

การควบคุมโรคพืชโดยชีววิธี

ผศ.ดร.จิระเดช แจ่มสว่าง

ภาควิชาโรคพืช คณะเกษตร กำแพงแสน

มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน

ทำไมจึงเกิดโรคกับพืชที่ปลูกโดยไม่ใช้ดินและพืชในโรงเรือน

การปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน และการปลูกในสภาพโรงเรือน เป็นวิธีการหนึ่งที่จะลดหรือหลีกเลี่ยงการใช้สารเคมีกำจัดศัตรูพืช และลดปัญหาจากการรบกวนของแมลงและการเกิดโรคพืชที่มีสาเหตุจากเชื้อโรคพืชในดิน ทั้งเชื้อรา และเชื้อแบคทีเรีย ที่มักก่อให้เกิดโรคลำต้น รากเน่า โคนเน่า และโรคเหี่ยว อย่างไรก็ตาม เชื้อสาเหตุของโรคก็อาจมีโอกาสมาร่วมเข้าสู่ระบบของการปลูกพืชโดยไม่ใช้ดินในสภาพโรงเรือนได้ โดยอาจติดมากับเมล็ดพันธุ์ หรือต้นกล้าพืชที่ย้ายลงปลูก ติดมากับเครื่องมือเครื่องใช้ อุปกรณ์การเกษตร และคนที่ปฏิบัติงานในโรงเรือนเพาะปลูก เช่น ติดมากับรองเท้า เสื้อผ้า และมือละอองฝุ่นที่ถูกลมพัดพาเข้ามาในโรงเรือนก็อาจมีเชื้อโรคพืชติดมากับอนุภาคของดินได้เช่นกัน เชื้อราและเชื้อแบคทีเรียสาเหตุโรคอาจปะปนอยู่ในน้ำที่ใช้ผสมสารละลายธาตุ สำหรับการปลูกพืชในระบบไฮโดรโปนิกส์ หรือในน้ำที่ใช้รดต้นพืชในระบบการปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน นอกจากนี้เชื้อโรคพืชอาจติดมากับวัสดุอินทรีย์ที่นำมาใช้เป็นวัสดุปลูก เช่น ขี้เลื่อย ขุยมะพร้าว แกลบดิบ ฯลฯ

สภาพแวดล้อมภายในโรงเรือนโดยส่วนใหญ่มีเอื้ออำนวยต่อการเกิดโรคพืชหลายชนิด กล่าวคือ ในโรงเรือนมีความชื้นสูง ความเข้มของแสงน้อยกว่าปกติ อุณหภูมิไม่สูงมากนัก โดยเฉพาะอย่างยิ่งความชื้นบริเวณระบบรากพืชมักค่อนข้างสูงอย่างต่อเนื่องตลอดเวลา ในกรณีของการปลูกพืชในสารละลายธาตุอาหารนั้น รากพืชต้องแช่อยู่ในสารละลายตลอดเวลา เปิดโอกาสให้เชื้อราในกลุ่มของราขึ้นต่ำคือ เชื้อราพิเทียม (*Pythium* spp.) และเชื้อราไฟทอปทอรา (*Phytophthora* spp.) สามารถเจริญและสร้างสปอร์ที่ว่ายน้ำ (ซุโอสปอร์/zoospore) และเข้าทำลายระบบรากของพืชได้ บางกรณีการเปลี่ยนแปลงระดับความเป็นกรด-ด่าง ของสารละลายธาตุอาหารเกิดการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว เช่น การเกิดสภาวะกรดจัด (pH ต่ำกว่า 5.5) อาจเป็นสาเหตุให้พืชเกิดความเครียด อ่อนแอต่อการเข้าทำลายของเชื้อโรค

เอกสารประกอบการฝึกอบรม หลักสูตร “การควบคุมศัตรูพืชโดยชีววิธีในการปลูกผักระบบไม่ใช้ดิน และภายในโรงเรือน” จัดโดย สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.) (ชุดโครงการ-การจัดการศัตรูพืชแบบผสมผสาน) และคณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง วันที่ 13 กุมภาพันธ์ 2547 ณ อาคารเจ้าคุณทหาร คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า เจ้าคุณทหารลาดกระบัง กรุงเทพฯ

ได้ การเปลี่ยนแปลงของระดับอุณหภูมิในโรงเรือนจากสภาพปกติเป็นอุณหภูมิสูงขึ้น เช่น ในฤดูร้อน นอกจากจะเป็นปัจจัยที่ไม่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของพืชแล้ว ยังเป็นปัจจัยที่ส่งเสริมการเกิดโรคทั้งโรคบนใบพืชและโรคที่เกิดกับระบบรากได้ ถ้าสภาพแวดล้อมที่เหมาะสมต่อการเข้าทำลายของเชื้อโรคพืชเกิดขึ้นอย่างต่อเนื่อง หรือเป็นเวลานาน จะช่วยส่งเสริมการเกิดโรคได้ง่ายขึ้น หรือช่วยให้เกิดโรคในระดับที่รุนแรงได้

พันธุ์พืชที่ใช้ปลูกทั้งในระบบที่ไม่ใช้ดินและในสภาพโรงเรือนส่วนใหญ่เป็นพันธุ์ดีเจริญเติบโตรวดเร็วและให้ผลผลิตสูง แต่มักไม่ต้านทานต่อโรคพืชที่สำคัญ พืชผักที่มีการเจริญเติบโตที่รวดเร็ว มักมีเซลล์ที่อวบน้ำ พืชเซลล์บอบบาง เชื้อโรคสามารถแทงเข้าสู่เซลล์ได้โดยง่าย อย่างไรก็ตาม พืชผักบางพันธุ์มีการเจริญของรากใหม่ทดแทนรากเก่าที่ถูกเชื้อโรคเข้าทำลายได้อย่างรวดเร็ว ช่วยให้การเจริญเติบโตของพืชในภาพรวมเป็นไปตามปกติ และผลผลิตไม่ลดลงมากนัก

ดังนั้น โอกาสที่จะเกิดโรคกับพืชผักที่ปลูกโดยไม่ใช้ดินและปลูกในสภาพโรงเรือน จึงขึ้นอยู่กับปัจจัยที่ก่อให้เกิดโรคดังกล่าวข้างต้น คือ พันธุ์พืชผักที่อ่อนแอต่อโรค มีเชื้อโรคแพร่เข้ามาในระบบและกระบวนการปลูกพืช ประกอบกับมีสภาพแวดล้อมที่เหมาะสมต่อการเกิดโรคอย่างต่อเนื่องหรือในระยะเวลาที่ยาวนานพอสมควร อย่างไรก็ตามการปลูกพืชผักในระบบปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน ได้รับการพัฒนาจนอยู่ในระดับที่ปฏิบัติเป็นการค้าแล้ว ดังนั้นจึงไม่ค่อยพบปัญหาโรคพืชที่เกิดจากสาเหตุเกี่ยวกับความไม่สมดุลของแร่ธาตุอาหาร

โรคที่สำคัญของพืชผักที่ปลูกในระบบไม่ใช้ดิน และในสภาพโรงเรือน

พืชผักที่ปลูกกันในระบบไม่ใช้ดิน และปลูกในสภาพโรงเรือน ประกอบด้วยพืชในกลุ่มผักสลัด ผักคะน้า ผักกวางตุ้ง แดงกวา แคนตาลูป มะเขือเทศ พริกฯ โรคที่สำคัญของพืชผักดังกล่าวมักมีสาเหตุจากเชื้อรา และเชื้อแบคทีเรีย เป็นสำคัญ โรคไวรัสอาจพบได้น้อยเพราะมีการใช้เมล็ดพันธุ์ที่ปราศจากโรค และในโรงเรือนสามารถป้องกันการแพร่ระบาดของแมลงที่อาจเป็นพาหะนำเชื้อไวรัสได้ สำหรับโรคพืชที่เกิดจากไส้เดือนฝอย ไม่พบว่าเป็นปัญหาแต่ประการใด

โรคของพืชผักที่พบในระบบการปลูกพืชโดยไม่ใช้ดินและในสภาพโรงเรือนในประเทศไทย*

ชนิดพืช/ชื่อโรค	เชื้อสาเหตุ	ระบบการปลูก
ผักสลัด/ผักกินใบ		
โรคลำต้นเน่า/รากเน่า	รา : พืเทียม (<i>Pythium</i> spp.)	NFT, DFT
โรครากเน่า/ลำต้นเน่า	รา : ไฟทอปทอรา (<i>Phytophthora</i> sp.)	NFT
โรคใบจุด/ใบไหม้	รา : อัลเทอร์นาริยาเรีย (<i>Alternaria</i> spp.)	NFT, DFT
โรคราน้ำค้าง	รา : เพอโรโนสปอรา (<i>Peronospora parasitica</i>)	NFT, DFT
พริก		
โรคแอนแทรคโนส	รา : คอลเลโททริคัม (<i>Colletotrichum</i> spp.)	Substrate
โรคใบจุดเซอร์คอสปอรา	รา : เซอร์คอสปอรา (<i>Cercospora</i> spp.)	Substrate
โรคเหี่ยวฟิวซาริยม	รา : ฟิวซาริยม (<i>Fusarium</i> spp.)	Substrate
พืชตระกูลแตง (แตงกวา, แคนตาลูป, แตงโม)		
โรคราแป้ง	รา : ออยเดียม (<i>Oidium</i> sp.)	NFT,DFT,substrate
โรคราน้ำค้าง	รา : เพอโรโนสปอรา (<i>Peronospora</i> spp.)	NFT,DFT,substrate
โรคเหี่ยว	รา : ฟิวซาริยม (<i>Fusarium</i> spp.)	NFT, substrate
พืชอื่นๆ		
โรครากเน่า (หญ้าเทวดา)	รา : พืเทียม (<i>Pythium</i> spp.)	NFT, DFT
โรครากเน่า (สาระแหน่)	รา : พืเทียม (<i>Pythium</i> spp.)	NFT, DFT
โรคน้ำและ (ผักกาดกะหล่ำ)	แบคทีเรีย : เออร์วินิยา (<i>Erwinia carotovora</i> pv. <i>carotovora</i>)	DRFT

* จากผลการสอบถามข้อมูลเจ้าหน้าที่ผู้ปลูก/ดูแลพืช และจากการตรวจวินิจฉัยตัวอย่างโรคพืช โดยนักวิชาการโรคพืช

โรคพืชที่พบในระบบการปลูกพืชโดยไม่ใช้ดินและในสภาพโรงเรือนในต่างประเทศ

ชนิดพืช/ชื่อโรค	เชื้อสาเหตุ	ระบบการปลูก
มะเขือเทศ		
โรคลำต้นเน่า	แบคทีเรีย : (<i>Erwinia carotovora</i> pv. <i>carotovora</i>)	NFT
โรคแคงเกอร์	แบคทีเรีย : (<i>Clavibacter michiganese</i> pv. <i>michiganense</i>)	NFT
โรคใบจุด	แบคทีเรีย : (<i>Xanthomonas campestris</i> pv. <i>vesicatoria</i>)	NFT
โรคเหี่ยว	แบคทีเรีย : (<i>Ralstonia solanacearum</i>)	NFT
โรคใบจุด	แบคทีเรีย : (<i>Pseudomonas syringae</i> pv. <i>syringae</i>)	NFT
โรคไส้ตาย	แบคทีเรีย : (<i>Pseudomonas corrugata</i>)	NFT
โรครากและลำต้นเน่า	รา : (<i>Pythium aphanidermatum</i>) : <i>Fusarium</i> spp.)	NFT, DFT
โรครากเน่า	รา : (<i>Pythium myriotyrum</i>) : <i>Phytophthora parasitica</i>)	NFT
โรครากเน่าดำ	รา : (<i>Thielaviopsis basicola</i>)	NFT
โรคราสีขาว	รา : (<i>Sclerotinia sclerotiorum</i>)	NFT
โรคลำต้นเน่า	รา : (<i>Phoma</i> sp.)	NFT
โรคราสีเทา	รา : (<i>Botrytis cinerea</i>)	NFT
โรคใบไหม้	รา : (<i>Alternaria solani</i>)	NFT
โรคแคงเกอร์	รา : (<i>Alternaria alternata</i>)	NFT
โรคใบด่าง	ไวรัส : Tobacco mosaic virus	NFT
พริก		
โรคใบไหม้	รา : (<i>Pythium</i> spp)	NFT
โรคราสีเทา	รา : (<i>Botrytis cinerea</i>)	NFT
แตง		
โรครากและลำต้นเน่า	รา : (<i>Pythium aphanidermatum</i>)	NFT, DFT
โรคราสีเทา	รา : (<i>Botrytis cinerea</i>)	NFT

โรคพืชที่พบในระบบการปลูกพืชโดยไม่ใช้ดินและในสภาพโรงเรือนในต่างประเทศ

ชนิดพืช/ชื่อโรค	เชื้อสาเหตุ	ระบบการปลูก
ผักกินใบ		
โรครากและลำต้นเน่า	รา : (<i>Pythium aphanidermatum</i>)	NFT, DFT
โรครากเน่า	รา : (<i>Phytophthora parasitica</i>)	NFT
สตอร์เบอร์รี่		
โรคราสีเทา	รา : (<i>Botrytis cinerea</i>)	NFT
เยอร์บีรา		
โรครากเน่า	รา : (<i>Rhizoctonia spp.</i>)	NFT

นอกจากนี้ มีรายงานว่า สามารถแยกเชื้อราและแบคทีเรียสาเหตุโรคพืชหลายชนิด ได้จากรากพืชที่ปลูกในระบบปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน ประกอบด้วย

- เชื้อแบคทีเรีย : *Ralstonia solanacearum*
- เชื้อราที่สร้างซูโอสปอร์ (สปอร์ที่ว่ายน้ำได้)
 - : *Phytophthora cryptogea*
 - : *P. nicotianae*
 - : *Plasmopara lactucae – radicis*
 - : *Pythium debaryanum*
 - : *Pythium dissotocum*
 - : *Pythium intermedium*
 - : *Pythium myriotyrum*
 - : *Olpidium brassicae*
 - : *Olpidium radicale*
- เชื้อไวรัส : Lettuce big vein virus (ถ่ายทอดโดย *Olpidium brassicae*)
 - : Melon necrotic spot virus (ถ่ายทอดโดย *Olpidium radicale*)
 - : Tomato mosaic virus
 - : Cucumber green mottle mosaic virus

การควบคุมโรคพืชผักในระบบปลูกพืชโดยไม่ใช้ดินและในสภาพโรงเรือน

การควบคุมโรคพืชผักในระบบการปลูกที่ไม่ใช้ดิน ไม่ว่าจะปลูกพืชในสารละลาย แร่ธาตุแบบไฮโดรโปนิกส์ หรือการปลูกในวัสดุอินทรีย์และอนินทรีย์อาศัยหลักการเช่นเดียวกับการปลูกพืชผักในดิน แต่อาจมีข้อแตกต่างในวิธีปฏิบัติอยู่บ้าง การควบคุมโรคในระบบปลูกพืชโดยไม่ใช้ดินซึ่งมักปฏิบัติกันภายในโรงเรือน จะสามารถดำเนินการได้สะดวกกว่าและมีโอกาสประสบความสำเร็จได้ง่ายกว่า การควบคุมโรคของพืชที่ปลูกในดินนอกโรงเรือน หลักการควบคุมโรคที่สำคัญคือ ทำอย่างไรจึงจะให้ระบบการปลูกพืชโดยไม่ใช้ดินปลอดจากเชื้อโรคพืชและศัตรูพืชต่างๆ ได้มากที่สุด และทำอย่างไรที่จะบำรุงพืชให้มีการเจริญเติบโตอย่างสมบูรณ์และมีความแข็งแรง ด้านทานต่อการเข้าทำลายของเชื้อสาเหตุโรคได้ดีที่สุด

