ที่เป็นองค์ประกอบ แบ่งได้เป็น 4 subgroup ดังนี้

Subgroup 1 Mycolic-containing bacteria

Subgroup 2 *Pseudonocardia* และ relate genera

Subgroup 3 *Nocardioides* และ related genera

Subgroup 4 *Promicromonospora* และ related genera

Group 23 Genera with multolocular sporangia

เชื้อแอกติโนไมซีสต์ในสกุลนี้สร้างเส้นใยที่มีผนังกั้นตามขวาง สปอร์ที่มีลักษณะทรงกลมอาจเคลื่อนที่ได้เช่น *Dermatophilus* และ *Geodermatophilus* หรือไม่เคลื่อนที่ เช่น *Frankia* sp.

Group 24 Actinomycetes

เชื้อแอกติโนไมซีสต์ในสกุลนี้สร้างเส้นใยที่คงทน (stable filament) อาจมี aerial mycelium น้อยถึงไม่มีเลย สามารถสร้างสปอร์ที่เคลื่อนที่ได้ (motile spore) อยู่ภายใน sporagium เช่น ในสกุล *Actinoplanes*, *Ampullariella*, *Pilimelia* และ *Dactylosporaangium* เป็นต้น หรืออาจสร้างสปอร์เดี่ยว ๆ ไม่เคลื่อนที่ เช่นสกุล *Catrllaspola* เป็นต้น ผนังเซลล์ของเชื้อแอกติโนไมซีสต์กลุ่มนี้ประกอบด้วยสาร diaminopomilic acid แบบ meso-DAP และ glycine เมื่อวิเคราะห์ชนิดของน้ำตาลพบว่าเป็นน้ำตาลพวก arabinose และ xylose

Group 25 Streptomyces and relate genera

เชื้อแอกติโนไมซีสต์ในสกุลนี้มีผนังเซลล์ที่ประกอบด้วยสาร aminopomilic acid แบบ *L*-DAP และ glycine aerial mycelium สามารถสร้างสปอร์ต่อกันเป็นสายโซ่ เช่นสกุล *Streptomyces* และ *Streptoverticillium* เป็นต้น ส่วนสกุลอื่นๆ เช่น *Intrasporagium*, *Kineosporia* และ *Sporichthya* เป็นต้น สร้าง aerial mycelium น้อยหรือไม่สร้างเลยและสปอร์มีหลายรูปแบบ

Group 26 Madolomycestes

เชื้อแอกติโนไมซีสต์ในสกุลนี้สร้างเส้นใยที่คงทนและสร้างสปอร์แบบไม่เคลื่อนที่ เช่น สกุล *Microbisspora, Microtetraspora* และ *Actinomadura* เป็นต้น ส่วนสกุลอื่น ๆ จะสร้างสปอร์ใน sporangium พบในเชื้อแอกติโนไมซีสต์สกุล *Streptosporangium* ผนังเซลล์ของเชื้อแอกติโนไมซีสต์ กลุ่มนี้ ประกอบด้วยสาร meso-DAP และแบ่งเป็น 2 subgroup คือ

Subgroup 1 *Streptosporangium* and related genera

Subgroup 2 *Actinomadura*

Group 27 Thermomonospora and related genera

เชื้อแอกติโนไมซีสต์ในสกุลนี้มี aerial mycelium เป็นเส้นใยแบบคงทนและสร้างสปอร์เป็นคู่ซึ่งอยู่เดี่ยว ๆ สามารถทนต่ออุณหภูมิสูงได้ดี เช่น เชื้อแอกติโนไมซีสต์ในกลุ่ม *Thermomonospora* ส่วนที่สร้างสปอร์เป็นสายโซ่ พบในสกุล *Actinocinnema* และ *Nocardiopsis* ในบางกลุ่มสร้างโครงสร้างที่คล้าย sporangium พบในสกุล *Streptoallochus* ผนังเซลล์ของเชื้อแอกติโนไมซีสต์ กลุ่มนี้ประกอบด้วย meso-DAP ไม่พบ amino acid และน้ำตาล

Group 28 Thermoactinomycetes

เชื้อแอกติโนไมซีสต์ในสกุลนี้สร้างเส้นใยที่คงทนและสร้างสปอร์แบบเดี่ยว ๆ บน aerial mycelium และ substrate filament เชื้อแอกติโนไมซีสต์ในกลุ่มนี้พบเพียงสกุลเดียวคือ *Thermoactinomyces* และทุกสายพันธุ์เจริญได้ดีที่อุณหภูมิสูง (thermophilic) ผนังเซลล์ประกอบด้วยสาร aminopormilic acid แบบ meso-DAP แต่ไม่พบสาร amino acid หรือน้ำตาลชนิดอื่น ๆ

Group 29 other genera

เชื้อแอกติโนไมซีสต์ในกลุ่มนี้มี 3 สกุล คือ *Glycomyces*, *Kitasatosporia* และ *Saccharotrix* ซึ่งมีลักษณะไม่เหมือนเชื้อแอกติโนไมซีสต์ในกลุ่มอื่น ๆ คือสามารถสร้าง aerial mycelium ที่มีสปอร์เป็นสายโซ่และไม่พบสาร mycolic acid ในเซลล์

การจัดจำแนกเชื้อแอกติโนไมซีสต์ โดยการใช้ลักษณะทางสัณฐานวิทยา โดยอาศัยลักษณะของเส้นใย สีของโคโลนี รงควัตถุที่สร้างและการเรียงตัวของสปอร์ภายใต้กล้องจุลทรรศน์นั้น อาจจัดจำแนกเชื้อได้ยากเพราะเชื้อบางไอโซเลทมีลักษณะใกล้เคียงกันมากและบางไอโซเลทมีลักษณะทางสัณฐานวิทยาไม่ชัดเจน ทำให้จัดจำแนกกลุ่มได้ยาก ซึ่งการจัดจำแนกในระดับสายพันธุ์ พบว่าต้องอาศัยการตรวจสอบในหลาย ๆ ด้าน ได้แก่ ลักษณะกรดอะมิโนภายในผนังเซลล์ ลักษณะของน้ำตาลใน whole cell hydrolysate และการตรวจสอบในระดับโมเลกุล เป็นต้น นำมาใช้ประกอบในการจัดจำแนกชนิด สายพันธุ์ ศึกษาความหลากหลายทางพันธุศาสตร์และความสัมพันธ์ระหว่างสายพันธุ์ของเชื้อแอกติโนไมซีสต์ (Holt *et al*., 1994)

