บทที่ 2

ตรวจเอกสาร

ข้าวโพด (corn หรือ maize) มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Zea mays* L. จัดอยู่ในวงศ์ Gramineae เป็นธัญพืชที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจของประเทศไทยมากที่สุดพืชหนึ่ง (ถาวร, 2531) ประเทศสหรัฐอเมริกาเป็นประเทศที่มีการปลูก และผลิตข้าวโพดมากที่สุดในโลก โดยมีปริมาณการผลิตเกือบครึ่งหนึ่งของผลผลิตรวมทั่วโลก ประเทศที่ผลิตข้าวโพดรองลงมา ได้แก่ จีน บราซิล เม็กซิโก และแอฟริกาใต้ ตามลำดับ สำหรับประเทศผู้ส่งออกข้าวโพดที่สำคัญ ได้แก่ ประเทศสหรัฐอเมริกา อาร์เจนตินา เนเธอร์แลนด์ ไทย ฝรั่งเศส และ แอฟริกา เป็นต้น (ทรงเชาว์, 2531)

ข้าวโพดที่ผลิตได้ในประเทศไทยส่วนใหญ่จะส่งออกในรูปของเมล็ดพันธุ์ ไปยังประเทศญี่ปุ่น สิงค์โปร์ ไต้หวัน มาเลเซีย ฮ่องกง ฯลฯ การส่งออกในระหว่างปี พ.ศ. 2535-2538 มีปริมาณ 152,503 ตันต่อปี มีมูลค่าการส่งออกเฉลี่ยปีละ 593.8 ล้านบาท ต่อมาในปี พ.ศ. 2538, 2544 และ 2546 มีการส่งออกเพิ่มมากขึ้น คือ 3.95, 4.56 และ 2.24 ล้านตัน มีมูลค่า 1830.62, 2216.58 และ 1240.47 ล้านบาท ตามลำดับ อย่างไรก็ตามการส่งออกในระยะหลังนี้มีปริมาณลดลง เนื่องจากมีการใช้ในประเทศสูงขึ้น (กองมาตรฐานสินค้านำเข้าส่งออก, 2547) ด้วยเหตุที่มีความต้องการข้าวโพด มีปริมาณสูงและราคาดี ดังนั้นเกษตรกรจึงนิยมปลูกข้าวโพดกันอย่างแพร่หลาย กระจายทั่วทุกภาคของประเทศ โดยเฉพาะในเขตภาคเหนือนับว่าเป็นเขตที่มีการผลิตมากที่สุด รองลงมาคือ ภาคกลาง ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ และภาคใต้ ตามลำดับ ข้าวโพดมีประโยชน์ในด้านอุตสาหกรรมการผลิตอาหารต่าง ๆ เช่น ครีมข้าวโพด ข้าวโพดบรรจุกระป๋อง ผลิตอาหารสัตว์ เช่น ใช้เมล็ดข้าวโพดเป็นอาหารสัตว์ ใช้สกัดน้ำมัน ทำกระดาษ สบู่ สี เชื้อเพลิง ฯลฯ ด้านอุปโภคและบริโภค เช่น บริโภค ฝักสด ทำน้ำหอม เครื่องสำอาง ยาทาเล็บ และใช้เป็นส่วนประกอบของยารักษาโรคได้ (สุมิตราและคณะ, 2535; โอวาท, 2519)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

โรคสำคัญที่เกิดกับข้าวโพด

โรคที่เกิดกับข้าวโพดมีมากมายหลายชนิดด้วยกัน จากการสำรวจและวิจัยของภาควิชากีฏวิทยาและโรคพืช มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์และกองโรคพืชและจุลชีววิทยา กรมวิชาการเกษตร ปี พ.ศ.2529

พบว่าโรคที่สำคัญของข้าวโพดตามแหล่งปลูกต่าง ๆ มีดังนี้ โรคที่เกิดจากเชื้อรา ได้แก่ โรคใบไหม้แผลใหญ่ (northern corn leaf blight) เกิดจากเชื้อรา *Exserohilum turcicum*, โรคใบไหม้แผลเล็ก (southern corn leaf blight) เกิดจากเชื้อรา *Bipolaris maydis*, โรคราน้ำค้าง (downy mildew) เกิดจากเชื้อรา *Sclerospora sorghi* โรคที่เกิดจากเชื้อแบคทีเรีย ได้แก่ โรคเหี่ยวแบคทีเรีย (bacterial wilt) เกิดจาก *Erwinia stewartii*, โรคต้นเน่าแบคทีเรีย (bacterial stalk rot) เกิดจาก *Erwinia charysanthemi* pv. *zeae* และโรคที่เกิดจากเชื้อไวรัส Maize Dwarf Mosaic Virus (MDMV) และ Maize Ring Mottle Virus (MRMV) นอกจากนี้ยังมีโรคที่เกิดจากการขาดธาตุอาหารอีกด้วย เช่น การขาดธาตุไนโตรเจน(N) และการขาดธาตุฟอสฟอรัส (P) (ทรงเชาว์, 2531)