หลักการควบคุมโรคพืชผักในระบบปลูกพืชโดยไม่ใช้ดินและในสภาพโรงเรือน ประกอบด้วย

1. การหลีกเลี่ยงและการกีดกัน (Avoidance and exclusion)

เป็นการพยายามหลีกเลี่ยงหนีให้ไกลจากแหล่ง หรือบริเวณที่มักมีโรคพืชระบาดอยู่ (ถ้าทำได้) หลีกเลี่ยงจากการใช้น้ำและวัสดุปลูกที่อาจมีการปนเปื้อนของเชื้อโรคพืช ถ้าไม่สามารถหลีกเลี่ยงได้ด้วยเหตุผลต่างๆ ก็ควรที่จะมีมาตรการกีดกันเชื้อโรคไม่ให้เข้ามาสู่โรงเรือนที่ปลูกพืชได้ การใช้เมล็ดพันธุ์หรือต้นกล้าพืชจากแหล่งผลิตจำหน่ายที่เชื่อถือได้ เพื่อป้องกันมิให้เชื้อที่อาจติดมากับเมล็ดพันธุ์และต้นกล้าพืชแล้วแพร่กระจายในโรงเรือน สำหรับวัสดุปลูกพืชก็เช่นเดียวกัน ต้องมั่นใจว่าวัสดุดังกล่าวปราศจากเชื้อโรคปนเปื้อนติดมาด้วย ถ้าไม่แน่ใจต้องดำเนินการกำจัดเชื้อโรคปนเปื้อนก่อนนำไปใช้

เป็นที่ทราบกันโดยทั่วไปว่า เชื้อราสาเหตุโรคพืชสามารถติดไปกับคนที่เข้าปฏิบัติงานในโรงเรือนได้ โดยเฉพาะอย่างยิ่งติดไปกับเสื้อผ้าและรองเท้า ดังนั้นควรมีมาตรการที่เหมาะสม เพื่อป้องกันมิให้ผู้ปฏิบัติงานนำพาเชื้อเข้าสู่โรงเรือนได้โดยไม่ทันรู้ตัว บางกรณีอาจจำเป็นต้องจัดระเบียบการเข้าเยี่ยมชมของบุคคลภายนอกอย่างรอบคอบด้วย ทั้งนี้เพื่อป้องกันหรือกีดกันเชื้อโรคไม่ให้เข้าสู่โรงเรือนปลูกพืชได้โดยง่าย

2. การกำจัดเชื้อสาเหตุโรคพืช (Eradication)

เป็นมาตรการที่จำเป็นอย่างยิ่งในการลดปริมาณของเชื้อโรคในโรงเรือน หรือในระบบปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน ทั้งนี้อาจใช้วิธีการทางกายภาพ ทางเคมี และโดยวิธีชีวภาพวิธีใดวิธีหนึ่งหรือทุกวิธีร่วมกัน

วิธีการทางกายภาพที่สามารถฆ่าเชื้อโรคซึ่งอาจติดมาในสารละลายแร่ธาตุอาหารสำหรับปลูกพืช ประกอบด้วย การใช้ความร้อน (มากกว่า 60 องศาเซลเซียส นาน 30 นาที) การใช้แสงอัลตราไวโอเล็ต (28-84 วัตต์ ผ่านลงในสารละลาย) การใช้ก๊าซโอโซน (60-75 นาที) การกรองผ่านเยื่อกรอง (membrane ขนาดช่องเปิด 7 ไมครอน) การกรองผ่านทรายอย่างช้าๆ การปรับอุณหภูมิในสารละลายให้ต่ำลง (ต่ำกว่า

20 องศาเซลเซียส) สำหรับการฆ่าเชื้อโรคที่อาจติดมากับวัสดุปลูก อาจใช้วิธีตากแดดให้แห้งนานกว่า 1 สัปดาห์ หรือการใช้ไอน้ำร้อนนี้ฆ่าเชื้อ

วิธีการทางเคมีที่ฆ่าเชื้อโรคในสารละลาย ประกอบด้วย การใช้คลอรีนในรูป sodium hypochlorite หรือ calcium hypochlorite (1-2 ppm) การใช้ไฮโอไดน (0.7 ppm) การใช้ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ (100 ppm) การใช้ซิลเวอร์ออกไซด์ (Ag_2O 40 ppb-ส่วนในพันล้านส่วน) การใช้แคลเซียมไนเตรท (10-20 mM) การใช้โพแทสเซียม ซิลิเคท (100-200 ppm) การใช้ทองแดง (0.28 ppm) ร่วมกับเหล็ก ($FeSO_4$)

วิธีการทางชีวภาพ ประกอบด้วย การใช้จุลินทรีย์ปฏิปักษ์ทั้งที่เป็นเชื้อแบคทีเรียเช่น บาซิลลัส (*Bacillus* spp.) ซูโดโมนาส (*Pseudomonas*) และเชื้อราเช่น เชื้อราไตรโคเดอร์มา (*Trichoderma* spp.) นอกจากนี้ อาจมีการใช้โคโคซาน (100-400 ppm) เพื่อกระตุ้นให้พืชเกิดความต้านทานโรคตลอดจนเลือกใช้วัสดุปลูกที่สามารถยับยั้งเชื้อโรคได้ เช่น เปลือกไม้บางชนิด

3. การป้องกันการเกิดโรค (Protection)

ควบคุมดูแลระบบการปลูกอย่างสม่ำเสมอ โดยเฉพาะอย่างยิ่งเรื่องค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) และความเค็ม (EC) เพื่อป้องกันไม่ให้พืชเกิดสภาวะเครียด (stress) ซึ่งจะทำให้พืชอ่อนแอ เกิดโรคร่างง่าย ใช้สารสกัดจากจุลินทรีย์หรือใช้จุลินทรีย์ปฏิปักษ์ป้องกันการเข้าทำลายของเชื้อโรคอย่างต่อเนื่อง โดยวิธีคลุมเมล็ด ผสมกับวัสดุปลูก ใส่ลงในสารละลายแรธาตุ รดหรือนิพ่นลงบนต้นกล้าพืช และต้นพืชที่กำลังเจริญเติบโต

การควบคุมโรคพืชที่เกิดจากเชื้อราด้วยเชื้อราไตรโคเดอร์มา

ไตรโคเดอร์มา สปีชีส์ (*Trichoderma* spp.) มีชื่อเรียกในทางราชการคือ “ไตรโคเดอร์มา” เป็นเชื้อราที่ได้รับความสนใจในการศึกษา-วิจัยจากนักวิชาการหลายแขนง เช่น ด้านการแพทย์ เนื่องจากเชื้อราไตรโคเดอร์มาสามารถสร้างปฏิชีวนสารหลายชนิด ด้านการผลิตเอนไซม์ เพื่อใช้ในอุตสาหกรรมอาหาร และการย่อยสลายวัสดุต่าง ๆ สำหรับด้านการควบคุมโรคพืช มีการศึกษาประสิทธิภาพของเชื้อราไตรโคเดอร์มา ลิกโนรัม (*T. lignorum* [viride]) ในการควบคุมเชื้อราสาเหตุโรคพืชมาตั้งแต่ พ.ศ. 2475 โดย Weindling จากการศึกษาพบว่าเชื้อราไตรโคเดอร์มา สามารถฆ่าเชื้อไรซอกโทเนีย โซลาไน (*Rhizoctonia solani*) โดยการเป็นปรสิตด้วยการสร้างเส้นใยพันรัด (coiling around) เส้นใยของเชื้อโรค นอกจากนี้ยังสังเกตพบว่ามีเชื้อราอีกหลายชนิด เช่น เชื้อราไฟทอปทอรา (*Phytophthora*) เชื้อราพิเทียม (*Pythium*) เชื้อราไรโซพัส (*Rhizopus*) และเชื้อราสเคลอโรเทียม รอล์ฟสกี (*Sclerotium rolfii*) มีความอ่อนแอต่อการเข้าทำลายของเชื้อราไตรโคเดอร์มาด้วย ดังนั้นตั้งแต่ปี พ.ศ. 2475 จึงมีนักวิชาการศึกษาเกี่ยวกับเชื้อราไตรโคเดอร์มาอย่างกว้างขวางตราบจนถึงปัจจุบัน โดยเฉพาะอย่างยิ่งการศึกษากลไก

การเข้าทำลายเชื้อโรคพืช นิเวศวิทยาและศักยภาพในการนำมาผลิตชีวภัณฑ์เพื่อประยุกต์ใช้ในการควบคุมโรคพืชอย่างมีประสิทธิภาพ

เอกสารฉบับนี้เป็นการเรียบเรียงข้อมูลต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับเชื้อราไตรโคเดอร์มาที่ใช้ควบคุมเชื้อราสาเหตุโรคพืชโดยสังเขป เพื่อให้เกิดความเข้าใจถึงลักษณะและคุณสมบัติเฉพาะตัวของเชื้อราไตรโคเดอร์มา การเป็นปฏิปักษ์ต่อเชื้อโรคพืช ตลอดจนบทบาทในการนำมาผลิตและประยุกต์ใช้ควบคุมโรคพืชด้วยรูปแบบและวิธีการต่างๆ

ลักษณะและคุณสมบัติ

เชื้อราไตรโคเดอร์มา เป็นเชื้อราจำพวกซาโปรไฟต์ (saprophyte) ที่ดำรงชีวิตอยู่ในดิน อากาศ เศษซากพืช และซากสัตว์และแหล่งอินทรีย์วัตถุ เป็นแหล่งอาหาร เป็นเชื้อราที่พบได้โดยทั่วไปในดินทุกหนทุกแห่ง สามารถแยกเชื้อบริสุทธิ์จากดินธรรมชาติได้ง่าย เจริญได้รวดเร็วบนอาหารเลี้ยงเชื้อราหลายชนิด สร้างเส้นใยสีขาวและผลิตโคนิเดีย (conidia) หรือสปอร์ (spore) มากมายรวมเป็นกลุ่มเห็นเป็นสีเขียว บางชนิดอาจมีสีขาวหรือสีเหลือง เชื้อราไตรโคเดอร์มาเป็นปฏิปักษ์หรือศัตรูต่อเชื้อราสาเหตุโรคพืชหลายชนิดโดยวิธีเป็นปรสิต (mycoparasite) โดยการพันรัดหรือแทงเข้าสู่ภายในเส้นใยเชื้อโรค แข่งขันการใช้อาหารกับเชื้อโรค (competition) สามารถผลิต ปฏิชีวนสาร (antibiotics) สารพิษ (toxins) น้ำย่อยจำพวกเอนไซม์ (enzyme) นอกจากนี้ยังพบว่าสามารถชักนำให้ต้นพืชมีความต้านทานต่อเชื้อโรคพืชได้ เชื้อราไตรโคเดอร์มาบางชนิดเป็นปฏิปักษ์ต่อเชื้อแบคทีเรียสาเหตุโรคพืชได้

ประโยชน์ของเชื้อราไตรโคเดอร์มา

ไตรโคเดอร์มาเป็นเชื้อราที่มีคุณสมบัติและศักยภาพสูงในการใช้ควบคุมเชื้อราสาเหตุโรคพืช ตรงตามหลักการ และแนวคิดของการควบคุมเชื้อสาเหตุโรคพืชโดยชีววิธี ทั้งนี้เพราะความสามารถในการเจริญอย่างรวดเร็ว สร้างสปอร์ได้ปริมาณสูงมาก โดยอาศัยอาหารจากเศษอินทรีย์วัตถุ ช่วยให้สามารถแข่งขันกับเชื้อโรคพืช หรือจุลินทรีย์ที่มีอยู่รอบข้างได้ดี เชื้อราไตรโคเดอร์มาบางสายพันธุ์เป็นปฏิปักษ์โดยตรงต่อเชื้อโรคพืช โดยการพันรัดแล้วแทงส่วนของเส้นใยเข้าไปในเส้นใยของเชื้อราสาเหตุโรคพืช ทำให้เส้นใยตาย ในขณะที่บางสายพันธุ์สามารถสร้างปฏิชีวนสาร หรือสารพิษ เพื่อหยุดยั้งหรือทำลายเส้นใยของเชื้อราสาเหตุโรคพืชได้อย่างมีประสิทธิภาพ นอกจากนี้บางสายพันธุ์สามารถสร้างสารเร่งการเจริญเติบโต และเพิ่มผลผลิตของพืช ตลอดจนช่วยกระตุ้นให้พืชมีความต้านทานต่อโรคเพิ่มขึ้นได้ด้วย

1. ไตรโคเดอร์มาลดกิจกรรมของเชื้อราสาเหตุโรคพืช

เชื้อราสาเหตุโรคพืชหลายชนิดสามารถเจริญได้โดยอาศัยอาหาร ทั้งจากพืชอาศัย โดยตรง ในขณะที่กำลังเข้าทำลายพืชอยู่ หรืออาศัยวัสดุอินทรีย์จำพวกเศษซากพืชที่กำลังย่อยสลาย ตัว

อย่าง เช่น เชื้อราฟิเทียม เชื้อราไรโซคโทเนีย และ เชื้อราสเคลอโรเทียม เป็นต้น ส่วน ไตรโคเดอร์มาเป็นเชื้อราที่ไม่ทำให้พืชเกิดโรคจึงไม่สามารถใช้อาหารจากพืชปกติได้ แต่จะอาศัยอาหารจากอินทรีย์วัตถุและเศษซากพืชในดินแต่เพียงอย่างเดียวเท่านั้น ดังนั้นเชื้อราไตรโคเดอร์มาจึงอาจมีผลกระทบต่อกิจกรรมของเชื้อราสาเหตุโรคพืชได้ในช่วงระยะที่เชื้อโรคอาศัยอาหารจากอินทรีย์วัตถุเป็นสำคัญ กิจกรรมที่สำคัญของเชื้อราสาเหตุโรคพืช คือ การใช้อาหารจากเซลล์ของพืชที่มีชีวิตอยู่ หรือจากเศษซากพืชเพื่อการเจริญโดยสร้างส่วนของเส้นใยให้มีปริมาณมาก ซึ่งจะส่งผลให้สามารถสร้างส่วนขยายพันธุ์ หรือแพร่พันธุ์ได้มากขึ้นตามไปด้วย เชื้อราไตรโคเดอร์มา มีคุณสมบัติในการลดกิจกรรมของเชื้อราสาเหตุโรคพืชดังกล่าว โดยสามารถพันรัดเส้นใย แล้วปลดปล่อยเอนไซม์ออกมาหลายชนิด เช่น ไลติเนส เซลลูเลส กลูคาเนส เพื่อสลายผนังเส้นใยของเชื้อโรคก่อนที่จะแทงส่วนของเส้นใยเข้าไปภายในเส้นใยของเชื้อโรค เชื้อราไตรโคเดอร์มาเจริญอย่างรวดเร็วโดยใช้อาหารจากภายในเส้นใยของเชื้อโรค กิจกรรมด้านการเจริญของเส้นใยเชื้อโรคจะลดลงอย่างมาก ส่งผลให้กิจกรรมเกี่ยวกับการสืบพันธุ์ลดลงไปด้วย