การจัดจำแนกเชื้อแอกติโนไมซีสต์โดยใช้ลักษณะทางอณูวิทยา

ในช่วง 10-20 ปี ที่ผ่านมา การวิเคราะห์ในระดับอณูวิทยา (molecular biology) ได้เข้ามามีบทบาทอย่างมากเนื่องจากดีเอ็นเอซึ่งให้ Genetic blueprint อย่างหนึ่งสำหรับสิ่งมีชีวิตชนิดใดก็ตามสามารถสกัดออกมาได้โดยตรงจากตัวอย่างที่มีอยู่ในสิ่งแวดล้อมทุกประเภท เช่น น้ำ ดิน อากาศ และในพืช เป็นต้น การศึกษาความหลากหลายของแบคทีเรียทางอณูวิทยา (molecular

characterization) โดยทั่วไปแล้วการจัดจำแนกแบคทีเรียจะใช้ลำดับเบสของยีน 16S rDNA ซึ่งคือช่วงสายของดีเอ็นเอในส่วนที่ช่วยในการสร้างไรโบโซม หรือ 16S rRNA ที่มีความยาวประมาณ 1500 เบส 16S rRNA gene เป็นช่วงสายดีเอ็นเอที่มีรหัสสำหรับสร้างไรโบโซม ซึ่งไรโบโซมเป็นสิ่งมีชีวิตที่มีอยู่ในสิ่งมีชีวิตทุกชนิด 16S rRNA gene ได้ถูกเลือกนำมาใช้ร่วมกับเทคนิคต่าง ๆ ทางอณูวิทยา เช่น AFLP, PCR-PFLP, DGGE เป็นต้น เนื่องจากมีข้อดีหลายประการ คือ เป็นยีนที่มีอยู่ในแบคทีเรียทุกชนิดเปรียบเสมือนยีนลายเซ็น (signature gene) ซึ่งมีความแตกต่างกันในแบคทีเรียแต่ละชนิดและมีบางช่วงสายของดีเอ็นเอของ 16S rRNA gene ที่เหมือนกันในแบคทีเรียทุกชนิด ในส่วนที่เหมือนกันนี้สามารถนำมาใช้เพื่อออกแบบไพรเมอร์ เพื่อเพิ่มปริมาณดีเอ็นเอซึ่งโดยทั่วไปมีปริมาณน้อยในธรรมชาติ ช่วงที่เหมือนและช่วงที่แตกต่างกันของลำดับเบสในสายดีเอ็นเอนั้นสามารถนำมาใช้ประโยชน์ในการศึกษาความหลากหลายของแบคทีเรีย (Hopwood *et al.*, 1999)

Williams *et al*. (1989) ทำการศึกษาความสัมพันธ์ของเชื้อแอกติโนไมซีสต์โดยอาศัยความคล้ายคลึงกันของยีน 16S rDNA สามารถจัดกลุ่มแอกติโนไมซีสต์ได้ 6 กลุ่ม ซึ่งประกอบด้วย Nocadioform, Multilocular sporangium, Actinoplanete, Streptomycete, Maduromycete และ Thermomonospora

Hopwood *et al.* (1985) ใช้เทคนิค PCR-RFLP โดยใช้ยีนตำแหน่ง 16S rDNA ในการจัดจำแนกเชื้อแอกติโนไมซีสต์ ใช้เอนไซม์ตัดจำเพาะ 13 ชนิด พบว่ามีเอนไซม์เพียง 4 ชนิดเท่านั้นที่ให้ความแตกต่างกันในการจัดจำแนกเชื้อ คือ *Eco*RV, *Kpn*I, *Pst*I และ *Sau3*AI แต่ไม่สามารถแยกสกุลที่เป็น *Streptomyces* ออกจากสกุลที่ไม่ใช่ *Streptomyces* ได้

Andrew and Meyers (2003) ทำการจัดจำแนกเชื้อแอกติโนไมซีสต์ที่แยกได้จากดิน โดยใช้เทคนิค PCR-RFLP ที่ยีนตำแหน่ง 16S rDNA พบว่ามีเอนไซม์ 4 ชนิด คือ *Sau3*AI, *Asn*I, *Kpn*I และ *Pst*I ที่สามารถแยกสกุลที่เป็น *Streptomyces* ออกจากสกุลที่ไม่ใช่ *Streptomyces* ได้

เนื่องจากสภาพแวดล้อมและชนิดของพืชมีผลต่อชนิดของเชื้อจุลินทรีย์ จึงได้มีการนำเทคนิคทางชีวโมเลกุลมาใช้เพื่อการจัดจำแนกชนิดของเชื้อและศึกษาหาความสัมพันธ์ทางพันธุกรรมของเชื้อที่มากจากแหล่งและชนิดพืชที่แตกต่างกันเพิ่มขึ้น

Stamford *et al.* (2001) แยกเชื้อเอนโดไฟท์ติก แอกติโนไมซีสต์จาก yam bean ที่ปลูกในสภาพพื้นที่ที่แตกต่างกัน เมื่อศึกษาลักษณะทางสัณฐานวิทยาภายใต้กล้องจุลทรรศน์ องค์ประกอบของผนังเซลล์ และและศึกษาทางอณูวิทยาโดยใช้เทคนิค PCR-RFLP ใช้ลำดับเบสของ 16s rDNA ในการจัดจำแนกเชื้อ พบว่าสามารถจัดจำแนกเชื้อทั้งหมดได้เป็น 2 สกุล คือ *Streptomyces* sp. และ *Nocardiopsis* sp.

Hideyuki *et al*. (2003) ทำการศึกษาเปรียบเทียบ สปีชีส์และสกุลของเชื้อแอกติโนไมซีสต์ที่แยกได้จากดินจากประเทศมาเลเซีย 790 ไอโซเลทและประเทศญี่ปุ่น 981 ไอโซเลท โดยการศึกษาความใกล้เคียงของความสัมพันธ์ทางพันธุกรรมของเชื้อแอกติโนไมซีสต์ที่พบในทั้ง 2 ประเทศ โดยใช้เทคนิค Nested PCR พบว่าเป็น สปีชีส์และสกุลเดียวกัน 14 เปอร์เซ็นต์ และ 50 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

Coombs and Franco (2003) แยกและจำแนกเชื้อแอกติโนไมซีสต์ จากผิวรากของข้าวสาลีสายพันธุ์ต่าง ๆ โดยการใช้16S rDNA sequence พบว่าเชื้อที่ได้เป็นกลุ่มเชื้อแอกติโนไมซีสต์ ที่เป็นสกุล *Streptomyces, Microbispora* และ *Nocardiodes* spp. และบางไอโซเลท มีความคล้ายกับเชื้อ *Streptomyces* spp. ที่แยกได้จากมันฝรั่งที่เป็นโรค scab

Pilunthana (2003) แยกเชื้อแอกติโนไมซีสต์จากใบ ลำต้นและรากของมะเขือเทศ แตงกวา ถั่วลันเตาและ *Vicia sativa* L.ได้เชื้อจำนวน 20 ไอโซเลท เมื่อศึกษาความใกล้เคียงของความสัมพันธ์ทางพันธุกรรมของเชื้อโดยใช้เทคนิค PCR-RFLP พบว่าเชื้อทั้งหมดจัดอยู่ในสกุลเดียวกัน คือ *Streptomyces* และเชื้อไอโซเลท P-4 ที่แยกได้จากรากถั่วลันเตาสามารถลดการเกิดโรครากเน่าของต้นถั่วลันเตาได้ดีที่สุด