โรคต่างๆเหล่านี้สร้างความเสียหายให้กับข้าวโพด โดยพบว่าโรคที่สร้างความเสียหายมากที่สุด คือโรคใบไหม้แผลใหญ่ (northern corn leaf blight) (ชาตรี, 2539)

โรคใบไหม้แผลใหญ่ข้าวโพด (northern corn leaf blight)

โรคใบไหม้แผลใหญ่ข้าวโพดเกิดจากเชื้อรา *Exserohilum turcicum* Leonard & Suggs (syn. *Helminthosporium turcicum* Pass) มีรายงานการพบครั้งแรกในประเทศอิตาลีเมื่อปี ค.ศ. 1876 และพบในสหรัฐอเมริกา เมื่อปี ค.ศ. 1878 เนื่องจากโรคนี้ระบาดสร้างความเสียหายแก่ข้าวโพดในมลรัฐทางเหนือของสหรัฐอเมริกา จึงได้ชื่อว่า northern corn leaf blight (สกุลศักดิ์, 2540) ซึ่งจะพบโรคนี้ทั่วไปตามท้องถิ่นที่มีการปลูกข้าวโพด สำหรับประเทศไทยเคยมีผู้สำรวจพบ และรายงานว่าพบการระบาดรุนแรงของโรคนี้ ในเขตอำเภอสีคิ้ว เมื่อปี พ.ศ. 2517 (ทรงเชาว์, 2531) โดยอาการเริ่มแรกจะปรากฏเป็นจุดแผลฉ่ำน้ำเล็ก ๆ สีเขียวปนเทา ต่อมาแผลจะลุกลามขยายใหญ่ขึ้นแผลเป็นรูปยาวรี หรือรูปกระสวย (elliptical-shaped) ตามความยาวของใบ แผลมีสีน้ำตาล เกิดบริเวณใบล่าง ๆ ก่อน (ถาวร, 2531) ขนาดแผลกว้าง 2 เซนติเมตร ยาว 10-15 เซนติเมตร และหากมีความชื้นพอเพียง เชื้อราจะสร้างสปอร์ (conidia) บนกลางแผลเห็นเป็นสีดำ ถ้าแผลเกิดรวมกันจำนวนมากจะทำให้ใบ เกิดอาการแห้งทั้งใบ (นิพนธ์, 2523) หากเชื้อราเข้าทำลายลำต้นในพันธุ์ที่อ่อนแอต้นจะเน่าตายได้ (ชาตรี, 2539) เชื้อราสามารถเจริญเข้าทำลายใบข้าวโพด และแพร่ระบาดอย่างรวดเร็วสู่ส่วนอื่น ๆ ได้ ไม่ว่าจะเป็นลำต้น กาบใบ และฝัก เชื้อราชนิดนี้สามารถอยู่ข้ามฤดูได้โดยอาศัยเศษซากของข้าวโพด ที่ทิ้งกองในไร่ และยังสามารถอาศัยอยู่ในเมล็ดได้อีกด้วย (ทรงเชาว์, 2531)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ลักษณะทั่วไปของเชื้อรา *Exserohilum turcicum* Pass. (CABI Bioscience., 2004)