นอกจากนี้ในกรณีที่เชื้อโรคงำลังเข้าทำลายรากพืช หรือส่วนใดส่วนหนึ่งของพืช เช่น บริเวณแผลหรือรอยตัด เชื้อราไตรโคเดอร์มาจะทำหน้าที่ขัดขวางกิจกรรมการเข้าทำลายของเชื้อโรคบริเวณดังกล่าวได้ โดยการแข่งขันการใช้อาหาร และรบกวนการเจริญของเชื้อโรคพืช ทุกๆ ระยะ เช่น การงอกของสปอร์ การเจริญและพัฒนาของเส้นใยการขยายพันธุ์และสืบพันธุ์ เป็นต้น ผลจากการรบกวนและขัดขวางกิจกรรมต่าง ๆ ของเชื้อโรค จะส่งผลให้ความรุนแรงของการเกิดโรคพืชลดลงได้ในที่สุด

2. ไตรโคเดอร์มาลดปริมาณเชื้อราสาเหตุโรคพืช

ปริมาณของเชื้อราสาเหตุโรคพืชมักมีส่วนสัมพันธ์โดยตรงกับกิจกรรมการเจริญเพื่อสร้างเส้นใยและสปอร์ทั้งในและบนส่วนหรือบริเวณของพืชที่ถูกเชื้อโรคเข้าทำลาย ดังนั้นเมื่อกิจกรรมการเจริญและพัฒนาของเส้นใยเพื่อเข้าทำลายพืชอาศัย ตลอดจนกิจกรรมเพื่อสืบพันธุ์หรือสร้างส่วนโครงสร้างเพื่อขยายพันธุ์ของเชื้อโรคถูกขัดขวางหรือรบกวนโดยเชื้อราไตรโคเดอร์มาอย่างต่อเนื่อง นอกจากจะทำให้ความรุนแรงของการเกิดโรคลดน้อยลงแล้ว ยังส่งผลให้ปริมาณเชื้อราสาเหตุโรคพืชลดลงจนอยู่ในระดับที่ไม่สามารถก่อให้เกิดความเสียหายรุนแรงกับพืชที่ปลูกได้ เชื้อราไตรโคเดอร์มาสามารถเข้าทำลายส่วนที่เป็นโครงสร้างของเชื้อสาเหตุโรคพืชซึ่งถูกสร้างขึ้นเพื่อการสืบพันธุ์หรือเพื่อความอยู่รอดภายใต้สภาพแวดล้อมที่ไม่เหมาะสมได้ เช่น กรณีของเชื้อราไตรโคเดอร์มาที่เข้าทำลายเมล็ดสเคลอโรเทียมของเชื้อราสเคลอโรเทียม รอล์ฟฟิโอ ทำให้เมล็ดสเคลอโรเทียมฝ่อตายไปก่อนที่จะมีโอกาสงอกเป็นเส้นใยเพื่อเข้าทำลายพืช แสดงให้เห็นว่าเชื้อราไตรโคเดอร์มามีบทบาทในการทำลายเชื้อโรคพืชขณะที่อยู่ในระยะพักตัวได้ ส่งผลให้ปริมาณของเชื้อโรคพืชลดลงอย่างต่อเนื่อง

3. ไตรโคเดอร์มาเพิ่มการเจริญเติบโตของพืช

นอกจากเชื้อราไตรโคเดอร์มาจะช่วยป้องกันการเข้าทำลายของเชื้อโรคพืชหลายชนิดแล้ว ยังพบว่าไตรโคเดอร์มาสามารถเพิ่มการเจริญเติบโต และการสร้างดอกของพืชอีกหลายชนิด ไม้ดอกไม้ประดับที่ปลูกในกระถาง พืชผักต่าง ๆ กล้าไม้ผลที่เพาะด้วยเมล็ด ตลอดจนกิ่งปักชำ และพืชหัว โดยเพิ่มขนาดและความสูงของต้น น้ำหนักของต้นพืชทั้งต้น น้ำหนักของหัว ตั้งแต่ 10-60% เมื่อเปรียบเทียบกับกรณีที่ไม่ได้ใช้เชื้อราไตรโคเดอร์มา สำหรับกลไกที่เกี่ยวข้องกับคุณสมบัติในการเพิ่มการเจริญเติบโตของพืชยังไม่เป็นที่ทราบแน่ชัดในทุกกรณี แต่ก็มีผู้รายงานว่าเชื้อราไตรโคเดอร์มาสามารถสร้างสารเร่งการเจริญเติบโต (ฮอร์โมน) ต่าง ๆ ได้เอง ในขณะที่บางกรณีเชื่อว่าเชื้อราไตรโคเดอร์มาสร้างสารไปกระตุ้นให้พืชสร้างสารเร่งการเจริญเติบโตมากกว่าปกติ และบางกรณีพบว่า เชื้อราไตรโคเดอร์มาไปขัดขวางหรือทำลายจุลินทรีย์ต่าง ๆ ที่รบกวนระบบรากของพืช ทำให้ระบบรากพืชสมบูรณ์ และแข็งแรง สามารถดูดซับอาหารและแร่ธาตุ ต่าง ๆ ในดินได้ดี ในรายงานของ Intana (2003) กล่าวว่าเชื้อรา *T. harzianum* สายพันธุ์กลาย และสายพันธุ์ดั้งเดิมสามารถผลิตสาร harzianic acid, harzianic acid isomer และ pentyl pyrone ได้ และสารดังกล่าวมีผลในการเพิ่มน้ำหนักสดของต้นและรากแดงกว่าได้ทั้งการทดสอบในระดับห้องปฏิบัติการและในระดับโรงเรือน สำหรับในกรณีของการเพาะเมล็ดที่ปลูกในดินซึ่งปลูกหรือโรยด้วยเชื้อราไตรโคเดอร์มา พบว่าเมล็ดจะงอกเร็วกว่าปกติ 2-3 วัน และต้นกล้าจะมีขนาดใหญ่โตกว่าปกติ นอกจากนี้พบว่าเปอร์เซ็นต์ความงอก และจำนวนต้นรอดตายเพิ่มมากขึ้นด้วย ในต่างประเทศ เช่น สหรัฐอเมริกา และนิวซีแลนด์ มีชีวภัณฑ์ไตรโคเดอร์มาที่มีคุณสมบัติดังกล่าวข้างต้นวางจำหน่ายแล้ว เช่น โพรมอท (Promot®) ซึ่งประกอบด้วยเชื้อราไตรโคเดอร์มา สปีชีส์

4. ไตรโคเดอร์มาเพิ่มความต้านทานของพืช

ในปัจจุบันได้เริ่มมีการใช้ไตรโคเดอร์มาฝั ง หรือฉีดเข้าสู่ลำต้นหรือระบบรากพืช เพื่อจุดประสงค์ในการป้องกันโรค และรักษาพืชที่เป็นโรค โดยเฉพาะอย่างยิ่งในไม้ผลยืนต้น จากการสังเกตพบว่า พืชที่ได้รับเชื้อโดยวิธีนี้ จะมีความแข็งแรงและต้านทานต่อการเกิดโรคได้คล้ายกับการฉีดวัคซีนในมนุษย์หรือสัตว์ นอกจากนี้ Intana (2003) สามารถชักนำให้ต้นแดงความีความต้านทานต่อเชื้อรา *Pythium irregulare* ได้ด้วยการใช้สารกรอง (culture filtrate) ของเชื้อรา ไตรโคเดอร์มา ฮาร์เซียนัม แต่กลไกของการเพิ่มความต้านทานโรคขณะนี้ยังมีรายงานการศึกษาในรายละเอียดอยู่น้อย

เชื้อโรคพืชที่ไตรโคเดอร์มาควบคุมได้

เชื้อราไตรโคเดอร์มาที่ผ่านการทดสอบประสิทธิภาพอย่างถูกต้องตามหลักวิชาการแล้ว พบว่า สามารถควบคุมหรือยับยั้งการเจริญตลอดจนเข้าทำลายเส้นใยของเชื้อราที่เป็นสาเหตุโรคพืชหลาย

ชนิดซึ่งประกอบด้วยเชื้อราไรซ็อกโทเนีย (*Rhizoctonia solani*) เชื้อราสเคลอโรเทียม (*Sclerotium rolfsii*) เชื้อราพิเทียม (*Pythium* spp.) ที่เป็นสาเหตุของโรคมืดเน่า โรครากเน่า โรคเน่าระดับดิน เชื้อราไฟทอปธอรา (*Phytophthora* spp.) ที่เป็นสาเหตุของโรครากเน่า โรคโคนเน่า เชื้อราฟิวซาเรียม (*Fusarium* spp.) ที่มักก่อให้เกิดโรคเหี่ยวบนพืชสำคัญทางเศรษฐกิจหลายชนิดทั้งพืชไร่ ไม้ผล พืชผัก และไม้ดอกไม้ประดับ และเชื้อรามากโรโฟมินา (*Macrophomina phaseolina*) ซึ่งเป็นสาเหตุของโรคมืดเน่า และโคนเน่าของพืชตระกูลถั่ว นอกจากนี้มีรายงานการใช้เชื้อราไตรโคเดอร์มาควบคุมเชื้อราโบโทรทิส ซิเนอเรีย (*Botrytis cinerea*) สาเหตุของโรคผลเน่าของสตรอเบอรี่ในประเทศอิตาลี ฝรั่งเศส อิสราเอล และสหรัฐอเมริกา การใช้สปอร์หรือ โคนิเดียมของเชื้อราไตรโคเดอร์มาควบคุมเชื้อราไรซ็อกโทเนีย และเชื้อราไมโคเซนโทรสปอรา อะเซอร์รินา (*Mycocentrospora acerina*) สาเหตุโรคเน่าของแครอทได้

ชีวภัณฑ์ไตรโคเดอร์มา

ในต่างประเทศมีการผลิตและจำหน่ายชีวภัณฑ์ไตรโคเดอร์มา (ตารางที่ 1) มาเป็นระยะเวลานานแล้ว ในสหรัฐอเมริกาชีวภัณฑ์ไตรโคเดอร์มาที่ผ่านการรับรองจากสำนักงานพิทักษ์สภาพแวดล้อม (Environmental Protection Agency, EPA) อย่างเป็นทางการเมื่อปี พ.ศ. 2538

ตารางที่ 1 ชีวภัณฑ์เชื้อราไตรโคเดอร์มาที่ผลิตในประเทศต่างๆ

ชีวภัณฑ์/จุลินทรีย์ประยุกต์	เชื้อโรค/พืช	บริษัทผู้ผลิต (ประเทศ)
ANTI-FUNGUS <i>Trichoderma</i> spp. (ไตรโคเดอร์มา สปีชีส์)	<i>Rhizoctonia solani</i> , <i>Pythium</i> spp./ พืชในแปลง เพาะกล้า	Grondontsmettingham De Ceuster (เบลเยียม)
Promot <i>Trichoderma</i> spp. (ไตรโคเดอร์มา สปีชีส์)	เชื้อราต่างๆ / ผลไม้, ผัก	J.H. Biotech, Inc. (สหรัฐอเมริกา)
Supraavit <i>Trichoderma harzianum</i> (ไตรโคเดอร์มา ฮาร์เซียนัม)	เชื้อราต่างๆ	Bonegaard & Reitzel (เดนมาร์ก)
T-35 <i>Trichoderma harzianum</i> (ไตรโคเดอร์มา ฮาร์เซียนัม)	<i>Rhizoctonia solani</i> <i>Fusarium</i> spp./ แตงกวา, มะเขือเทศ	Makhteshim (อิสราเอล)

ตารางที่ 1 (ต่อ)

ชีวภัณฑ์/จุลินทรีย์ประยุกต์	เชื้อโรค/พืช	บริษัทผู้ผลิต (ประเทศ)
Trichodermin-3 <i>Trichoderma lignorum</i> (ไตรโคเดอร์มา ลิกโนรัม)	<i>Fusarium sp./</i> พืชไร่, ผัก	(รัสเซีย, บุลกาเรีย)
Trichodex <i>Trichoderma harzianum</i> (ไตรโคเดอร์มา ฮาร์เซียนัม)	<i>Botrytis cinerea/</i> ผลไม้, ไม้ดอกไม้ประดับ	Makhteshim (อิสราเอล)
Trichopel , Trichodowels <i>Trichoderma spp.</i> (ไตรโคเดอร์มา สปีชีส์)	เชื้อราต่างๆ	Agrimm Technologies Ltd. (นิวซีแลนด์)
TY <i>Trichoderma spp.</i>	<i>Rhizoctonia solani,</i> <i>Pythium sp., Sclerotium rolfsii</i> / พืชไร่, ผัก	Mycontrol (อิสราเอล)
BINAB-T,W <i>Trichoderma spp.</i> (ไตรโคเดอร์มา สปีชีส์)	<i>Verticillium malthouse/</i> เห็ด	Binab USA (สหรัฐอเมริกา)
F-stop <i>Trichoderma harzianum</i> (ไตรโคเดอร์มา ฮาร์เซียนัม)	<i>Pythium ultimum,</i> <i>Rhizoctonia solani,</i> <i>Fusarium sp./</i> คลุกเมล็ดพืชที่ปลูกเป็นแถว	TGT, Inc. (สหรัฐอเมริกา)

ที่มา : Hall, F.R. and J. W. Barry (eds.). 1995. Biorational Pest Control Agents. American Chemical Society, Washington, DC.

สำหรับในประเทศไทย ได้มีการร่วมลงนามในสัญญาการถ่ายทอดเทคโนโลยีการผลิตเชื้อราไตรโคเดอร์มาเพื่อใช้ควบคุมโรคพืช ระหว่างมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ (ผู้สนับสนุนทุนวิจัย) และบริษัทยูนิชีดส์ จำกัด เพื่อดำเนินการผลิตชีวภัณฑ์เชื้อราไตรโคเดอร์มาในเชิงธุรกิจ เมื่อวันที่ 26 เมษายน พ.ศ. 2538 ในโอกาสต่อมาบริษัทยูนิชีดส์ จำกัด โดยความร่วมมือด้านข้อมูลจากนักวิจัยของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ซึ่งมี ผศ.ดร.จิระเดช แจ่มสว่าง เป็นหัวหน้าคณะนักวิจัย ได้เสนอขอขึ้นทะเบียนชีวภัณฑ์ไตรโคเดอร์มา ภายใต้ชื่อการค้า

“ยูนิกรีน ยูเอ็น-1” กับกรมวิชาการเกษตร เพื่อให้ถูกต้องตามพระราชบัญญัติวัตถุอันตราย พ.ศ. 2535 และได้รับอนุมัติ “ทะเบียนวัตถุอันตราย เลขที่ 355/2539” เมื่อวันที่ 15 กรกฎาคม 2539 ดังนั้น ชีวภัณฑ์ยูนิกรีน ยูเอ็น-1 จึงนับได้ว่าเป็นชีวภัณฑ์ควบคุมโรคพืชชนิดแรกในประเทศไทยที่ได้รับการรับรองคุณภาพ และประสิทธิภาพอย่างถูกต้องตามพระราชบัญญัติ จากกรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ เพื่อใช้ควบคุมโรครากเน่าของทุเรียนที่เกิดจากเชื้อราไฟทอปธอรา โรคโคนเน่าของมะเขือเทศ และโรคกล้าไหม้ของข้าวบาร์เลย์ซึ่งเกิดจากเชื้อราสเคลอโรเทียม และโรคเน่าระดับดินของถั่วเหลืองฝักสดที่เกิดจาก เชื้อราฟิเทียม