เชื้อแอกติโนไมซีสต์ในสภาพแวดล้อม

เชื้อแอกติโนไมซีสต์สามารถพบได้ทั่วไปทั้งในดิน น้ำ ในส่วนต่าง ๆ ของต้นพืช เชื้อแอกติโนไมซีสต์ที่พบมากที่สุด คือสกุล *Streptomyces* ประมาณ 70-90 เปอร์เซ็นต์ รองลงมา คือ สกุล *Nocardia* ประมาณ 10-30 เปอร์เซ็นต์ และสกุล *Micromonospora* ประมาณ 1-15 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (Alexander, 1977)

เชื้อแอกติโนไมซีสต์ ส่วนใหญ่ที่พบเป็นกลุ่มพวก mesophile สามารถเจริญได้ดีที่อุณหภูมิ 25-40 องศาเซลเซียส แต่บางชนิดเป็นกลุ่มพวก thermophile สามารถเจริญได้ดีที่อุณหภูมิสูง 45-60 องศาเซลเซียส (Kleeberg *et al*., 1998)

ศุภมาศ (2529) รายงานว่าเชื้อแอกติโนไมซีสต์กลุ่ม saprophyte มีบทบาทต่อระบบนิเวศของดินคือ เป็นตัวการย่อยสลายอินทรีย์วัตถุโดยเฉพาะสารอินทรีย์ ที่ย่อยสลายได้ยาก เช่น เซลลูโลส เช่นเดียวกับเชื้อรา แต่จะเจริญหลังจากที่เชื้อราและแบคทีเรียได้เจริญเต็มที่และลดจำนวนลงแล้ว ในแง่ของการเกษตรเชื้อแอกติโนไมซีสต์ ก็มีส่วนช่วยให้เกิดโครงสร้างดินที่เสถียรโดยการสร้างสารที่เป็นยางไม่ละลายน้ำออกมาผสมกับดิน ตั้งแต่ช่วงปลายทศวรรษ 1970 เป็นต้นมา พบว่า เชื้อแอกติโนไมซีสต์กลุ่มเอนโดไฟท์ ที่อาศัยอยู่ในต้นพืชบางชนิดสามารถตรึงแก๊สไนโตรเจนได้โดยการอยู่ร่วมกับรากพืชหลายชนิด พืชที่พบแล้วว่ามีความสัมพันธ์กับเชื้อ

แอกติโนไมซีสต์มีหลายชนิด ส่วนใหญ่เป็นไม้ผลเขตอบอุ่นประเภทผลไม้เนื้ออ่อน (berry) นอกจากนี้เชื้อแอกติโนไมซีสต์บางชนิดยังสามารถตรึงไนโตรเจนได้เมื่ออยู่ร่วมกับรากข้าวในนาน้ำขัง ชนิดของเชื้อแอกติโนไมซีสต์ที่อยู่ร่วมกับรากพืชชั้นสูงแล้วตรึงไนโตรเจนได้นั้นไม่เฉพาะเจาะจงเหมือนกับแบคทีเรียไรโซเบียมในรากของพืชตระกูลถั่วเท่านั้น ปัจจุบันพบว่าเชื้อแอกติโนไมซีสต์อยู่ร่วมกับพืชต่าง ๆ อย่างน้อย 7 ตระกูล

เชื้อเอนโดไฟท์ติก แอกติโนไมซีสต์ (Endophytic Actinomycetes)

เชื้อเอนโดไฟท์ติก แอกติโนไมซีสต์ อาศัยอยู่ภายในเนื้อเยื่อพืชซึ่งอาจอยู่ในส่วนของราก ลำต้น กิ่ง หรือใบ โดยไม่ทำให้พืชแสดงอาการของโรค ในต้นพืชที่มีความแข็งแรงอาจจะมีความสัมพันธ์แบบ symbiotic จากการศึกษาของ Lechevalier (1989) พบว่า เชื้อแอกติโนไมซีสต์สกุล *Frankia* สามารถสร้าง vegetative hyphae เจริญอยู่บริเวณส่วนขนราก อีกทั้งเส้นใยยังเข้าไปเจริญอยู่ในเซลล์ epidermis และเจริญอยู่ระหว่างเซลล์ของชั้น cortex ของราก สร้างอาหารโดยวิธีการตรึงไนโตรเจน (nitrogen-fixing) เมื่อเนื้อเยื่อพืชผุพังถูกย่อยสลาย เชื้อ *Frankia* จะกลับไปอาศัยเจริญอยู่ในดินในลักษณะเป็น saprophyte และจากการศึกษาของ Bacon *et al*. (1999) พบว่าเชื้อเอนโดไฟท์ติก แอกติโนไมซีสต์ ที่อาศัยอยู่ในพืชช่วยลดความดึงดูดต่อแมลง (herbivores) กระตุ้นให้เกิดความต้านทาน ส่งเสริมการเจริญเติบโตของพืชและสามารถการควบคุมโรคและแมลงศัตรูพืช (biological control agent)

เชื้อเอนโดไฟท์ติก แอกติโนไมซีสต์เป็นเชื้อที่มีการเจริญช้ากว่าเชื้อราและแบคทีเรียจึงทำให้เกิดการปนเปื้อนจากเชื้ออื่นได้ง่าย ดังนั้นในการแยกเชื้อเอนโดไฟท์ติก แอกติโนไมซีสต์จากพืชจึงต้องมีการแยกบนอาหารที่จำเพาะผสมร่วมกับสารปฏิชีวนะ เพื่อยับยั้งการปนเปื้อนกับเชื้อชนิดอื่น โดย Spurr and Welty (1975) พบว่าการเพิ่มขั้นตอนการแช่แอลกอฮอล์เข้าไปในขั้นตอนการฆ่าเชื้อที่ผิวจะช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการใช้โซเดียมไฮโปคลอไรท์ที่ผิวพืช ทำให้ประสิทธิภาพในการฆ่าเชื้อที่ผิวดีขึ้น นอกจากนี้ Petrini (1984) รายงานว่า การฆ่าเชื้อที่ผิวต้องปรับให้เหมาะสมกับเนื้อเยื่อของพืชและระยะเวลาในการฆ่าเชื้อที่ผิวจะขึ้นอยู่กับความหนาของพืชด้วย

การใช้เชื้อแอกติโนไมซีสต์ในการควบคุมโรคพืชทางการเกษตร

Shimizu *et al*. (2000) ทำการแยกเชื้อเอนโดไฟท์ติก แอกติโนไมซีสต์จากราก ต้น และใบของต้น rhododendron บนอาหาร Inhibitory Mold Agar 2 (IMA-2) ที่ผสม antibiotic mixture ได้แก่ amphotericin B, riphampin – viccillin solution และ heritage หลังจากบ่มเชื้อไว้ที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 – 4 สัปดาห์ พบเชื้อเอนโดไฟท์ติก แอกติโนไมซีสต์ จำนวน 10