นอกจากนี้ ยังมีชีวภัณฑ์ไตรโคเดอร์มาชนิดใหม่ ๆ อีกหลายชนิด เช่น ไบโอบี-เทรค 22-จี (Bio-Trek 22-G[®]) รุทชีลด์ (Root Shield (T-22)[®]) ผลิตในประเทศสหรัฐอเมริกา ไตรโคเจ็ค (Trichoject[®]) ผลิตในประเทศนิวซีแลนด์ และซูพรีเซวิต (Supreseevit[®]) ผลิตในสาธารณรัฐเชค

แนวทางการใช้เชื้อราไตรโคเดอร์มา

การใช้ไตรโคเดอร์มาเพื่อป้องกันโรค

ในทางวิชาการเกี่ยวกับการควบคุมเชื้อโรคพืชโดยชีววิธีด้วยการใช้จุลินทรีย์ชนิดใด ๆ ก็ตาม มีจุดประสงค์เดียวกันคือ เน้นที่การใช้เพื่อป้องกันการเกิดโรค มากกว่าการใช้จุลินทรีย์เพื่อรักษาโรค การใช้เชื้อราไตรโคเดอร์มาจึงมุ่งหวังประโยชน์เพื่อการป้องกันโรคเป็นประการสำคัญ โดยต้องการให้เชื้อราไตรโคเดอร์มามีบทบาทในการแข่งขัน และทำลายเชื้อโรคเพื่อให้ปริมาณลดลง และยังช่วยปกป้องส่วนของพืช โดยเฉพาะอย่างยิ่งระบบรากพืชให้ปลอดภัยจากการเข้าทำลายของเชื้อโรค ดังนั้นการใช้เชื้อราไตรโคเดอร์มาให้ตรงตามวัตถุประสงค์จริง ๆ จึงควรใช้ในขณะที่พืชยังไม่แสดงอาการของโรคอาจเริ่มตั้งแต่การเพาะเมล็ด สำหรับการใช้เชื้อราไตรโค-เดอร์มาเพื่อการรักษาพืชที่เป็นโรคแล้วนั้น ถึงแม้จะมีความเป็นไปได้ ในกรณีของพืชยืนต้น เช่น ไม้ผลต่าง ๆ แต่ก็ถือว่าเป็นวิธีที่มีความเสี่ยง เพราะอาจไม่ประสบผลสำเร็จดังที่คาดหวังเสมอไป เนื่องจากไม่สามารถประเมินสภาพความเสียหายของระบบรากพืชที่ถูกเชื้อโรคเข้าทำลายได้ นอกจากนี้การฟื้นฟูสภาพต้นพืชให้กลับสมบูรณ์แข็งแรงดั้งเดิม ต้องใช้เวลานานและเสียค่าใช้จ่ายที่ค่อนข้างสูงอีกด้วย ดังนั้นจึงควรตระหนักไว้เสมอว่าการใช้เชื้อราไตรโคเดอร์มามีจุดประสงค์เพื่อการป้องกันโรคมกกว่าการรักษาโรค การหว่านเชื้อราไตรโคเดอร์มาลงดินในสวนหรือแปลงปลูกพืชก่อนที่จะเกิดโรคเป็นสิ่งที่ควรกร ัง

การใช้ไตรโคเดอร์มาเพื่อรักษาโรค

ในกรณีของไม้ผลยืนต้น เช่น ส้ม และทุเรียน เมื่อเกิดโรครากเน่าไฟทอปธอราแล้วจะทำให้ต้นพืชแสดงอาการทรุดโทรม เช่น ใบซีดหรือเหลือง ไม่แตกใบอ่อน ผิวใบมีลักษณะด้านไม่เป็นมัน ถ้าระบบรากถูกทำลายค่อนข้างรุนแรงจะเกิดอาการใบร่วง และทำให้ต้นพืชตายในที่สุด ในกรณี

ที่พืชเริ่มแสดงอาการทรุดโทรมไม่รุนแรงนัก การใช้เชื้อราไตรโคเดอร์มาใส่ลงดินได้ตรงพุ่ม เพื่อหยุดยั้งการเข้าทำลายระบบรากของเชื้อโรค ช่วยปกป้องรากใหม่และช่วยลดปริมาณเชื้อโรคในดินลง จะช่วยให้ต้นพืชสามารถฟื้นจากสภาพทรุดโทรมกลับคืนสู่สภาพปกติได้ อย่างไรก็ตามในกรณีที่พืชแสดงอาการทรุดโทรมค่อนข้างมาก แสดงว่าระบบรากส่วนใหญ่ถูกเชื้อโรคเข้าทำลายแล้ว การใช้เชื้อราไตรโคเดอร์มาแต่เพียงอย่างเดียวจะไม่สามารถช่วยฟื้นฟูสภาพ ทรุดโทรมของพืชได้ทันการ ดังนั้นจึงมีความจำเป็นต้องใช้วิธีการอื่นร่วมด้วย เช่น การใช้สารเคมีเมทาแลกซิล เพื่อหยุดยั้งการเข้าทำลายของเชื้อไฟทอพธอรา และลดปริมาณของเชื้อลงโดยเฉียบพลัน ร่วมกับการใช้สารเสริมหรืออาหารเสริมฉีดพ่นใบพืชเพื่อบำรุงพืชให้แข็งแรง แม้ว่าวิธีการนี้จะประสบความสำเร็จแต่ก็สิ้นเปลืองค่าใช้จ่าย และต้นพืชต้องใช้ระยะเวลาานกว่าจะฟื้นสู่สภาพปกติ ดังนั้น การรักษาด้านพืชที่เป็นโรคแล้ว จึงเป็นสิ่งที่ควรหลีกเลี่ยง และควรมุ่งเน้นที่การป้องกันโรคเป็นหลัก

รูปแบบและวิธีการใช้เชื้อราไตรโคเดอร์มา

ในกระบวนการควบคุมโรคพืชโดยชีววิธีด้วยการใช้จุลินทรีย์ปฏิปักษ์นั้น นอกจากการมี จุลินทรีย์ที่มีคุณภาพและประสิทธิภาพสูงแล้ว รูปแบบและวิธีการใช้จุลินทรีย์ปฏิปักษ์นับเป็นปัจจัยสำคัญประการหนึ่งที่จะกำหนดความสำเร็จของการควบคุมโรคพืชโดยชีววิธีด้วยเช่นกัน วิธีการใช้จุลินทรีย์ปฏิปักษ์ที่ดีควรเป็นวิธีการที่ปฏิบัติได้ง่าย สะดวก รวดเร็ว สอดคล้องกับวิธีปฏิบัติทางเกษตรกรรม ไม่ส่งผลกระทบต่อความมีชีวิตของจุลินทรีย์ปฏิปักษ์ทั้งในระหว่างหรือหลังการใช้ และต้องสามารถพาจุลินทรีย์ปฏิปักษ์ไปสู่บริเวณที่เชื้อโรคพืชปรากฏอยู่ หรือบริเวณส่วนของพืชที่เชื้อโรคพืชอาจจะเข้าทำลายได้ นอกจากนี้วิธีการใช้จุลินทรีย์ปฏิปักษ์ที่เหมาะสม ควรมีส่วนสนับสนุนกิจกรรมต่าง ๆ ของจุลินทรีย์ปฏิปักษ์ได้ เช่น ส่งเสริมการเจริญ การเพิ่มปริมาณ และการเข้าทำลายหรือหยุดยั้งการเจริญของเชื้อโรคพืช ตลอดจนปัจจัยที่ช่วยให้จุลินทรีย์ปฏิปักษ์มีโอกาสอยู่รอดในสภาพธรรมชาติได้ในปริมาณที่สูง

อย่างไรก็ตาม วิธีการใช้จุลินทรีย์ปฏิปักษ์ควรมุ่งเน้นการใช้เพื่อการป้องกันการเกิดโรคมามากกว่าการใช้เพื่อรักษา หรือเพื่อฟื้นฟูสภาพทรุดโทรมของต้นพืชอันเนื่องมาจากโรคพืช ดังนั้นวิธีการใด ๆ ก็ตามที่ช่วยให้จุลินทรีย์ปฏิปักษ์ได้มีโอกาสสัมผัสกับส่วนของพืชก่อนที่เชื้อโรคจะเข้าทำลายไม่ว่าพืชจะอยู่ในระยะกล้า ระยะกำลังเจริญเติบโต กำลังให้ผลผลิต จนถึง หลังการเก็บเกี่ยวแล้ว จึงนับเป็นวิธีการที่ควรปฏิบัติ

ไตรโคเดอร์มาชนิดสด

เชื้อราไตรโคเดอร์มาชนิดสด ในบทความนี้จะขอเรียกย่อๆว่า “เชื้อสด” หมายถึงเชื้อรา ไตรโคเดอร์มาที่กำลังเจริญและสร้างสปอร์ปกคลุมอยู่บนผิวของอาหารเลี้ยงเชื้อ เช่น พีดีเอ (อาหารวุ้นที่มีน้ำสกัดมันฝรั่งและน้ำตาลเดกซ์โทรสเป็นองค์ประกอบ) หรือบนอาหารธรรมชาติ เช่น เมล็ดข้าวฟ่าง ข้าว

โพด ข้าวสาลี ข้าวบาร์เลย์ และข้าวเปลือก ซึ่งผ่านการนึ่งมาเชื้อจุลินทรีย์แล้ว โดยปล่อยให้เชื้อราไตรโคเดอร์มาเจริญสร้างเส้นใยและสปอร์ปกคลุมผิวเมล็ดพืชอย่างทั่วถึง เป็นเวลา 5-7 วันก่อนนำไปใช้ เชื้อสดที่ดีควรสร้างสปอร์สีเขียวเข้มปกคลุมเมล็ดพืช หรือวัสดุอาหารอย่าง ทั่วถึง ไม่มีสปอร์เชื้อราชนิดอื่นหรือเชื้อแบคทีเรียปนเปื้อน จนทำให้เกิดลักษณะเป็นเมือกหรือมีกลิ่นเหม็น

การผลิตและการใช้เชื้อสดมีปัญหา

ปัญหาหลักที่หน่วยงานของรัฐมักประสบคือ ไม่สามารถผลิตเชื้อสดให้เพียงพอกับความต้องการของเกษตรกรได้ ในขณะที่เดียวกันผู้ผลิตเองก็มักพบปัญหาเกี่ยวกับการปนเปื้อนของ จุลินทรีย์ต่างๆ บางครั้งจำเป็นต้องทิ้งหรือทำลายเชื้อราไตรโคเดอร์มาที่ผลิตแล้วปนเปื้อนด้วย เชื้อราหรือเชื้อแบคทีเรียเป็นจำนวนมาก ทำให้สูญเสียงบประมาณและโอกาสที่เกษตรกรจะได้ใช้เชื้อที่ผลิตได้ตามกำหนดเวลา การเก็บรักษาเชื้อสดไว้ได้ไม่นานก็เป็นอีกปัญหาหนึ่งที่ทำให้ต้องสูญเสียเชื้อราไตรโคเดอร์มาที่ผลิตได้แล้วไป เนื่องจากบางครั้งเกษตรกรไม่สามารถใช้เชื้อสดที่ได้รับแจกจากหน่วยราชการได้ในทันที จึงต้องปล่อยให้เชื้อเสื่อมสภาพไปอย่างหลีกเลี่ยงไม่ได้ การนำเชื้อราไตรโคเดอร์มาที่เสื่อมสภาพหรือเจริญเป็นเส้นใยสีขาวหมดแล้วมาใช้ก็จะไม่ก่อให้เกิดประโยชน์ในการควบคุมโรคพืชแต่ประการใด

ปัญหาแอบแฝงอีกประการที่ยังไม่เคยมีการตระหนักถึงคือ ปัญหาเกี่ยวกับการเสื่อมหรือกลายพันธุ์ของเชื้อราไตรโคเดอร์มาที่กำลังผลิตใช้กันอยู่ในปัจจุบัน การผลิตเชื้อโดยวิธีต่อเชื้อจากหัวเชื้อเดิมต่อเนื่องไปเรื่อยๆ หรือการเก็บรักษาหัวเชื้ออย่างไม่ถูกวิธี เป็นสาเหตุที่ทำให้เชื้อเสื่อมหรือกลายพันธุ์ได้ สัญญาณที่บ่งบอกว่าเชื้อเริ่มกลายพันธุ์แล้ว สามารถสังเกตได้คือ เชื้อเจริญบนอาหารเลี้ยงเชื้อ (พีดีเอ) หรือบนเมล็ดข้าวฟ่างช้ากว่าปกติ มีเส้นใยสีขาวเกิดขึ้นปะปน หรือมี สปอร์ของเชื้อเปลี่ยนสีไป ความสามารถในการสร้างสปอร์ลดลง เชื้อราไตรโคเดอร์มาที่ผลิตได้จากหัวเชื้อที่กลายพันธุ์อาจส่งผลกระทบต่อประสิทธิภาพของเชื้อในการควบคุมโรคด้วยลง

เกษตรกรผลิตเชื้อสดใช้เองไม่ได้

จากอดีตถึงปัจจุบัน หน่วยงานต่างๆ ได้พยายามที่จะส่งเสริมให้เกษตรกรหรือกลุ่มเกษตรกรผลิตเชื้อราไตรโคเดอร์มาไว้ใช้เอง โดยการสอนหรือฝึกอบรมให้เลี้ยงเชื้อบนเมล็ดข้าวฟ่าง หรือเมล็ดพืชต่าง ๆ ถึงแม้จะประสบความสำเร็จในระดับหนึ่ง แต่ก็ยังคงประสบปัญหาหลายประการกล่าวคือ วัสดุอาหารที่ใช้เลี้ยงหายาก (บางฤดูกาล) มีราคาแพง หรือคุณภาพไม่สม่ำเสมอ การเตรียมวัสดุอาหารมีขั้นตอนการเตรียมที่ยุ่งยากและต้องใช้เวลา การปลูกเชื้อต้องใช้เทคนิคและความระมัดระวังสูง หัวเชื้อราไตรโคเดอร์มาที่ใช้ไม่บริสุทธิ์เพียงพอ หรืออาจมีการกลายพันธุ์ (โดยไม่รู้ตัว) ปัญหาดังกล่าวล้วนเป็นอุปสรรคที่สำคัญส่งผลให้แผนการส่งเสริมให้เกษตรกรผลิตเชื้อไตรโคเดอร์มาด้วยตนเองไม่สามารถบรรลุเป้าหมายตามที่คาดหวังไว้ได้ นอกจากนี้ยังพบปัญหาในการเก็บรักษาเชื้อราไตรโคเดอร์มาที่ผลิตได้

แล้ว เชื้อบางส่วนเสียหายในระหว่างการเก็บรักษา บางส่วนเสื่อมคุณภาพในระหว่างการขนส่งและการรอแจกจ่ายให้เกษตรกร และบางส่วนทั้งเสื่อมและสูญเสียประสิทธิภาพในขณะที่เชื้ออยู่ในมือเกษตรกร

วัสดุสำหรับการผลิตเชื้อสด

ในการผลิตเชื้อสดนั้น วัสดุอาหารและหัวเชื้อราไตรโคเดอร์มาบริสุทธิ์เป็นปัจจัยที่สำคัญ ผลการวิจัยพบว่า ปลายข้าวจ้าวหรือข้าวสาร เป็นวัสดุอาหารที่ดีที่สุด หาซื้อง่ายและราคาถูก ผู้ผลิตจะใช้ข้าวจ้าวพันธุ์ใดก็ได้ ข้าวใหม่หรือข้าวเก่าก็ไม่มีปัญหา แต่จากการทดลองพบว่าเชื้อรา ไตรโคเดอร์มา จะเจริญและสร้างสปอร์ได้ดีมากเมื่อใช้ปลายข้าวพันธุ์ข้าวดอกมะลิ (ข้าวหอมมะลิ) และเป็นข้าวใหม่ ส่วนหัวเชื้อราไตรโคเดอร์มา ทางโครงการได้พัฒนาให้อยู่ในรูปผงแห้ง ในผง หัวเชื้อจะมีสปอร์ของเชื้อราไตรโคเดอร์มาสายพันธุ์ CB-Pin-01 ที่ดีที่สุดจากการคัดเลือกในปริมาณไม่น้อยกว่า 100 ล้านหน่วยชีวิต (สปอร์) ต่อผงหัวเชื้อหนัก 1 กรัม สามารถเก็บรักษาได้เป็นระยะเวลานาน ถ้าเก็บไว้ในตู้เย็น (ประมาณ 8-10 องศาเซลเซียส) สามารถมีชีวิตอยู่ได้นานไม่น้อยกว่า 1 ปี ถ้าเก็บที่อุณหภูมิในห้องปกติ (25-30 องศาเซลเซียส) สามารถเก็บไว้ได้นาน 6 เดือน ลักษณะของหัวเชื้อเป็นชนิดผงแห้งจึงสะดวกต่อการนำไปใช้เพื่อขยายหรือเพิ่มปริมาณ ตลอดจนการเก็บรักษา

ขั้นตอนการขยายเชื้อราไตรโคเดอร์มาชนิดสด

1. ใช้ปลายข้าวหรือข้าวสาร 3 แก้ว (1 แก้ว มีความจุประมาณ 250 ซีซี) ประมาณ 600 กรัม ใส่ในน้ำเปล่าสะอาด 2 แก้ว หรือประมาณ 0.5 ลิตร หุงด้วยหม้อข้าวไฟฟ้า เมื่อสุกแล้วจะได้ ข้าวสุก(ประมาณ 1 กิโลกรัม) ถ้าข้าวนี้มกเกินไปอาจปรับสัดส่วนของข้าวต่อน้ำเป็น 2 ต่อ 1 ก็ได้
2. เมื่อสวิตช์ของหม้อหุงข้าวตัดไฟ ใช้ทัพพีช้อนข้าวในหม้อก่อนตักข้าวที่หุงสุกใหม่ ๆ ใส่ลงในถาดพลาสติกทนร้อนขนาด 8 x 12 นิ้ว ถูลง 2 แก้วน้ำ (ประมาณ 250-300 กรัม) วางถุงข้าวตามแนวราบ ริดอากาศออกจากถุง แล้วพับปากถุงไว้ รอให้ข้าวอุ่นหรือเกือบเย็น จึงเท (เหยาะ) หัวเชื้อรา ไตรโคเดอร์มาใส่ลงในถุงพลาสติกเพียงเล็กน้อย (หัวเชื้อราไตรโคเดอร์มา 1 ขวด บรรจุ 50 กรัม ใส่ในข้าวสุกได้จำนวน 80 ถู หรือประมาณ 20 กิโลกรัม)
3. หลังใส่หัวเชื้อราไตรโคเดอร์มาแล้ว มัดปากถุงด้วยหนังยางให้แน่น (มัดให้สุด ปลายถุง) เหย้าหรือขยำเบา ๆ ให้หัวเชื้อคลุกเคล้ากับข้าวสุกทั่วทั้งถุง รวบถุงให้มีลมพองตรงบริเวณปากถุงที่รัดยางไว้ แล้วใช้ปลายเข็มเจาะถุงพลาสติกได้หนังยางที่มัดไว้เล็กน้อย ประมาณ 15-20 จุดต่อถุง (เพื่อให้มีอากาศถ่ายเทเหมาะสมต่อการเจริญของเชื้อราไตรโคเดอร์มา) แล้วแผ่ถุงข้าวสุกให้แบนราบ ดึงตรงส่วนกลางของถุงให้พองขึ้น เพื่อให้ภายในถุงมีอากาศพอเพียง

4. บ่มเชื้อไว้ในที่มีอากาศถ่ายเท มีแสงสว่างส่องถึง ไม่ตากแดด ปลอดภัยจากมด ไร และสัตว์อื่นๆ เมื่อครบ 2 วัน ขยำถุงเบาๆ เพื่อให้เส้นใยของเชื้อกระจายทั่วทั้งถุง บ่มถุงเชื้อต่ออีก 4-5 วัน ก่อนนำไปใช้ รวมระยะเวลาของการบ่มเชื้อคือ 7 วัน

คำแนะนำ : ในการบ่มเชื้อ ควรวางถุงเชื้อในบริเวณที่ได้รับแสงสว่างจากหลอด ฟลูออเรสเซนต์ (หลอดนีออน) โดยให้แสงสว่างนาน 10-12 ชั่วโมง/วัน หรือตลอด 24 ชั่วโมง เพื่อกระตุ้นการสร้างสปอร์ของเชื้อ เชื้อที่ขึ้นดีจะมีสีเขียวเข้ม

คำเตือน : ต้องขยายเชื้อโดยใช้หัวเชื้อบริสุทธิ์เท่านั้น ไม่ควรใช้เชื้อที่เจริญบนเมล็ดข้าวแล้วไปขยายต่ออีก เพราะจะทำให้เกิดการปนเปื้อนเชื้อจุลินทรีย์ชนิดอื่น และเชื้อที่ขยายต่อจะมี ประสิทธิภาพในการควบคุมโรคพืชลดลง

การเก็บรักษาเชื้อสด

เมื่อครบกำหนด 6-7 วันของการบ่มเชื้อ โดยปกติจะเห็นสปอร์สีเขียวเข้มของเชื้อรา ไตรโคเดอร์มาขึ้นปกคลุมปกคลุมปลายข้าวในถุงอย่างหนาแน่น จนอาจมองไม่เห็นสีข้าวของเมล็ดข้าว แต่ถ้าเกิดความผิดพลาดเช่น ขยำเชื้อไม่กระจายทั่วทั้งถุง หรือเจาะรูให้อากาศเข้าถุงน้อยไป อาจพบว่าข้าวบริเวณก้นถุงยังคงเป็นสีขาว ให้แก้ไขโดยการใช้เข็มเจาะรูตรงปลายปากถุงเพิ่ม ดึงถุงให้พองลม แล้วบ่มเชื้อต่ออีก 2-3 วัน

เชื้อที่เจริญทั่วถุงดีแล้วให้นำไปใช้ทันที สำหรับกรณีที่ไม่สามารถใช้เชื้อสดได้ทันที ให้นำถุงเชื้อสดรวมใส่ถุงพลาสติก แล้วนำไปเก็บไว้ในตู้เย็นช่องธรรมดา (8-10 องศาเซลเซียส) สามารถเก็บเชื้อสดไว้ได้เป็นเวลา 15-30 วัน

ข้อควรระวังในการผลิตเชื้อชนิดสด

1. ควรหุงปลายข้าวด้วยหม้อหุงข้าวไฟฟ้าอัตโนมัติเท่านั้น เพราะการใช้หม้อหุงข้าวชนิดที่ใช้แก๊ส อาจทำให้ข้าวไหม้ หรือการหุงข้าวแบบเช็ดน้ำ มักได้ข้าวที่แฉะเกินไป ปลายข้าวที่หุงจนสุกด้วยหม้อหุงข้าวไฟฟ้าจะมีลักษณะเป็นไตขาวอยู่ข้างจัดเป็นลักษณะที่ดี

2. ต้องตัดปลายข้าวที่หุงแล้วใส่ถุงพลาสติก ขณะที่ข้าวกำลังร้อน เพื่อให้ความร้อนในถุงข้าวทำลายจุลินทรีย์ที่อาจปนเปื้อนอยู่ในถุงข้าว

3. การใช้เข็มแทงรอบบริเวณปากถุงที่รัดยางไว้มีความสำคัญอย่างยิ่ง ควรแทงไม่น้อยกว่า 15-20 จุด/ถุง เพราะถ้าอากาศไม่สามารถระบายถ่ายเทได้ดี เชื้อจะเจริญไม่ทั่วทั้งถุง (ก้นถุงยังเห็นข้าวเป็นสีขาว)

และห้ามใช้ไม้แหลมหรือตะปูหรือวัตถุแหลมคมอื่นแทงถุง เพราะอาจทำให้เกิดรูขนาดใหญ่เกินไปทำให้
มด ไร หรือจุลินทรีย์เข้าไปปนเปื้อนภายในถุงได้

4. การบ่มเชื้อไว้ในบริเวณที่ร่มและเย็น (25-30 องศาเซลเซียส) ไม่ถูกแสงแดด และให้เชื้อได้รับ
แสงสว่างจากหลอดฟลูออโรเรสเซนต์ (นีออน) อย่างพอเพียงอย่างน้อย 10-12 ชั่วโมง/วัน หรือตลอด 24 ชั่วโมง

5. อย่าลืมหาข้าวเมื่อบ่มเชื้อครบ 2 วัน (หลังใส่เชื้อ) และกดข้าวให้แผ่แบนราบมากที่สุด
อีกครั้งหลังฆ่าข้าวแล้ว ดึงถุงให้โป่งขึ้นเพื่อให้มีอากาศในถุง ห้ามวางถุงทับซ้อนกัน

6. ป้องกันอย่าให้มด แมลง หรือสัตว์มากัดแทะถุงข้าว

7. ถ้าพบเชื้อสีชมพู สีส้ม สีเหลือง หรือสีดำ ในถุงเชื้อใด ให้นำถุงเชื่อดังกล่าวไปทิ้งขยะ หรือทิ้ง
ใส่หลุมชนิดฝังกลบ โดยไม่ต้องเปิดปากถุง

8. ไม่ควรใช้เชื้อสดที่ได้จากการเลี้ยงเชื้อบนข้าวสุก เป็นหัวเชื้อเพื่อการผลิตขยายเชื้อต่อไป
เพราะจะเกิดการปนเปื้อน และเชื้อจะเสื่อมคุณภาพและประสิทธิภาพ

วิธีการใช้เชื้อราไตรโคเดอร์มาชนิดสด

การใช้เชื้อสดสามารถใช้ได้หลายวิธีตามโอกาสและความสะดวกของเกษตรกร เช่น ใช้เชื้อ
สดผสมกับปุ๋ยอินทรีย์สำหรับใส่หลุมปลูกหรือหว่านลงแปลงปลูก ใช้เชื้อสดล้วนๆ ในการคลุมเมล็ดพืช
ก่อนปลูก และใช้เชื้อสดผสมน้ำสำหรับฉีดพ่น ราด รดลงดิน หรือใช้แช่ส่วนขยายพันธุ์พืชก็ได้

การใช้เชื้อสดผสมกับปุ๋ยอินทรีย์

ใช้เชื้อสดผสมกับรำข้าวละเอียดและปุ๋ยอินทรีย์ (ปุ๋ยหมัก/ปุ๋ยคอกเก่า) ในสัดส่วน 1: 4:
100 โดยน้ำหนัก

1. เติมรำข้าวเล็กน้อยลงไปในถุงเชื้อราไตรโคเดอร์มาชนิดสด คลุกเคล้าและบีบให้เชื้อที่เกาะเป็น
ก้อนแตกออก ต่อจากนั้นจึงเทเชื้อที่คลุกรำข้าวแล้วผสมกับรำข้าวที่เหลือให้ครบตามจำนวน แล้วคลุกเคล้า
ให้เข้ากันอีกครั้ง

2. นำหัวเชื้อสดที่ผสมกับรำข้าว (อัตรา 1: 4 โดยน้ำหนัก) ผสมกับปุ๋ยคอกหรือปุ๋ยหมัก 100
กิโลกรัม คลุกเคล้าจนเข้ากันอย่างทั่วถึง อาจพรมน้ำพอชื้นเพื่อลดการฟุ้งกระจาย

3. ในกรณีที่ไม่สามารถหารำข้าวละเอียดได้ ให้ใช้เชื้อสดผสมกับปุ๋ยอินทรีย์โดยตรง ในอัตราส่วน
1: 100 โดยน้ำหนัก

เมื่อได้ส่วนผสมของเชื้อสดกับปุ๋ยอินทรีย์แล้วสามารถนำไปใช้ด้วยวิธีการดังต่อไปนี้

1. การผสมกับวัสดุปลูกสำหรับการเพาะกล้าในกระบะเพาะเมล็ดหรือถุงเพาะชำโดยใช้ส่วนผสมของเชื้อสด ผสมดินปลูกอัตรา 1: 4 โดยปริมาตร (20%) นำดินปลูกที่ผสมด้วยส่วนผสมของเชื้อสดแล้วใส่กระบะเพาะเมล็ด ถุงหรือกระถางปลูกพืช

2. การใส่หลุมปลูกพืช โดยใช้ส่วนผสมของเชื้อสด อัตรา 10-20 กรัม (1-2 ช้อนแกง) ต่อหลุม โรยในหลุมก่อนการหยอดเมล็ดพืช หรือใช้ส่วนผสมของเชื้อสด อัตรา 10-20 กรัม คลุกเคล้ากับดินในหลุมปลูกพืช ถ้าหลุมปลูกใหญ่อาจใช้ 50-100 กรัม/หลุม

3. การใช้เชื้อหวานในแปลงปลูก โดยหวานส่วนผสมเชื้อสดลงบนแปลงปลูกก่อนการปลูกพืช ด้วยอัตรา 50-100 กรัมต่อตารางเมตร หรือหวานส่วนผสมเชื้อสดลงบนแปลงปลูก ขณะที่พืชกำลังเจริญเติบโต หรือกำลังมีโรคระบาด ด้วยอัตรา 50-100 กรัมต่อตารางเมตร

4. การใช้เชื้อหวานใต้ทรงพุ่มหรือโรยโคนต้นพืช โดยหวานส่วนผสมเชื้อสดทั่วบริเวณใต้ทรงพุ่มจนถึงรอบชายพุ่ม อัตรา 50-100 กรัมต่อตารางเมตร หรือโรยส่วนผสมเชื้อสดบริเวณโคนต้นพืชกรณีที่เกิดโรคโคนเน่า ด้วยอัตรา 10-20 กรัมต่อต้น (เพิ่มปริมาณการใช้กรณีพืชโต)

การใช้เชื้อสดคลุกเมล็ดพืช

ใส่เชื้อสดลงในถุงพลาสติกที่จะใช้คลุกเมล็ด อัตรา 10 กรัม (1 ช้อนแกง) ต่อเมล็ด 1 กิโลกรัม เติมน้ำ 10 ซีซี บีบเชื้อสดให้แตกตัว เทเมล็ด 1 กิโลกรัมลงในถุงแล้วเขย่าให้เชื้อสดคลุกเคล้าจนติดผิวเมล็ด นำเมล็ดออกผึ่งลมให้แห้งก่อนนำไปปลูก หรือใช้ปลูกได้ทันที (ไม่ควรคลุกเมล็ดแล้วเก็บไว้นานๆ)

การใช้เชื้อสดผสมกับน้ำ

ในกรณีที่ไม่สะดวกในการจัดหาปุ๋ยหมักปุ๋ยคอกและรำข้าว หรือกรณีที่ต้องการใส่เชื้อรา ไตรโคเดอร์มาลงดินโดยไม่ประสงค์จะใส่ปุ๋ยอินทรีย์ และรำข้าวลงไปดินด้วย เนื่องจากไม่อยู่ในช่วงที่เหมาะสมสำหรับการใช้ปุ๋ยอินทรีย์ สามารถใช้เชื้อราไตรโคเดอร์มาชนิดสดที่เตรียมไว้ผสมกับน้ำ ในอัตรา 100 กรัม ต่อน้ำ 20 ลิตร หรือ 250 กรัม (เชื้อสด 1 ถุง) ต่อน้ำ 50 ลิตร สำหรับ ขั้นตอนการใช้เชื้อสดผสมน้ำมีดังนี้