ไอโซเลท จากนั้นนำมาทดสอบความสามารถในการยับยั้งการเจริญของเชื้อสาเหตุโรคของ rhododendron จากการทดลองพบว่าเชื้อไอโซเลท R-5 มีความสามารถในการยับยั้งการเจริญ *Phytophthora cinnamomi* และ *Pestalotiopsis sydowiana* ได้ดีที่สุดโดยสามารถสร้าง clear zone ซึ่งชี้ให้เห็นว่าผลิตสารยับยั้งการเจริญของเชื้อราได้ไอโซเลท R-5 จึงถูกนำไปจำแนกชนิดของเชื้อโดยศึกษาลักษณะทางสัณฐานวิทยา สรีระวิทยาและ chemotaxonomy พบว่าเป็นเชื้อแอกติโนไมซีสต์ในสกุล *Streptomyces*

Abd-Allah (2001) ศึกษาประสิทธิภาพของเชื้อ *Streptomyces plicatus* ในการควบคุมเชื้อจุลินทรีย์สาเหตุโรคพืช เชื้อชนิดนี้สามารถผลิตเอนไซม์ chitinase และสามารถยับยั้งการยืดตัวของสปอร์ การยืดตัวของ germ tube และการเจริญของส้นใยของเชื้อรา *F. oxysporum* f. sp. *lycopersici*, *Alternaria alternate* และ *Verticillium albo-atum* ซึ่งเป็นเชื้อสาเหตุโรคเหี่ยวของมะเขือเทศ

Getha and Vikineswary (2002) ศึกษาประสิทธิของเชื้อ *Stretomyces violaceusniger* ไอโซเลท G 10 ในการควบคุมเชื้อรา *F. oxysporum* f. sp. *cubense* race 4 สาเหตุของโรคเหี่ยวของกล้วย จากการทดลองในสภาพห้องปฏิบัติการ โดยวิธี dual culture พบการสร้าง clear zone เกิดขึ้น เมื่อตรวจสอบภายใต้กล้องจุลทรรศน์พบว่าเส้นใยของเชื้อราถูกย่อยสลาย และเมื่อเลี้ยงเชื้อ *S. violaceusniger* ไอโซเลท G 10 ในอาหารเหลวร่วมกับเชื้อรา *F. oxysporum* f. sp. *cubense* race 4 พบว่าเชื้อรา *S. violaceusniger* ไอโซเลท G 10 ผลิตสารปฏิชีวนะการยับยั้งการเจริญของเส้นใยของเชื้อราและทำให้เส้นใยของเชื้อรามีลักษณะผิดปกติ

Nishimura *et al.* (2002) แยกเชื้อเอนโดไฟท์ติก แอกติโนไมซีสต์ จากใบ ต้น และราก ของพืช mountain laurel (*Kalmia latifolia* L.) ได้จำนวน 73 ไอโซเลท และคัดเลือกเชื้อที่มีความสามารถในการยับยั้งการเจริญของเชื้อจุลินทรีย์ได้ดีที่สุด ซึ่งได้แก่ *Streptomyces* sp. ไอโซเลท AOK-30 เป็นเชื้อที่มีความสามารถในการควบคุมเชื้อราสาเหตุโรคพืชในตระกูล Ericaceae ได้หลายชนิด สามารถเจริญได้ดีบนอาหารกระตุ้นการเกิดรากที่เลี้ยงร่วมกับเนื้อเยื่อพืช mountain laurel และเมื่อทดสอบในกับต้นกล้า พบว่าพืชที่มีเชื้อ *Streptomyces* sp. ไอโซเลท AOK-30 สามารถต้านทานต่อโรคพืชที่เกิดจากเชื้อรา *Pestalotia* sp. ได้โดยไม่ทำให้เกิดอาการผิดปกติ แคระแกรน ใบด่าง และใบร่วงกับต้นกล้า

Cao *et al*. (2004) แยกเชื้อเอนโดไฟท์ติก แอกติโนไมซีสต์จากมะเขือเทศ พบว่าเชื้อทั้งหมดสามารถผลิตสารปฏิชีวนะที่ต้านทานต่อเชื้อแบคทีเรียได้ 21 เปอร์เซ็นต์ และผลิตสารปฏิชีวนะที่ต้านทานต่อเชื้อราได้ 41 เปอร์เซ็นต์ แต่มีเชื้อเพียง 32 เปอร์เซ็นต์ เท่านั้นที่ผลิตสารปฏิชีวนะยับยั้งการเจริญของเชื้อรา *Rhizoctonia solani* และจากการปลูกเชื้อ *Streptomycetes* sp. ไอโซเลท S30

พบว่าสามารถส่งเสริมการเจริญเติบโตของพืชและเพิ่มความต้านทานโรคในระยะกล้าของมะเขือเทศ

Aghighi *et al*. (2006) ศึกษาประสิทธิภาพของเชื้อ *Streptomyces* 2 ไอโซเลท ได้แก่ ไอโซเลท S2 และไอโซเลท C ที่แยกได้จากดินปลูกข้าวสาลี เพื่อยับยั้งการเจริญของเชื้อรา *R. solani* สาเหตุโรคเน่าคอดินของ sugar beet ด้วยวิธีการ dual culture พบว่า ทั้ง 2 ไอโซเลท สามารถยับยั้งการเจริญของเส้นใยของเชื้อราได้ โดยไอโซเลท C มีบริเวณยับยั้งมากกว่าไอโซเลท S2 ซึ่งทั้ง 2 ไอโซเลทมีคุณสมบัติเป็น fungistatic และจากการทดสอบในสภาพโรงเรือน พบว่า ไอโซเลท S2 และไอโซเลท C สามารถยับยั้งการเกิดโรคเน่าคอดินของ sugar beet ได้ นอกจากนี้ยังเพิ่มน้ำหนักแห้งของลำต้นและราก และเปอร์เซ็นต์การงอกได้อีกด้วย

Errakhi *et al*. (2007) แยกเชื้อแอกติโนไมซีสต์จากดินได้จำนวน 10 ไอโซเลท สามารถจัดจำแนกเชื้อได้เป็นสกุล *Streptomyces* เมื่อนำเชื้อมาทดสอบประสิทธิภาพในการยับยั้งการเจริญของเชื้อรา *S. rolfsii* ด้วยวิธี well diffusion พบว่ามีจำนวน 4 ไอโซเลท คือ J-2, B-5, B-11 และ B-40 สามารถยับยั้งการเจริญของเชื้อราสาเหตุโรคและการงอกของเมล็ด sclerotium โดยการใช้ biomass inoculum ให้ผลดีกว่าการใช้ culture filtrate และ spore suspension ซึ่งไอโซเลท J-2 ยับยั้งการงอกได้มากที่สุดถึง 93 เปอร์เซ็นต์ และเมื่อคลุกเมล็ดด้วยเชื้อแอกติโนไมซีสต์แต่ละไอโซเลท พบว่าไอโซเลท J-2 สามารถลดความรุนแรงของโรคได้มากที่สุด ช่วยเพิ่มน้ำหนังสดและความยาวของลำต้นละรากของต้นกล้า นอกจากนี้ยังพบว่าเชื้อ *Streptomyces* สามารถอาศัยอยู่รอดในดินบริเวณรากได้นานกว่า 3 สัปดาห์

Sharifi *et al*. (2007) แยกเชื้อแอกติโนไมซีสต์จากดินได้ทั้งหมด 178 ไอโซเลท จากนั้นทดสอบความสามารถในการยับยั้งการเจริญของเชื้อรา *Pythium aphanidermatum* ด้วย agar disc พบว่าเชื้อแอกติโนไมซีสต์ จำนวน 43 ไอโซเลท สามารถยับยั้งการเจริญของเชื้อราได้ โดยไอโซเลท 311 และ 321 สามารถยับยั้งการเจริญของเชื้อราได้ดีที่สุด เชื้อดังกล่าวจัดอยู่ในสกุล *Streptomyces* และมีคุณสมบัติเป็น fungicinal จากนั้นนำไอโซเลท 311 ทดสอบความสามารถในการควบคุมโรคเน่าคอดินของเมลอน (*Cucumis melo* L.) ในสภาพโรงเรือน พบว่าไอโซเลท 311 สามารถควบคุมโรคเน่าคอดินได้และช่วยส่งเสริมการเจริญเติบโตของต้นเมลอนได้

เชื้อรา *Trichoderma* (Beagle-Ristaino and Papavizas, 1985)

เชื้อราสกุล *Trichoderma* เป็นราจัดอยู่ใน

Kingdom Fungi

Division Ascomycota

Class Euascomycetes

Order Hypocreales

Family Hypocreaceae

Genus Trichoderma

ลักษณะโดยทั่วไปของเชื้อรา *Trichoderma*

เชื้อรา *Trichoderma* เป็นเชื้อราที่มีการดำรงชีวิตแบบ saprophyte และเป็น mycoparasite โดยใช้เส้นใยขดเป็นวงรอบ ๆ เส้นใยของเชื้อราสาเหตุโรคพืช จากนั้นเข้าไปเจริญในเส้นใยของชื้อราได้โดยการย่อยผนังเซลล์ แล้วใช้อาหารจากเชื้อราสาเหตุโรคพืช เชื้อรา *Trichoderma* ดำรงชีวิตอยู่ในดินโดยทั่วไป อาศัยซากพืชและสัตว์เป็นแหล่งอาหาร เจริญได้ดีในดินที่มีความชื้นแต่ไม่แฉะ สามารถแยกเชื้อบริสุทธิ์จากดินธรรมชาติได้ง่าย เจริญได้รวดเร็วบนอาหารหลายชนิด สร้างก้านชูสปอร์ ที่แตกกิ่งก้านสาขาโดยที่ปลายก้านชูสปอร์ มีโครงสร้างกำเนิดโคนิเดีย หรือ สปอร์ เรียกว่า phialide รูปร่างคล้ายลูกพินโบว์ลิ่ง โคนิเดียซึ่งเกิดจากปลาย phialide จะรวมกันเป็นกลุ่มก้อน (slime head) เห็นเป็นสีเขียวหรือใส (hyaline) ส่วนระยะสมบูรณ์เพศหรือ teleomorph ของเชื้อรา *Trichoderma* คือ เชื้อราในสกุล Hypocrea หรือสกุลอื่น ๆ ที่ใกล้เคียงกัน (Bissett, 1984) เชื้อรา *Trichoderma* จัดเป็นเชื้อราที่มีประสิทธิภาพสูงในการควบคุมเชื้อสาเหตุโรคพืช เนื่องจากมีการเจริญเติบโตและเพิ่มปริมาณได้อย่างรวดเร็ว จึงสามารถแข่งขันและเข้าทำลายเชื้อสาเหตุโรคพืชได้อย่างรวดเร็วเป็นปฏิปักษ์ต่อเชื้อสาเหตุโรคพืชหลายชนิด โดยวิธีเป็นปรสิต (mycoparasite) สร้างสารพิษ (toxin) และน้ำย่อยจำพวกเอนไซม์ได้ด้วย (Cook and Baker, 1983) การเจริญเติบโตของเชื้อรา *Trichoderma* สามารถถูกกระตุ้นให้เจริญเติบโตได้โดยใช้สารไธแรม แต่จะถูกยับยั้งโดยสารเบโนมิล เชื้อราชนิดนี้มีความทนทานต่อสารเมตาแลกซิลและแอมโมเนีย (Lorito *et al*., 1993)

ลักษณะสัณฐานวิทยาของเชื้อรา *Trichoderma* (นุชนารถ, 2535)

1. โคโลนี (colony)

เชื้อรา *Trichoderma* มีการสร้างเส้นใยเจริญเติบโตเร็ว เริ่มแรกโคโลนีมีผิวหน้าเรียบ ไม่มีสี ต่อมาโคโลนีมีลักษณะเป็นแบบปุยฝ้ายฟูอย่างหลวม ๆ (loosely floccose) หรือเป็นกระจุกหนาแน่น (compactly tuft) หรือมีลักษณะทั้งสองแบบในโคโลนีเดียวกัน หรือมีลักษณะอยู่ระหว่างทั้งสองแบบ การเกาะกันเป็นกระจุกของโคโลนีมีส่วนเกี่ยวข้องกับโครงสร้างของก้านชูสปอร์ ตัวอย่างเช่น เชื้อรา *Trichoderma hamatum* มีโคโลนีเป็นกระจุกหนาแน่น สังเกตพบว่าระบบการแตกกิ่งก้านของก้านชูสปอร์ของเชื้อราชนิดนี้มีความซับซ้อนมาก สีของโคโลนีส่วนใหญ่เกิดมาจากการสร้างสีของสปอร์ (phialospore) โดยปกติเชื้อรา *Trichoderma viride* มีโคโลนีสีเขียวเข้ม แต่บางครั้งอาจจะแสดงสีที่แตกต่างออกไปอย่างชัดเจน ตั้งแต่สีเหลืองไปจนถึงสีเขียวอ่อน ส่วนโคโลนีของเชื้อรา *Trichoderma polysporum* มีสีขาวเนื่องจาก phialospore ไม่มีสี นอกจากนี้สีของสปอร์ที่มีผลต่อสีของโคโลนีแล้วยังมีปัจจัยอื่นอีก คือ

1. ปริมาณสปอร์ที่สร้างขึ้น ทำให้สีของโคโลนีเข้มขึ้นหรืออ่อนลง
2. สร้างผลึกสี หรือปล่อยสีออกมา ทำให้สีของอาหารเลี้ยงเชื้อเปลี่ยนไป
3. ชนิดและความเป็นกรดด่าง (pH) ของอาหารเลี้ยงเชื้อ มีผลต่อสีของโคโลนี
4. การสร้างเส้นใยที่ยืดตัวออกและเป็นหมัน (sterile hyphal elongation) เหนือกระจุกของก้านชูสปอร์ของเชื้อรา *T. hamatum* ทำให้โคโลนีมีสีเขียวหรือสีเทาเขียว (grayish-green)

2. โคนิเดีย (conidia) หรือ สปอร์ (spore)