1. นำเชื้อสดมา 1 ถุง (250 กรัม) เติมน้ำลงไป 300 มิลลิลิตร (ซีซี) หรือพอท่วมตัวเชื้อ แล้วเขย่าเนื้อข้าวให้แตกออกจนได้น้ำเชื้อสีเขียวเข้ม

2. กรองน้ำเชื้อด้วยผ้าหรือกระชอนตาถี่ ล้างกากที่เหลือบนกระชอนด้วยน้ำอีกจำนวนหนึ่ง จนเชื้อหลุดจากเมล็ดข้าวหมด เติมน้ำให้ครบ 50 ลิตร ก่อนนำไปใช้

3. นำเชื้อสดที่เตรียมได้แล้ว สามารถนำไปใช้ได้ทันที หรือใช้ให้หมดภายใน 24 ชั่วโมง

วิธีการนำน้ำเชื้อสดไปใช้ในการควบคุมโรค

1. การฉีดพ่นน้ำเชื้อสดลงในกระเพาะพาะกล้า กระถาง หรือถุงปลูกพืช หลังจากหยอดเมล็ดแล้ว หรือในระหว่างที่ต้นกล้ากำลังเจริญเติบโต ควรฉีดให้ดินเปียกชุ่ม บางกรณีอาจใช้น้ำเชื้อสดฉีดพ่นลงในถุง หรือกระถางปลูกพืช ตั้งแต่เริ่มปลูกหรือในระหว่างที่พืชกำลังเจริญเติบโต ควรฉีดให้ดินเปียกชุ่ม

2. การฉีดพ่นน้ำเชื้อสดลงในหลุมปลูกพืช หลังจากเพาะเมล็ดหรือย้ายกล้าพืชลงปลูกแล้ว ควรฉีดพ่นให้ดินบริเวณรอบหลุมปลูกเปียกชุ่ม

3. การฉีดพ่นน้ำเชื้อสดลงบนแปลงปลูกพืช หลังจากหว่านเมล็ด และคลุมแปลงด้วยฟางแล้ว ใช้น้ำเชื้อฉีดพ่นในอัตรา 10-20 ลิตร/100 ตารางเมตร และให้น้ำแก่พืชทันที กรณีที่ต้องการคลุมแปลงปลูกด้วยพลาสติกดำ ให้ฉีดพ่นน้ำเชื้อสดลงบนแปลงปลูก อัตรา 10-20 ลิตร/100 ตารางเมตร ก่อนคลุมแปลงด้วยพลาสติกดำ (ถ้ารดน้ำให้ดินบนแปลงปลูกมีความชื้น 60-80 เปอร์เซ็นต์ก่อนคลุมแปลงได้ก็จะดียิ่งขึ้น) สำหรับกรณีที่พืชกำลังเจริญเติบโตอยู่ในแปลงแล้ว สามารถฉีดพ่นน้ำเชื้อสดลงบนแปลง ในอัตรา 10-20 ลิตร/100 ตารางเมตร ได้ทุกระยะการเจริญของพืช

4. การฉีดพ่นน้ำเชื้อสดโคนต้นพืช ให้ฉีดพ่นโคนต้นพืชและดินบริเวณรอบโคนต้นพืชเปียกชุ่ม (เพื่อป้องกันโรคโคนเน่า)

5. การฉีดพ่นน้ำเชื้อสดหรือปล่อยไปพร้อมระบบการให้น้ำใต้ทรงพุ่มของพืช ให้ฉีดพ่นน้ำเชื้อสดจนดินใต้ทรงพุ่มเปียกชุ่ม โดยใช้อัตรา 10-20 ลิตรต่อ 100 ตารางเมตร ควรให้น้ำแก่พืชก่อนและหลังฉีดพ่นน้ำเชื้อเพื่อให้น้ำพาเชื้อซึมลงดิน และช่วยให้เชื้อเจริญได้ดีในดินที่มีความชื้น การปล่อยน้ำเชื้อสดไปกับระบบการให้น้ำแก่พืช แบบพ่นฝอยสามารถทำได้ โดยใช้อัตรา 10-20 ลิตรต่อ 100 ตารางเมตร ควรให้น้ำเพื่อให้น้ำชุ่มก่อนปล่อยน้ำเชื้อ จากนั้นจึงปล่อยน้ำเปล่าเพื่อไล่น้ำเชื้อออกจากระบบท่อให้หมด เพื่อป้องกันเส้นใยของเชื้ออุดตันท่อ

คำเตือน : 1. ควรฉีดพ่นในเวลาแดดอ่อน หรือเวลาเย็น กรณีที่บริเวณที่ฉีดพ่นไม่มีร่มเงาจากพืชเลย

2. ถ้าดินบริเวณที่จะฉีดพ่นเชื้อแห้งมาก ควรให้น้ำพอให้ดินมีความชื้นเสียก่อน หรือให้น้ำทันทีหลังฉีดพ่น เพื่อให้น้ำพาเชื้อซึมลงดิน

3. การปล่อยน้ำเชื้อสดไปกับระบบน้ำหยดอาจก่อให้เกิดปัญหาการอุดตันของหัวน้ำหยด ในกรณีที่มีน้ำเชื้อเหลือค้างในท่อ โดยสปอร์จะงอกเป็นเส้นใยไปทำให้อุดตัน จึงจำเป็นต้องปล่อยน้ำล้างสายและหัวน้ำหยดหลังการใช้ทุกครั้ง

4. การฉีดพ่นน้ำเชื้อลงบนดินในแปลงปลูก ควรปฏิบัติควบคู่ไปกับการใช้เชื้อผสมปุ๋ยอินทรีย์ หว่านคลุกเคล้าไปกับดินในช่วงของการเตรียมแปลงปลูกพืช

ใช้เชื้อสดต้องระวังและรอบคอบ

การใช้เชื้อราไตรโคเดอร์มาชนิดสด เป็นวิธีการที่เกษตรกรหรือผู้ใช้ต้องเพิ่มความระมัดระวังเป็นพิเศษ ทั้งนี้เพราะเชื้อชนิดนี้อาจไม่ทนทานต่อสภาพแวดล้อมที่เปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว ดังนั้นในการใช้เชื้อสดทุกครั้ง ต้องพยายามปรับสภาพแวดล้อมในบริเวณที่หว่านหรือฉีดพ่นเชื้อสดลงไป มีความชื้นพอเพียงเพื่อช่วยรักษาชีวิตของเชื้อสดและช่วยส่งเสริมให้เชื้อสดสามารถเจริญเพิ่มปริมาณต่อไปได้

เชื้อสดเป็นเชื้อที่อยู่ในสภาพพร้อมที่จะเจริญอย่างต่อเนื่องตลอดเวลา เมื่ออยู่ในสภาพอุณหภูมิปกติ โดยสปอร์ของเชื้อซึ่งมีสีเขียวเข้มจะงอกและเจริญกลับเป็นเส้นใยสีขาวใหม่อีกครั้ง เส้นใยดังกล่าวจะอ่อนแอต่อสภาพแวดล้อมภายนอก สูญเสียคุณภาพและประสิทธิภาพได้ง่าย ดังนั้นข้อควรระวังที่สำคัญประการหนึ่งของเชื้อสดคือ ต้องนำเชื้อสดไปใช้ทันที อย่างไรก็ตาม ถ้าเกษตรกร หรือผู้ใช้ยังไม่พร้อมที่จะใช้เชื้อสดที่มีอายุครบ 7 วันแล้ว ต้องเก็บรักษาเชื้อสดไว้ใน ตู้เย็นที่อุณหภูมิประมาณ 8-10 องศาเซลเซียส โดยสามารถเก็บไว้ได้ 15-30 วัน

นอกจากนี้ผู้ใช้เชื้อสดควรระลึกไว้เสมอว่าการใช้เชื้อสดใส่ลงในดินที่มีสภาพแวดล้อมไม่เหมาะต่อการเจริญและการเพิ่มปริมาณเชื้อ เช่น ดินเป็นกรดจัดหรือด่างจัด เกินไป ดินมีความเค็มสูง โครงสร้างของดินหรือเนื้อดินมีลักษณะแน่นทึบ การระบายอากาศและความชื้นไม่ดี ดินมีอินทรีย์วัตถุต่ำ อาจทำให้การใช้เชื้อสดไม่ประสบความสำเร็จได้ ควรปรับปรุงดินให้เหมาะสมกับการปลูกพืชเสียก่อน สำหรับข้อควรปฏิบัติและข้อควรระวังต่างๆ ในการใช้เชื้อสดนอกเหนือจาก ที่กล่าวข้างต้นมีดังนี้

1. ปุ๋ยหมักปุ๋ยคอกที่เหมาะสมกับการใช้ผสมเชื้อราไตรโคเดอร์มาชนิดสด ควรเป็นปุ๋ยที่ผ่านกระบวนการหมักโดยสมบูรณ์แล้ว (เย็นแล้ว) หรือเป็นปุ๋ยที่กองทิ้งไว้จนเก่าแล้ว

2. ควรหลีกเลี่ยงการใช้ปุ๋ยเคมีและสารเคมีทุกชนิดคลุกเคล้าหรือผสมร่วมกับเชื้อสดแล้วใช้พร้อมกันทีเดียว กรณีที่มีความจำเป็นต้องใช้ร่วมกัน สามารถใช้เชื้อสดชนิดน้ำผสมกับ สารเคมีควบคุมแมลงทุกชนิด หรือสารเคมีควบคุมเชื้อโรคพืชทุกชนิด ยกเว้นคาร์เบนดาซิม หรือ เบนโนมิล เมื่อผสมเสร็จให้รีบใช้ทันที

3. กรณีที่ต้องการผสมเชื้อราไตรโคเดอร์มาชนิดสดกับปุ๋ยอินทรีย์-เคมี (ปุ๋ยอินทรีย์ผสมด้วยปุ๋ยเคมีสูตรต่าง ๆ) ทั้งชนิดผงหรือชนิดอัดเม็ด ให้ผสมได้ แต่ต้องใช้หว่านทันทีหลังผสมเสร็จ ห้ามผสมแล้วเก็บไว้ในกระสอบ หรือกองไว้ เพราะเชื้อราไตรโคเดอร์มาอาจได้รับอันตรายจากปุ๋ยเคมี

4. เมื่อผสมเชื้อราไตรโคเดอร์มาชนิดสดกับรำข้าวและปุ๋ยอินทรีย์แล้ว ให้ใช้หว่านทันที ห้ามบรรจุลงในกระสอบหรือกองทิ้งไว้นานกว่า 24 ชั่วโมง เพราะอาจเกิดความร้อนในกองปุ๋ย เป็นอันตรายต่อเชื้อราไตรโคเดอร์มาได้ ดังนั้นจึงควรเตรียมส่วนผสมของเชื้อสด รำข้าว และปุ๋ยอินทรีย์ให้พอใช้ในแต่ละครั้ง เชื้อสดผสมปุ๋ยอินทรีย์ เหมาะกับการใช้หว่านบนแปลงปลูก หรือ ได้บริเวณทรงพุ่มของพืช

5. ถ้าผสมเชื้อราไตรโคเดอร์มาชนิดสดกับปุ๋ยอินทรีย์ (เก่าหรือหมักดีแล้ว) โดยไม่ใส่รำข้าว สามารถเก็บปุ๋ยไว้ได้ไม่เกิน 1 เดือน โดยใส่กระสอบหรือกองไว้ในที่ร่มและเย็น ถ้า ปุ๋ยอินทรีย์ที่ผสมเชื้อสดมีความชื้นสูงมาก (30-40 เปอร์เซ็นต์) ไม่ควรใส่ปุ๋ยดังกล่าวในถุงพลาสติกหรือกระสอบพลาสติกแล้วรัดปากถุงจนแน่น แต่ควรกองไว้ในที่ร่มและเย็นแทน

6. เชื้อราไตรโคเดอร์มาชนิดสดผสมกับปุ๋ยอินทรีย์ โดยไม่ใส่รำข้าว เมื่อใช้หว่านลงดินจะได้ปริมาณเชื้อน้อยกว่ากรณีที่ใช้รำข้าวผสมด้วย อย่างไรก็ตาม พบว่าเชื้อสดผสมปุ๋ยอินทรีย์โดยไม่มีรำข้าวมีประสิทธิภาพควบคุมโรคได้ดีเช่นกัน และเหมาะกับการใช้ใส่รองก้นหลุมก่อนหยอดเมล็ด หรือย้ายกล้าพืชลงปลูก

7. ควรใช้เชื้อราไตรโคเดอร์มา ก่อนหรือหลังการหว่านปุ๋ยเคมี 3-5 วัน

8. ควรใช้เชื้อราไตรโคเดอร์มาหลังหว่านปูนโดโลไมท์ ปูนขาว หรือปรับสภาพดินไปแล้ว 5-7 วัน

9. การฉีดพ่นสารเคมีควบคุมโรค แมลงศัตรูพืช และวัชพืช เหนือพื้นดิน ไม่มีผลกระทบต่อเชื้อราไตรโคเดอร์มาในดิน แม้ว่าสารเคมีเบโนมิล และคาร์เบนดาซิม อาจมีผลยับยั้งการเจริญของเชื้อราไตรโคเดอร์มาได้ระยะหนึ่ง

10. ควรใช้เชื้อราไตรโคเดอร์มาเพื่อป้องกันโรคอย่างต่อเนื่อง เช่น ใช้ก่อนปลูกพืชรุ่นใหม่ทุกครั้ง ในกรณีของการปลูกพืช ผัก ไม้ดอก ไม้ประดับ และพืชไร่ หรือใช้ ปีละ 2-3 ครั้ง ในกรณีของไม้ผลยืนต้น (ใช้บ่อย ๆ ไม่มีอันตรายต่อพืช)

11. ควรใช้เศษหญ้า เศษใบไม้ หรือวัสดุต่างๆ คลุมผิวดิน เพื่อรักษาความชื้นในดินไว้ซึ่งจะช่วยให้เชื้อราไตรโคเดอร์มาเจริญได้ดี และมีชีวิตอยู่รอดในดินได้นานยิ่งขึ้น

12. ควรใส่ปุ๋ยอินทรีย์ หรือวัสดุอินทรีย์ลงดินเป็นระยะๆ โดยแบ่งใส่ทีละน้อยอย่างต่อเนื่อง เพื่อเป็นแหล่งอาหารให้กับเชื้อราไตรโคเดอร์มา และเพื่อช่วยปรับสภาพแวดล้อมในดินให้เหมาะสมต่อการเจริญของเชื้อราไตรโคเดอร์มา

13. ควรใช้ไตรโคเดอร์มาชนิดสดที่ผสมรำข้าวระเอียดและปุ๋ยอินทรีย์หว่านลงดินในช่วงของการเตรียมดินก่อนการปลูกพืช และใช้น้ำเชื้อสดฉีดพ่นลงดินบนแปลงปลูก หรือรอบโคนต้น หรือใต้ทรงพุ่มในระยะที่พืชกำลังเจริญเติบโตต่อเนื่องเป็นระยะๆ

14. เชื้อราไตรโคเดอร์มาชนิดสดเก็บรักษาได้ไม่นาน แต่มีประสิทธิภาพควบคุมโรคสูงกว่าการใช้เชื้อในรูปแบบแห้ง (ถ้าใช้ถูกต้องตามคำแนะนำ)

การใช้เชื้อราไตรโคเดอร์มาชนิดสดควบคุมโรคพืชต่าง ๆ

☆ การใช้เชื้อราไตรโคเดอร์มาสดคลุกเมล็ด อัตรา 1-2 ช้อนแกง/เมล็ด 1 กิโลกรัม → คลุกเมล็ด

☆ การใช้เชื้อราไตรโคเดอร์มาสดผสมกับปุ๋ยอินทรีย์ อัตรา เชื้อสด รำละเอียด ปุ๋ยคอก (1:4:100) โดยน้ำหนัก → หว่าน/โรย/ผสมดิน

☆ การใช้เชื้อราไตรโคเดอร์มาสดผสมน้ำฉีดพ่น อัตรา เชื้อสด 500 กรัม/น้ำ 100 ลิตร → ฉีดพ่น

ตารางที่ 1 อัตราและวิธีการใช้เชื้อราไตรโคเดอร์มาชนิดสดในการควบคุมโรคพืช

พืช	โรคพืช/เชื้อสาเหตุ	อัตราและวิธีใช้
ไม้ผล ทุเรียน ส้ม มะนาว ฝรั่ง มะละกอ ฯลฯ	-โรครากเน่าและโคนเน่า ● เชื้อราไฟทอปธอรา พิเทียม ฟิวซาริแยม	-รองก้นหลุมก่อนปลูก 50-100 กรัม/หลุม -หว่านลงดินใต้ทรงพุ่ม 50-100 กรัม/ตารางเมตร -ฉีดพ่นลงดิน 10-20 ลิตร/100 ตารางเมตร
พืชผักต่าง ๆ มะเขือเทศ พริก โหระพา กะเพรา หน่อไม้ฝรั่ง ขึ้นฉ่าย ตระกูลกะหล่ำ หอมใหญ่ ผักชีฝรั่ง ตระกูลถั่ว ตระกูลแตง กระชาย กระเจี๊ยบเขียว ขิง เผือก ฯลฯ	-โรคน้ำระดับดิน - โรคกล้าเน่ายุบ -โรครากเน่า -โรคลำต้นเน่า -โรครากและโคนเน่า -โรคเหี่ยว ● เชื้อราพิเทียม สเคลอโรเทียม ไรซอกโทเนีย ฟิวซาริแยม	-ผสมดินโดยใส่ส่วนผสมของเชื้อสด : ดินปลูก อัตรา 1: 4 โดยปริมาตร (20%) เพาะกล้า/เมล็ด -คลุกเมล็ดขนาดเล็กใช้เชื้อสด 1 ช้อนแกง/เมล็ด 1 กก. -คลุกเมล็ดขนาดใหญ่ใช้เชื้อ 1-2 ช้อนแกง/เมล็ด 1 กก. -หว่านในแปลงปลูก 50-100 กรัม/ตารางเมตร -รองก้นหลุมและใส่โคนต้นเป็นโรค 10-20 กรัม/ หลุม

ตารางที่ 1 ต่อ

พืช	โรคพืช/เชื้อสาเหตุ	อัตราและวิธีใช้
พืชผักต่าง ๆ		-ฉีดพ่นหลุมปลูกและ โคนต้น 20-50 ซีซี/ หลุม

		-ฉีดพ่นกระบะเพาะกล้าและแปลงปลูกพืช 10-20 ลิตร/100 ตารางเมตร
ไม้ดอกไม้ประดับ ดาวเรือง มะลิ เยอบีร่า ชบา เบญจมาศ ตระกูล- ฟีโลเดนดรอน ตระกูลขิง ซ่อนกลิ่น กลีอกซีเนีย กล้วยไม้ ฯลฯ	-โรคนีแอส -โรคน้ำเน่า -โรคน้ำดำ ● เชื้อราฟิวซาเรียม ไฟทอปธอรา พืเทียม สเคลอโรเทียม ไรซอกโทเนีย	-ผสมดินโดยใช้ส่วนผสมของเชื้อสด : ดิน ปลูกอัตรา 1:4 โดยปริมาตร (20%) เพาะ กล้าเมล็ด -หว่านในแปลงเพาะกล้า 50-100 กรัม/ ตารางเมตร -โรยในกระถาง ถุงเพาะ 10-20 กรัม/ กระถาง/ถุง -รองก้นหลุมก่อนปลูก 10-20 กรัม/หลุม -ฉีดพ่นในกระบะเพาะ แปลงเพาะกล้า แปลงปลูก 10-20 ลิตร/100 ตารางเมตร -ฉีดพ่นในกระถาง ถุงเพาะกล้า ก่อนย้าย กล้าปลูก 20-50 ซีซี/ กระถาง/ถุง/ หลุม
พืชไร่ ข้าวบาร์เลย์ ทานตะวัน ถั่วลิสง ถั่วเหลือง ฯลฯ	-โรคน้ำเน่า -โรคน้ำดำ ● เชื้อราสเคลอโรเทียม สเคลอโรเทียม พืเทียม ไรซอกโทเนีย	-คลุกเมล็ดก่อนปลูกเมล็ดขนาดเล็ก 1 ซ้อน แกง/ เมล็ด 1 กก. -คลุกเมล็ดก่อนปลูกเมล็ดขนาดใหญ่ 1-2 ซ้อนแกง/เมล็ด 1 กก.

จำนวนครั้งของการใช้

☆ **ไม่ผลหรือพืชยืนต้น** : หว่านหรือฉีดพ่นเชื้อ ปีละ 2-3 ครั้ง หรือมากกว่า โดยเฉพาะในช่วงที่ดินมี ความชื้น หรือสามารถให้น้ำแก่พืชได้

☆ **พืชผัก/ไม้ดอกไม้ประดับ** : หว่านหรือฉีดพ่นเชื้อได้ทุกระยะคือ ก่อนปลูกพืช ระยะต้นกล้า ระยะ ออกดอก ระยะติดผล หรือทุก 7-14 วัน ในช่วงที่เหมาะสมต่อการเกิดโรคและการระบาดของโรค

การใช้เชื้อราไตรโคเดอร์มาควบคุมโรคส่วนบนของพืช

จากรายงานผลการทดลองและข้อมูลที่ได้รับทราบจากเกษตรกรผู้ใช้เชื้อรา ไตรโค เดอร์มาชนิดสดฉีดพ่นลงบนส่วนต่างๆ ของพืชหลายชนิด พบว่าเชื้อราชนิดนี้สามารถใช้ควบคุมโรคแอน แทรคโนสที่เกิดบนผลพริก (โรคน้ำเน่า) ที่เกิดจากเชื้อราคอลเลโททริคัม โรคน้ำเน่าไหม้แห้ง ของหน่อไม้ฝรั่งที่เกิดจากเชื้อราไฟมอพซิส เชื้อราไฟมา เชื้อราคอลเลโททริคัม โรคใบจุด-ใบไหม้ของข้าว

โรคที่เกิดจากเชื้อราแครซเลอรา หรือเฮลมินโทสปอเรียน และ โรครา น้ำค้างของข้าวโพด ที่เกิด
จากเชื้อราเพอโรโนสเคลอโรสปอรา

การใช้น้ำสปอร์ของเชื้อราไตรโคเดอร์มาใส่ลงในน้ำยาปลูกเลี้ยงพืชของระบบ ไฮโดร
โพนิกส์ สามารถควบคุมโรครากเน่าของผักสลัดและผักต่างๆ ซึ่งเกิดจากเชื้อราฟิเทียม ได้ผลดี
จากการติดตามผลการใช้เชื้อสดของเกษตรกรผู้ทำสวนมะนาว พบว่าการฉีดพ่นหรือ การลดน้ำส
ปอร์ของเชื้อราไตรโคเดอร์มาลงดินบริเวณรากได้ทรงพุ่ม สามารถลดความรุนแรงของการเกิดโรคแคง
เกอร์ที่เกิดจากเชื้อแบคทีเรียลงได้ ในกรณีของการควบคุมโรคแอนแทรคโนสของพริก โรคลำต้นไหม้
แห้งของหน่อไม้ฝรั่งและการควบคุมโรครากเน่าของผักสลัดในระบบไฮโดร-โพนิกส์ ได้รับพิสูจน์ยืนยัน
ผลในเชิงวิชาการบ้างแล้ว สำหรับกรณีอื่นๆนั้น กำลังอยู่ในขั้นตอนของการศึกษาทดลองของเชื้อราไตรโค
เดอร์มาในการยับยั้งเชื้อสาเหตุโรคหรือควบคุมโรคอยู่

การควบคุมโรคของพืชที่ปลูกโดยไม่ใช้ดินและในโรงเรือน

ในต่างประเทศมีการใช้จุลินทรีย์ปฏิปักษ์หลายชนิดเพื่อควบคุมโรคในพืชที่ปลูกโดยไม่ใช้ดินและในโรงเรือน ดังต่อไปนี้

ชื่อจุลินทรีย์ปฏิปักษ์	ชื่อโรค/ชื่อพืช/เชื้อสาเหตุ	ระบบการปลูก (เปอร์เซ็นต์การควบคุมโรค)
<i>Trichoderma harzianum</i>	- Damping-off/ Tobacco	Float tray system/ (98.5-100%)
<i>Bacillus subtilis</i> (<i>Trichoderma</i> + <i>Bacillus</i>)	● <i>Pythium</i> sp./ <i>Rhizoctonia solani</i>	
<i>Trichoderma hamatum</i> (T382)	- Root rot	Amendment in strawberry plug
<i>T. harzianum</i> (T22-Rootshield [®])	● <i>Pythium</i> / <i>Rhizoctonia</i> ● <i>Phytophthora</i>	
<i>Gliocladium virens</i>	- Damping-off/ greenhouse ● <i>Pythium</i> / <i>Rhizoctonia</i>	Soilless growing medium
<i>Clonostachys rosea</i>	- Tomato stem rot ● <i>Botrytis cinerea</i> /	Hydroponic system (ยับยั้งสปอร์งอก 40-70%)
<i>Paenibacillus polymyxa</i>	- Root rot ● <i>Pythium ultimum</i>	Hydroponic with recirculated Nutrient solution
<i>Streptomyces griseoviridis</i> (Mycostop [®])	- Root rot/ Poinsettia ● <i>Pythium</i> / <i>ultimum</i> var. <i>ultimum</i>	Peat-based soilless medium (Sunshine Mix#4)
<i>Fusarium oxysporum</i>	- Fusarium wilt ● <i>Fusarium oxysporum</i> f. sp. <i>basilici</i>	Hydroponic system (Drenching seedling tray) With conidia+chlamyospores
<i>Bacillus subtilis</i> (GB03)+	- Tomato bacterial spot	Hydroponic system
<i>B. amyloliquefaciens</i> (IN937a)	● <i>Xanthomonas axonopodis</i> pv. <i>vesicatoria</i> - Late blight ● <i>Phytophthora infestans</i> - cucumber angular leaf spot ● <i>Pseudomonas syringae</i> pv. <i>lachrymans</i> - Tobacco blue mold ● <i>Peronospora tabacina</i>	Soil-less potting mix (used to prepare transplants)

การใช้เชื้อราไตรโคเดอร์มาควบคุมโรคของพืชผักที่ปลูกในสารละลายแร่ธาตุ

ในประเทศไทย ท่านอาจารย์ ดร. ยงยุทธ เจียมไชยศรี เป็นบุคคลแรกที่ได้เริ่มทดลองใส่เชื้อราไตรโคเดอร์มา (ชีวภัณฑ์ไตรخان ของบริษัท แอปพลายเค็มฯ) ในปี พ.ศ. 2545-46 พบว่า ผักสลัดหลายพันธุ์มีการเจริญเติบโตเพิ่มขึ้น และปัญหาการเกิดโรครากเน่าลดลงอย่างชัดเจน ระบบรากมีความสมบูรณ์ แข็งแรง ผักสลัดมีรสชาติและความกรอบอร่อยกว่าปกติ นับเป็น จุดเริ่มต้นของการเริ่มศึกษาวิจัยการใช้เชื้อราไตรโคเดอร์มาในระบบไฮโดรโปนิคส์อย่างจริงจัง ในขณะนี้ (มกราคม 2547) ท่านอาจารย์ได้กรุณาให้ข้อสังเกตและข้อเสนอแนะต่างๆ เกี่ยวกับเรื่องโรครากเน่าของผักสลัดที่เกิดจากเชื้อรา *Pythium* spp. และผลของการใช้เชื้อราไตรโคเดอร์มาไว้หลายประการ โดยสรุปได้ดังนี้

1. ผักสลัดที่มีความอ่อนแอ (ความไว) ต่อการเข้าทำลายของเชื้อรา *Pythium* spp. คือ พันธุ์ **Concorde RZ** ที่บ้านเราเรียกว่า **Red coral** นิยมปลูกทั่วไปในระบบไฮโดรโปนิคส์ของบ้านเรา ผักชนิดนี้เป็นผักของบริษัท Rijk zwana ในประเทศฮอลแลนด์ อาการที่ปรากฏเมื่อเกิดโรคคือ รากบวม และมีบริเวณสีน้ำตาลเกิดเป็นแห่งๆ ปลายรากกุด ต่อมารากในถ้วยและรากนอกถ้วย จะตาย
2. ผักสลัด **Red salad bowl** ที่มาจากประเทศสวีเดน จัดเป็นผักพวก oak leaf สีแดง มีความอ่อนแอต่อเชื้อรา *Pythium* spp. ใกล้เคียงกับพันธุ์ **Concorde RZ** และมักไม่ชอบสารละลายที่มี arumonium ion ด้วย
3. ผักสลัด **Red sail** ที่มาจากสหรัฐอเมริกา เป็นผักกาดหอมใบแดง รูปร่างใบคล้ายผักกาดหอมธรรมดา มีความอ่อนแอต่อเชื้อรา *Pythium* spp. เช่นกัน
4. ผักสลัดที่มีการตอบสนองต่อการใช้เชื้อราไตรโคเดอร์มา ในด้านการเจริญเติบโตที่เด่นชัดที่สุดมี 3 ชนิดคือ พันธุ์ **Adal RZ** เป็นผักกาดหอมพวก Iceberg พันธุ์ **Arizona RZ** เป็นผักกาดหอมพวก Butterhead และพันธุ์ **Gulfstream** จากบริษัท Fresh Garden
5. การใช้ **Fe-EDTA** ร่วมกับเชื้อราไตรโคเดอร์มา พบว่าช่วยเสริมประสิทธิภาพของเชื้อราไตรโคเดอร์มาได้อย่างชัดเจน ช่วยให้ใบผักมีขนาดใหญ่ขึ้น (กว้างขึ้น) ความสูงเพิ่มขึ้น โตเร็ว อ้วน อ้วน และรสชาติดีขึ้น

หมายเหตุ : ข้อมูลที่ได้รับทราบจาก ท่านอาจารย์ ดร.ยงยุทธ เจียมไชยศรี นับว่าเป็นประโยชน์อย่างยิ่งต่อ งานวิจัยการควบคุมโรครากเน่าในผักสลัดต่อไปในอนาคต (ขอกราบขอบพระคุณไว้ ณ โอกาสนี้)