เกิดเดี่ยว ๆ และเกาะกันเป็นกลุ่มก้อนกลม หรือค่อนข้างกลม ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางต่ำกว่า 15 ไมครอน อยู่บนปลาย phialide ซึ่งการเกิดสปอร์ต่อกันเป็นแถวพบน้อยมากและเป็นแถวสั้น ๆ บางครั้งกลุ่มสปอร์ที่เกิดบน phialide ข้างเคียงอาจรวมกันเป็นก้อน (conidial head) ที่ใหญ่ขึ้น ผนังของสปอร์เรียบ หรือบางครั้งพบขรุขระเล็กน้อย ไม่มีสี (hyaline) หรือมีสีเขียวปนเหลือง (yellowish green) จนถึงสีเขียวดำเข้ม (dark green) รูปร่างค่อนข้างกลม บริเวณที่สร้างสปอร์มีลักษณะเป็นวงรอบ หรือเป็นวงแหวน ซึ่งเกิดจากอิทธิพลของแสงและเมื่อโคโลนีมีอายุมากขึ้นจะมีการสร้างก้านชูสปอร์ ขึ้นมาใหม่อีกบริเวณรอบนอกที่สร้างสปอร์ ทำให้เห็นการเกิดวงรอบ (zonation) ไม่ชัดเจน บางไอโซเลท มีลักษณะเป็นแบบปุยฝ้าย (floccose) การสร้าง zonation สามารถสังเกตได้ในขณะที่เชื้อยังมีอายุน้อยเท่านั้น

3. ก้านชูสปอร์ (conidiophore)

ก้านชูสปอร์ของเชื้อรา *Trichoderma* มีการแตกกิ่งก้านหลายแบบและการสร้างสลับซับซ้อนกันมาก มองดูโครงสร้างรอบนอกเป็นแบบรูปกรวย หรือแบบปิรามิด เช่น เชื้อรา *T. hamatum* และ *T. polysporum* มีก้านชูสปอร์ยาว แตกกิ่งก้านด้านข้างสั้นและหนา มีลักษณะเฉพาะ คือ สร้างเส้นใยที่ยืดตัวออกและเป็นหมัน เป็นเส้นยาวคล้ายแส้ เป็นส่วนที่ไม่สร้างสปอร์อยู่ปลายก้านของก้านชูสปอร์ส่วนเชื้อรา *Trichoderma longibrachiatum* มีเส้นแกนกลางของก้านชูสปอร์ ค่อนข้างยาวและแตกกิ่งก้านสั้นเช่นกัน แต่ไม่เหมือน เช่น *T. hamatum* และ *T. polysporum* เป็นต้น ที่สร้างก้านชูสปอร์มีการแตกกิ่งก้านน้อยและสลับกันไป สำหรับเชื้อรา *T. viride* และ *Trichoderma koningii* สร้างก้านชูสปอร์ที่มีการแตกกิ่งก้านด้านข้างออกมาจากจุดเดียวกันเหมือนกับพวกเชื้อรา *Verticillium*

4. Phialide

เป็นก้านสปอร์ที่อยู่ปลายสุด ให้กำเนิดสปอร์ ส่วนใหญ่มีรูปร่างคล้ายขวดชมพู่ หรือลูกพินโบว์ลิ่งที่ฐานจะแคบกว่าตรงกลางเล็กน้อยและค่อย ๆ เรียวไปยังส่วนปลาย ซึ่งตรงปลายจะเป็นรูปกรวบแคบ ๆ หรือใกล้จะเป็นทรงกระบอกโดยทั่วไป phialide จะแตกออกมาจากจุดกำเนิดเป็นวงกว้างและปลายงอโค้ง ทำให้มองด้านข้างเหมือนเข้าสัตว์ (horn-shaped) และอาจเกิดขึ้นบนกิ่งก้านของก้านชูสปอร์ที่แตกด้านข้าง ลักษณะเรียงกันของ phialide เป็นวงรอบไม่สม่ำเสมอ มีจำนวนถึง 5 อัน เกิดที่ปลายก้านของก้านชูสปอร์ซึ่งเกิดจากเซลล์ที่ให้กำเนิด หรือเกิดตลอดกิ่งก้านแบบเดี่ยว ๆ และค่อนข้างยาวกว่าอันที่อยู่ข้างล่าง

กลไกการควบคุมโรคโดยชีววิธีของเชื้อรา *Trichoderma*

1. การสร้างสารปฏิชีวนะ หมายถึง การยับยั้งการเจริญของจุลินทรีย์ชนิดหนึ่งที่เกิดขึ้นจากสารที่สร้างขึ้นโดยสิ่งมีชีวิตอีกชนิดหนึ่ง สารดังกล่าวนี้จะมีผลต่อการยับยั้งการเจริญเติบโต หรืออาจทำให้ตายได้ สารเคมีดังกล่าวอาจเป็นสารปฏิชีวนะ (antibiotics) และสารจำพวกเอนไซม์ (extracelluar enzymes) (Bilai, 1963) การผลิตเอนไซม์ที่ย่อยเชื้อสาเหตุโรคพืชได้โดยตรงเป็นปัจจัยร่วมอย่างหนึ่งของการยับยั้งการเจริญของเชื้อสาเหตุ เอนไซม์ที่สำคัญในการย่อยสลายผนังเซลล์ของเชื้อราสาเหตุโรคพืชที่สำคัญ คือ เอนไซม์ protease, chitinase และ cellulase ทั้งการสร้างเอนไซม์และการสร้างสารปฏิชีวนะหรือสารพิษอาจออกฤทธิ์ร่วมกัน ทำให้เชื้อจุลินทรีย์ปฏิปักษ์สามารถเข้าทำลายเชื้อสาเหตุโรคพืชได้อย่างกว้างขวาง (วีระศักดิ์, 2544) เช่น เชื้อรา *T. harzianum* ไอโซเลท P1 สร้าง chitinolytic enzymes สามารถยับยั้งการงอกของสปอร์ และการเจริญของ

germ tube สำหรับเชื้อราที่มี chitin เป็นองค์ประกอบของผนังเซลล์ พบว่าระดับการยับยั้งจะสัมพันธ์กับระดับของ chitin ในผนังเซลล์ของเชื้อราเป้าหมาย (Lorito *et al*., 1993)

2. การแข่งขันซึ่งกันและกัน หมายถึง การที่สิ่งมีชีวิตสองชนิดหรือมากว่าเจริญอยู่ด้วยกัน มีความต้องการอาหารและที่อยู่อาศัย เมื่ออาหารที่มีอยู่ไม่เพียงพอจึงทำให้เกิดการแข่งขันกัน โดยเฉพาะอย่างยิ่งการใช้ธาตุอาหารและปัจจัยอื่น ๆ สำหรับการเจริญเติบโต เชื้อรา *Trichoderma* มีความสามารถในการเข้าครอบครองรากพืชได้รวดเร็วกว่าเชื้อสาเหตุโรคพืช ถ้าในดินที่ใช้ในการเกษตรมีปริมาณของเชื้อรา *Trichoderma* สูงย่อมพิสูจน์ได้ว่าเชื้อรา *Trichoderma* สามารถที่จะเป็นผู้แข่งขันที่ดีในด้านการแย่งที่อยู่อาศัยและแหล่งอาหาร นอกจากนั้นยังสามารถเพิ่มโอกาสในการแข่งขันกับเชื้อสาเหตุโรคได้มากขึ้นด้วย (จิระเดช, 2544)

3. การเป็นปรสิตของเชื้อราปฏิปักษ์ การที่เชื้อราปฏิปักษ์สร้างเส้นใยแทงทะลุเข้าไปในเส้นใยของเชื้อราสาเหตุโรคพืช แล้วดูดของเหลวจากรากทำให้เส้นใยของเชื้อราสาเหตุโรคพืชเหี่ยวแฟบลง หรือการที่เชื้อราปฏิปักษ์สร้างเส้นใยพันรัดเส้นใยของเชื้อราสาเหตุโรคพืชก่อนการเข้าทำลายเส้นใย เชื้อรา *Trichoderma* เป็นปรสิตของเชื้อราต่าง ๆ ในกลุ่มเชื้อราชั้นต่ำพวก Phycomycetes กลุ่มราชั้นสูงพวก Imperfect Fungi (Deuteromycetes) พวก Ascomycetes และ Basidiomycetes ในบางกรณีพบว่าเชื้อรา *Trichoderma* เป็นศัตรูสำคัญของการเพาะเห็ด กลไกการออกฤทธิ์ของเชื้อรา *Trichoderma* ที่มีผลต่อเชื้อราก่อโรค เช่น *R. solani*, *Sclerotium* sp. และ *Phytophthora* sp.โดยพบว่าเชื้อรา *Trichodrema* จะสร้าง enzyme บางชนิด เช่น chitinase และ cellulose เป็นต้น เพื่อย่อยสลายผนังเซลล์ของราสาเหตุโรคพืช แล้วเข้าไปเจริญสร้างเส้นใยภายในเส้นใยของเชื้อราสาเหตุโรคพืช (จิระเดช และวรรณวิไล, 2542) และ Inbar *et al*. (1996) ได้ทำการตรวจสอบปฏิกิริยาระหว่างเชื้อรา *T. harzianum* และเชื้อรา *S. sclerotiorum* โดยเลี้ยงเชื้อราทั้งสองร่วมกันบนอาหาร เมื่อตรวจสอบโดยใช้กล้องจุลทรรศน์และกล้อง SEM พบว่าเส้นใยของเชื้อรา *T. harzianum* พันรัดและรบเส้นใยของเชื้อรา *S. sclerotiorum* ทำให้ผนังเซลล์บางส่วนของเมล็ด sclerotium แตกออก

ประโยชน์ของเชื้อรา *Trichoderma* sp. (จิระเดช และวรรณวิไล, 2542)

1. ลดกิจกรรมของเชื้อราสาเหตุโรคพืช เชื้อรา *Trichoderma* sp. บางสายพันธุ์มีคุณสมบัติในการลดกิจกรรมของเชื้อราสาเหตุโรคพืชโดยสามารถพันรัดเส้นใย แล้วปล่อยเอนไซม์หลายชนิด เช่น chitinase และ cellulase เพื่อสลายผนังเส้นใยของเชื้อโรคพืชก่อนที่จะแทงส่วนของเส้นใยเข้าไปภายในของเชื้อโรคพืช เชื้อรา *Trichoderma* sp. จะเจริญอย่างรวดเร็วโดยใช้อาหารภายในเส้นใย

ของเชื้อโรคพืช กิจกรรมด้านการเจริญของเส้นใยเชื้อโรคพืชจะลดลงอย่างมาก ส่งผลให้กิจกรรมเกี่ยวกับการสืบพันธุ์และการขยายพันธุ์ของเชื้อโรคพืชลดลงไปด้วย

นอกจากนี้ในกรณีที่เชื้อโรคพืชกำลังเข้าทำลายรากพืชหรือส่วนใดส่วนหนึ่งของพืช เช่น บริเวณแผลหรือรอยตัด เชื้อรา *Trichoderma* sp. จะทำหน้าที่ขัดขวางกิจกรรมการเข้าทำลายของเชื้อโรคบริเวณดังกล่าวได้ โดยการแข่งขันการใช้อาหารและรบกวนการเจริญของเชื้อโรคพืชทุกระยะ เช่น การงอกของสปอร์ การเจริญและพัฒนาของเส้นใย การขยายพันธุ์ การสืบพันธุ์ เป็นผลมาจากการรบกวนและขัดขวางกิจกรรมต่าง ๆ ของเชื้อโรค จะส่งผลให้ความรุนแรงของการเกิดโรคพืชลดลงได้ในที่สุด

2. ลดปริมาณเชื้อราสาเหตุโรคพืช เชื้อรา *Trichoderma* sp. สามารถเข้าทำลายส่วนที่เป็นโครงสร้างของเชื้อสาเหตุโรคพืชซึ่งถูกสร้างขึ้นเพื่อการสืบพันธุ์ หรือ เพื่อความอยู่รอดภายใต้สภาพแวดล้อมที่ไม่เหมาะสมได้ เช่นในกรณีของเชื้อรา *S. rolfsii* เชื้อรา *Trichoderma* sp. จะทำให้เม็ด sclerotium ฝ่อตายไปก่อนที่จะมีโอกาสงอกเป็นเส้นใยเพื่อเข้าทำลายพืช

3. เพิ่มการเจริญเติบโตของพืช นอกจากเชื้อรา *Trichoderma* sp. จะช่วยป้องกันการเข้าทำลายเชื้อโรคพืชได้หลายชนิดแล้วยังพบว่าสามารถเพิ่มการเจริญเติบโตและการสร้างดอกของพืชอีกหลายชนิด ไม้ดอกไม้ประดับที่ปลูกในกระถาง พืชผักต่าง ๆ กล้าไม้ที่เพาะด้วยเมล็ด ตลอดจนกิ่งปักชำและพืชหัว โดยเพิ่มขนาดและความสูงของต้น น้ำหนักของต้นพืชทั้งต้น น้ำหนักของหัว ตั้งแต่ 10-60 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเปรียบเทียบกับการไม่ใช้เชื้อรา *Trichoderma* sp. สำหรับกลไกที่เกี่ยวข้องกับคุณสมบัติในการเพิ่มการเจริญเติบโตของพืชยังไม่เป็นที่ทราบแน่ชัด แต่ก็มีผู้รายงานว่าเชื้อรา *Trichoderma* sp. สามารถสร้างสารเร่งการเจริญเติบโต (hormone) ต่าง ๆ ได้เอง ในขณะที่บางกรณีเชื่อว่าเชื้อรา *Trichoderma* sp. สร้างสารไปกระตุ้นให้พืชสร้างสารเร่งการเจริญเติบโตมากกว่าปกติและบางกรณีพบว่าเชื้อรา *Trichoderma* sp. ไปขัดขวางหรือทำลายจุลินทรีย์ต่าง ๆ ที่รบกวนระบบรากของพืช ทำให้ระบบรากพืชสมบูรณ์และแข็งแรง สำหรับในกรณีของการเพาะเมล็ดที่ปลูกในดินซึ่งคลุกด้วยเชื้อรา *Trichoderma* sp. พบว่าเมล็ดจะงอกเร็วกว่าปกติ 2-3 วัน และต้นกล้าจะมีขนาดใหญ่โตกว่าปกติ นอกจากนี้พบว่ามีเปอร์เซ็นต์ความงอกและจำนวนต้นรอดตายเพิ่มมากขึ้นด้วย