สำหรับช่วง 6 เดือนหลังของปี พ.ศ. 2546 คุณ อรรถพร สุบุญรัตน์ ผู้ผลิตระบบการปลูกพืชแบบ NFT และ DFT โดยใช้รางปลูกชุดเดียวกัน ได้ให้ความสนใจการใช้เชื้อราไตรโคเดอร์มาชนิดสดสายพันธุ์ CB-Pin-01 ที่ผลิตโดยบริษัทยูนิซีดีส์ จำกัด ในระบบ NFT มาอย่างต่อเนื่อง ช่วยให้เราได้ทราบข้อมูลเกี่ยวกับข้อดีและปัญหาต่างๆ มากมาย ซึ่งจะเป็นแนวทางของการวิจัยโดย

ละเอียดต่อไป ผลสรุปจากการใช้เชื้อราไตรโคเดอร์มาในระบบ NFT ที่ประมวลได้จากการสังเกตโดยคุณ
อรรถพร สุบุญสันต์ ในเบื้องต้นมีดังนี้

1. การใช้เชื้อราไตรโคเดอร์มาชนิดสด อัตรา 100 กรัมต่อสารละลายแร่ธาตุ 200 ลิตร (ล้าง
เชื้อสดด้วยสารละลายแร่ธาตุ 3-5 ลิตร ก่อนนำไปกรองเอากากข้าวออก แล้วนำไปเติมลงในสารละลายแร่
ธาตุจนครบ 200 ลิตร) ทุกครั้งที่มีการเปลี่ยนสารละลายแร่ธาตุ ช่วยให้โรครากเน่าที่เกิดจากเชื้อราพิเทียม
(*Pythium spp.*) ลดลง ระบบรากแข็งแรง ยาว รากมีสีขาว ผักมีขนาดใหญ่และน้ำหนักเพิ่มขึ้น

2. การใช้เชื้อราไตรโคเดอร์มาในระบบ NFT ช่วยกำจัดตะกอนที่เกาะติดอยู่กับผิวของรางปลูก
ทำให้ง่ายต่อการล้างราง โดยไม่ต้องพึ่งพารวด

3. การใส่เชื้อราไตรโคเดอร์มาโดยวิธีผสมน้ำแล้วฉีดพ่นลงบนวัสดุเพาะกล้า (เพอร์ไลท์ ผสม
เวอร์มิคูไลท์) หรือใช้คลุกเมล็ด สามารถป้องกันการเกิดโรครากเน่าและต้นกล้าเน่าของผักสลัดได้ เพิ่ม
จำนวนต้นรอดตายอย่างชัดเจน ต้นกล้าแข็งแรง มีระบบรากยาวกว่าปกติ เติบโตอย่างรวดเร็วหลัง
การย้ายปลูกในระบบ NFT

4. เชื้อราไตรโคเดอร์มามีส่วนทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงสภาวะกรดในสารละลายแร่ธาตุก่อน
ข้างเร็ว อาจมีผลกระทบต่อระบบรากได้ (กำลังจะศึกษาวิจัย) แต่ผลกระทบในทางที่ดีคือ อาจลดความจำเป็น
ในการใช้กรดปรับสภาพสารละลายแร่ธาตุได้

5. จำเป็นต้องเติมเชื้อราไตรโคเดอร์มาทุกครั้งที่มีการเปลี่ยนสารละลายแร่ธาตุ

จากผลการสังเกตในเบื้องต้น สรุปได้ว่า เชื้อราไตรโคเดอร์มามีศักยภาพสูงมากที่จะช่วยลด
ปัญหาโรครากเน่าของพืชผักที่ปลูกในสารละลายแร่ธาตุได้ โดยจะต้องมีการศึกษาวิจัยเพิ่มเติมในราย
ละเอียดต่อไป สำหรับโรคที่เกิดกับส่วนของใบเช่น โรคใบจุดที่เกิดจากเชื้อรา มักไม่เป็นปัญหาที่สำคัญ
การเก็บส่วนของพืชที่เป็นโรคใส่ถุงพลาสติกแล้วนำไปทิ้ง และการปรับอุณหภูมิในโรงเรือนไม่ให้สูงเกิน
ไป สามารถลดการระบาดของโรคทางใบได้ การฉีดพ่นใบผักด้วยเชื้อรา ไตรโคเดอร์มาชนิดสดจะ
ช่วยแก้ปัญหาการระบาดได้ โดยไม่มีอันตรายต่อผู้ผลิตและผู้บริโภค

เอกสารประกอบการเรียบเรียง

จิระเดช แจ่มสว่าง. 2531. นิเวศวิทยาและการควบคุมโรคพืชในดินโดยชีววิธี. รายงานการวิจัยเสนอต่อ
สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ, กรุงเทพฯ. 235 น.

- จิระเดช แจ่มสว่าง. 2542. การใช้เชื้อรา *Trichoderma* ควบคุมโรคพืช. ในเอกสารการประชุมสัมมนาทางวิชาการ สารชีวอินทรีย์กำจัดศัตรูพืช ในศตวรรษที่ 21. 15-16 กรกฎาคม 2542. โรงแรม-มิราเคิลแกรนด์ คอนเวนชั่น, กรุงเทพฯ.
- จิระเดช แจ่มสว่าง และกนกนาฏ เรืองวิเศษ. 2538. การประยุกต์ใช้ชีวภัณฑ์เชื้อราไตรโคเดอร์มา เพื่อฟื้นฟูสภาพดินทุเรียนที่ทรุดโทรมเนื่องจากโรครากเน่าไฟทอปธอรา. น. 334-341 ใน เอกสารการวิจัยนำเสนอในที่ประชุมวิชาการอารักขาพืชแห่งชาติ ครั้งที่ 2 ระหว่าง 9-11 ตุลาคม 2538. ณ. โรงแรมเพชรงามเชียงใหม่
- จิระเดช แจ่มสว่าง จินตนา ชะนะ ปราโมทย์ ศิริโรจน์ กณิษฐา สังคะหะ วิชชุพร ว่องสุวรรณเลิศและวรรณวิไล เกษนรา. 2536. ประสิทธิภาพของเชื้อราไตรโคเดอร์มา ฮาร์เซียนัม พันธุ์กลายที่ต้านทานต่อเบนโนมิลในการยับยั้งการเจริญของเชื้อราสเคลอโรเทียม รอล์ฟฟัสไอ. น. 76 ใน บทคัดย่อของการประชุมวิชาการครั้งที่ 5 ของสมาคมเทคโนโลยีชีวภาพแห่งประเทศไทย เรื่องเทคโนโลยีชีวภาพเพื่อพัฒนาคุณภาพชีวิต. 25-27 พฤศจิกายน 2536. โรงแรมฮิลตัน อินเตอร์เนชั่นแนล กรุงเทพฯ.
- จิระเดช แจ่มสว่าง และวรรณวิไล อินทนู. 2545. การผลิตเชื้อราไตรโคเดอร์มาชนิดสดด้วยเทคนิคอย่างง่ายเพื่อใช้ควบคุมโรคเน่าระดับดินของถั่วฝักยาวที่เกิดจากเชื้อรา *Sclerotium rolfsii*. ใน การประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 40. 4-7 กุมภาพันธ์ 2545. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ.
- แสงมณี ชิงดวง ประเสริฐ เครื่องเปี่ยม และสุชาติ วิจิตรานนท์. 2540. ผลของเชื้อราไตรโคเดอร์มา *Trichoderma harzianum* ที่มีผลต่อเชื้อรา *Phytophthora parasitica* และ *Phytophthora palmivora* สาเหตุโรครากเน่าโคนเน่าของพริกไทย และโรคน้ำดำของวานิลลา. วารสารโรคพืช 12:13-24.
- Abed-El Moity, T.H., Papavizas, G.C., and Shatla, M.N. 1982. Induction of new isolates of *Trichoderma harzianum* tolerant to fungicides and their experimental use for control of white rot of onion. *Phytopathology* 72: 369.
- Anju, P. 1994. Antagonism of *Trichoderma* against fungal pathogen and their enzyme production. *Advance in Plant Sciences* 7(1): 147-153.
- Backman, P.A. and Rodriguez-Kabana, R. 1975. A system for growth and delivery of biocontrol agents to the soil. *Phytopathology* 65: 819.
- Bassett, J. 1984. A revision of the genus *Trichoderma*. L. Section *Longibrachiatum* Sect. Nov. *Can. J. Bot.* 62: 924.
- Benbow, J.M. and Sugar, D. 1999. Fruit surface colonization and biological control of postharvest diseases of pear by preharvest yeast applications. *Plant Dis.* 83: 839-844.

- Chet, I., Harman, G. E., and Baker, R. 1984. *Trichoderma harzianum* : its hyphal interaction with *Rhizoctonia solani* and *Pythium* sp. Microbiology 7: 29.
- Cook, R.J. 1985. Biological control of plant pathogens : Theory to application. Phytopathology 75: 25-29.
- Cook, R.J., and Baker, K.F. 1983. The Nature and Practice of Biological Control of Plant Pathogens. Am. Phytopathol. Soc., St. Paul, MN. 539 pp.
- Cook, R.J. and Baker, K.F. 1983. The Nature and Practice of Biocontrol of Plant Pathogens. American Phytopathological Society, St. Paul, Minn. 539.
- Correa, A. 1995. *In vitro* inhibitory activity of trichozinanes on *Sclerotium rolfii* Sacc. Cryptogamiae Mycologia 16(3):185-190).
- Dennis, C. and Webster, J. 1971. Antagonistic properties of species-groups of *Trichoderma* II. Production of volatile antibiotics. Trans. Br. Mycol. Soc. 157: 41.
- Elad, Y., Chet, I., Boyle, P., and Hennis, Y. 1983. Parasitism of *Trichoderma* spp. on *Rhizoctonia solani* and *Sclerotium rolfii* scanning electron microscopy and fluorescence microscopy. Phytopathology 73: 85.
- Garrett, S. D., 1957. Effect of soil microflora selected by carbon disulfide fumigation on survival of *Armillaria mellea* in woody host tissue. Can. J. Microbiol. 3:135.
- Geremia, R.A., Goldman, G.H., Jacobs, D., van Montagn, M., and Herrera-Estrella, A. Hydrolytic extracellular enzymes of *Trichoderma* : specific induction of a basic proteinase, pp. 193-195. In New approaches in biological control of soil-borne diseases, Copenhagen, Denmark.
- Godtfredsen, W. O. and Vangedal, S. 1965. Trichodermin a new sesquiterpene antibiotic. Acta. Chem. Scand. 19: 1088.
- Gracia-Graza, J.A., M.Little, W. Brown, T.J. Blom, K. Schneider, W. Allen and J. Potter. 2003. Efficacy of various biological control agents and biorationals against *Pythium* root rot in Poinsettia. Horttechnology 13(1):149-153.
- Hadar, Y., Chet, I., and Henis, Y. 1979. Biological control of *Rhizoctonia solani* damping-off with wheat-bran culture of *Trichoderma*. Phytopathology 69:64.
- Harman, G. E., Chet, I., and Baker, R. 1981. Factors affecting *Trichoderma harzianum* applied to seeds as a biocontrol agent. Phytopathology 71:569.
- Hoitink, H.A.J. and Kuter, G.A. 1985. Effect of composts in container media on diseases caused by soilborne plant pathogens. Acta. Hortic. 172: 191.

- Hubbard, J.P., Harman, G.E., and Hadar, Y. 1983. Effect of soilborne *Pseudomonas* spp. on the biocontrol agent, *Trichoderma hamatum* on pea seeds. *Phytopathology* 73: 655.
- Intana, W. 2003. Selection and development of *Trichoderma* spp. for high glucanase, antifungal metabolites producing and plant growth promoting isolates for biological control of cucumber damping-off caused by *Pythium* spp. Ph.D. Dissertation. Kasetsart University, Bangkok. 202 pp.
- Intana, W., Chamswang, C., Intanoo, W., Hongprayoon, C and Sivasithamparam, K. 2003. Use of mutant strains for improved efficacy of *Trichoderma* for controlling cucumber damping-off. *Thai J. Agric. Sci.* 36 (3) In press.
- Jones, R. W., Pettit, R.E., and Taber, R.A. 1984. Lignite and stillage : carrier and substrate for application of fungal biocontrol agents to soil. *Phytopathology* 74: 1167.
- Lin, A. 1994. Trichodermin a new antifungal agent from *Trichoderma viride* and its action in biological control of *Rhizoctonia solani*. *Journal of Antibiotic* 47(7): 799-805.
- Meyer, C. E. and Reusser, F. 1967. A polypeptide anti-bacterial agent isolated from *Trichoderma viride*. *Experientia*. 23: 85.
- Munnecke, D. E., Kolbezen, M.J. 1973. Effect of methyl bromide of carbon disulfide on *Armillaria* and *Trichoderma* growing on agar medium and relation to survival of *Armillaria* in soil following fumigation. *Phytopathology* 63: 1352.
- Nancy, K.B., Paul, A.B., Rodrigo, R.K. and Ploper, L.D. 1992. Potential for biological control of early leaf spot of peanut using *Bacillus cereus* and chitin as foliar amendments. *Biological control*. 321-328.
- Ooka, T., Shimojima, Y., Akimoto, T., Senoh, S., and Abe., J. 1966. A new antibacterial peptide "Suzukacillin". *Agric. Biol. Chem.* 30: 700.
- Papavizas, G. C. 1985. *Trichoderma* and *Gliocladium* : biology, ecology, and potential for biocontrol. *Annu. Rev. Phytopathol.* 23: 23.
- Pyke, T. R. and Dietz, A. 1966. U-21, 963, a new antibiotic I. Discovery and biological activity. *App. Microbiol.* 14:506.
- Reusser, F. 1967. Biosynthesis of antibiotic U-22, 324, a cyclic polypeptide. *J. Biol. Chem.* 242: 243.
- Rifai, M.A., 1969. A revision of the genus *Trichoderma*, *Mycol, Papers. Imp. Mycol. Inst.* 116: 1.
- Rodriguez-Kabana, R. 1969. Enzymatic interactions of *Sclerotium rolfsii* and *Trichoderma viride* in mixed soil culture. *Phytopathology* 59: 910.

- Rodriguez-Kabana, R. and Curl, E.A. 1968. Saccharase activity of *Sclerotium rolfsii* in soil and the mechanism of antagonistic action by *Trichoderma viride*. *Phytopathology* 58: 985.
- Rodriguez-Kabana, R., Kelley, W.D. and Curl, E. A. 1978. Proteolytic activity of *Trichoderma viride* in mixed culture with *Sclerotium rolfsii* in soil. *Can J. Microbiol.* 24: 487.
- Sivan, A., and Chet, I. 1989. The possible role of competition between *Trichoderma harzianum* and *Fusarium oxysporum* on rhizosphere colonization. *Phytopathology* 79: 198.
- Smith, K.T., Blanchard, R.O., and Schortle, W.C. 1981. Postulated mechanism of biocontrol of decay fungi in red meple wounds treated with *Trichoderma harzianum*. *Phytopathology* 71: 496.
- Tjamos, E.C., Papavizas, G.C. and Cook, R.J. 1992. *Biological Control of Plant Diseases : Progress and Challenges for the Future.* Plenum Press, New York. 462 pp.
- Weindling, R. 1932. *Trichoderma lignorum* as a parasite of other soil fungi. *Phytopathology* 22: 837.
- Weindling, R. 1937. Studies on a lethal principle effective in the parasitic action of *Trichoderma Gliocladium*. *Phytopathology* 27: 1175.
- Weindling, R. and Emerson, O.H. 1936. The isolation of a toxic substance from the cultural filtrate of *Trichoderma*. *Phytopathology* 26: 1068.
- Wells, H.D., Bell, D.K., and Jaworski, C.A. 1972. Efficacy of *Trichoderma harzianum* as a biocontrol for *Sclerotium rolfsii*. *Phytopathology* 62: 442.