บทบาทของเชื้อรา *Trichoderma* sp. ต่อการควบคุมโรค

เชื้อรา *Trichoderma* sp. สามารถนำมาใช้ในการควบคุมโรคพืชหลายชนิด ซึ่งมีผู้ศึกษากันอย่างกว้างขวาง ดังนี้

แสงมณี และคณะ (2540) ศึกษาเชื้อรา *T. harzianum* พบว่าสามารถสร้างเส้นใยพันเป็นวงรัดรอบเส้นใยของเชื้อรา *Phytophthora parasitica* และ *P. palmivora* สาเหตุโรครากน่าโคนเน่าของพริกไทยและโรคเน่าดำของวานิลา เชื้อเจริญแทงเข้าสู่ภายในเส้นใย ทำให้เกิดลักษณะว่างเปล่าภายในเส้นใยของเชื้อรา ผนังเส้นใยถูกย่อยสลาย ส่งผลกระทบต่อการสร้าง sporangium และ chlamydospore ด้วย

มณฑา และคณะ (2541) ทดลองนำเชื้อรา *T. harzianum* คลุกลงในดินปลูกถั่วเหลืองฝักสดที่มีเชื้อรา *S. rolfsii* เจริญอยู่ พบว่าเชื้อรา *T. harzianum* สามารถลดความเสียหายของโรคเมื่อต้นพืชอายุ 30 วัน หลังปลูกได้มากที่สุดถึง 62 เปอร์เซ็นต์ และทำให้ความสูงตลอดจนน้ำหนักของถั่วเหลืองฝักสดเพิ่มขึ้น

วาสนา และคณะ (2548) ทดสอบประสิทธิภาพของเชื้อรา *T. harzianum* ไอโซเลท T-50 และ CB-Pin-01 และเชื้อรา *T. virens* ไอโซเลท Tv-16 ในการควบคุมโรคระดับดินของมะเขือเทศพันธุ์คิงคอง-2 ที่เกิดจากเชื้อรา *Pythium aphnidermatum* ในสภาพโรงเรือนปลูกพืชทดลองพบว่าหลังจากย้ายปลูกพืช 14 วัน ทุกกรรมวิธีที่ใช้เชื้อรา *T. harzianum* และ *T. virens* หรือสารเมทาแลกซิล พบต้นรอดตายสูงกว่าชุดควบคุม โดยเฉพาะกรรมวิธีที่ใช้เชื้อรา *T. harzianum* ทั้ง 2 สายพันธุ์ ในรูป spore suspension ความเข้มข้น 10^8 สปอร์/มิลลิลิตร ราดดินอัตรา 5 มิลลิลิตร/กระถาง และการใช้ เชื้อรา *T. virens* ในรูป spore suspension ความเข้มข้น 10^8 สปอร์/มิลลิลิตร แช่เมล็ดเป็นระยะเวลา 30 นาที ก่อนปลูกร่วมกับการใช้แคลเซียมคลอไรด์ราดวัสดุปลูก ช่วยให้มีต้นมะเขือเทศรอดตาย 100 เปอร์เซ็นต์

Sharon *et al*. (2001) นำเชื้อรา *T. harzianum* มาควบคุมไส้เดือนฝอย *Meloidogyne javanica* ซึ่งเป็นสาเหตุทำให้เกิดโรครากปมในมะเขือเทศ โดยทำการทดสอบภายในโรงเรือนพบว่าการปลูกมะเขือเทศในดินที่ผสมเชื้อรา *T. harzianum* สามารถทำให้จำนวนของปมรากของมะเขือเทศลดลงและทำให้น้ำหนักสดของผลเพิ่มมากขึ้น

Intana *et al*. (2003) ศึกษาเชื้อรา *T. harzianum* สายพันธุ์ที่เกิดการกลายพันธุ์และสายพันธุ์ดั้งเดิมพบว่าสามารถผลิตสาร harzianic acid, harzianic acid isomer และ penty pyrone ได้ และสารดังกล่าวมีผลในการเพิ่มน้ำหนักสดของต้นและรากแตงกวาได้ทั้งการทดสอบในระดับห้องปฏิบัติการและในระดับโรงเรือน สำหรับในกรณีของการเพาะเมล็ดแล้วทำการปลูกในดินซึ่งคลุกด้วยเชื้อรา *T. harzianum* พบว่าเมล็ดจะงอกเร็วกว่าปกติ 2-3 วัน และต้นกล้าจะมีขนาดใหญ่โตกว่าปกติ นอกจากนี้พบว่าเปอร์เซ็นต์ความงอกและจำนวนต้นรอดตายเพิ่มมากขึ้นด้วย

Widyastuti *et al*. (2003) ทดลองใช้เชื้อรา *T. harzianum*, *Trichoderma reesei* และ *T. koningii* เพื่อควบคุมเชื้อรา *S. rolfsii* โรครากและโคนเน่าของต้นกล้าสน ในพื้นที่เขตร้อนพบว่า

เชื้อราเชื้อรา *T. harzianum* และ *T. reesei* สามารถเข้าพันรัดรอบเส้นใยของเชื้อรา *S. rolfsii* และเมื่อทดสอบในสภาพโรงเรือนพบว่าการใส่เชื้อรา *Trichoderma* ลงในดินก่อนการปลูกเชื้อรา *S. rolfsii* เป็นระยะเวลา 4 วัน สามารถควบคุมการเกิดโรคได้ดีที่สุด

Rini and Sulochana (2006) ศึกษาประสิทธิภาพของเชื้อรา *Trichoderma pseudokoningii* ไอโซเลท TR17 และ *T. hazianum* ไอโซเลท TR20 และเชื้อแบคทีเรีย *Pseudomonas fluorescent* ไอโซเลท P28 และไอโซเลท P51 ในสภาพโรงเรือนและแปลงปลูก พบว่าสามารถลดความรุนแรงของโรคเน่าคอดินของพริกที่มีสาเหตุจากเชื้อรา *R. solani* และยังสามารถส่งเสริมการเจริญของต้นพริกได้

Akami *et al.* (2009) ศึกษาพบว่าเชื้อรา *T. harzianum* และ *Trichoderma aperellum* สามารถยังยั้งการเจริญของเชื้อรา *F. solani* ซึ่งเป็นสาเหตุของโรคเหี่ยวที่พบในถั่วเหลือง จากการทดสอบในสภาพโรงเรือนพบว่าการใช้เชื้อรา *T. harzianum* และ *T. aperellum* คลุกลงในดินปลูกต้นถั่วเหลืองสามารถลดการเกิดโรคเหี่ยวได้ 26.30-61.10 เปอร์เซ็นต์