Classification

Sub-division Pezizomycotina

Class Dothideomycetes

Order Pleosporales

Family Pleosporaceae, Setosphaeria

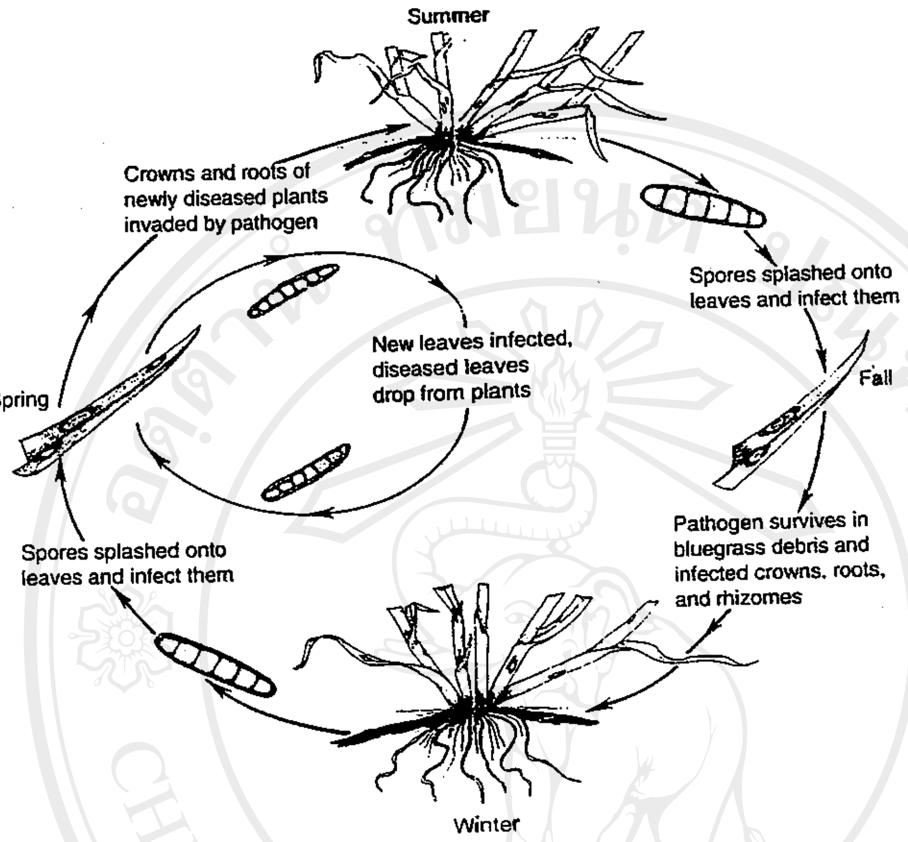
เชื้อรา *Helminthosporium turcicum* Pass. หรือ *Exserohilum turcicum* (Pass.) Leonard &Suggs เมื่อมีการขยายพันธุ์แบบอาศัยเพศ (sexual stage) จัดอยู่ใน Sub-division Ascomycotina มีชื่อว่า *Setosphaeria turcica* (syn. *Trichometasphaeria turcica*) สปอร์ (conidia) มีสีเทาปนเขียว (olive gray) รูปกระสวยหัวท้ายเรียวลง (spindle-shaped) โค้งงอเล็กน้อย มีผนังกั้น (septa) 3-8 อัน ขนาด 20x105 ไมครอน สปอร์เกิดเดี่ยว ๆ ที่ปลายก้านชูสปอร์ (conidiophore) มี hilum โผล่ออกมาให้เห็นอย่างชัดเจน ก้านชูสปอร์มีผนังกั้น 3-4 อัน มีสีเขียวมะกอก (olivaceous) มีขนาด7-9x 150-250 ไมครอน (ชาตรี, 2539) sexual stage สร้าง perithecia รูปร่างกลมสีดำ สร้าง asci รูปร่างยาวมีก้านสั้น ๆ ภายในบรรจุ ascospore 2-4 สปอร์ ใสไม่มีสีรูปร่างตรงหรือโค้งงอเล็กน้อย มีผนังกั้น 3 อัน ขนาด 13-17x42-78 ไมครอน (นิพนธ์, 2533; สกุลศักดิ์, 2540)

วงจรของโรค (นิพนธ์, 2533)

เชื้อรา *Exserohilum turcicum*(Pass.) Leonard & Suggs ทำให้เกิดโรคกับพืชหลายชนิด เมื่อพืชตายเชื้อราก็สามารถที่จะอยู่ในเศษซากพืชที่เป็นโรคนั้นได้ นอกจากนี้ยังอาจอยู่ในเมล็ดข้าวโพดหรือ พืชอื่นได้มากกว่า 22 ชนิด เมื่อถึงฤดูปลูกต่อไปก็จะเข้าทำลายพืชนั้นได้อีก โดยสปอร์จะงอก germ tube ที่เซลล์หัวท้าย และเข้าทำลายข้าวโพดทางปากใบและเซลล์ผิวของพืชโดยตรง (direct penetration) เชื้อราสามารถเข้าทำลายได้ภายใน 5 ชั่วโมง และจะแสดงอาการให้เห็นภายใน 3 วัน หลังระยะฟักตัว ถ้าอาการของโรคระบาดรุนแรงมากใบข้าวโพดจะแห้งตาย เมื่อมีความชื้นสูงพอ ก็จะสร้างสปอร์สำหรับแพร่กระจายต่อไป โดยสปอร์ระบาดไปโดยอาศัยลมพัดพาไปและติดไปกับเมล็ดข้าวโพด สภาพแวดล้อมที่เหมาะสมต่อการเจริญของเชื้อรานี้อยู่ในช่วงอุณหภูมิ 24-30 องศาเซลเซียส อาการของโรคจะทวีความรุนแรงมากขึ้น ถ้ามีอากาศร้อนและชุ่มชื้น และความชื้นสัมพัทธ์อยู่ระหว่าง 90-100 เปอร์เซ็นต์ จะเกิดโรคนี้มาก

การอยู่ข้ามฤดูของเชื้อราสาเหตุ อยู่ในรูปของเส้นใย (mycelium) และคลามิโดสปอร์ (chlamydospore) ในเศษซากพืชที่เป็นโรค และติดอยู่บนเมล็ดข้าวโพด (ภาพที่ 1)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



ภาพที่ 1: วงจรการเกิดโรคใบไหม้แผลใหญ่ ที่เกิดจากเชื้อรา *Helminthosporium* spp. Pass. (Otis *et al.*, 2001)

การป้องกันกำจัด (ถาวร, 2531; นิพนธ์, 2533)

1. การใช้พันธุ์ต้านทาน
2. ทำลายเศษซากพืชที่เป็นโรค พืชอาศัยชนิดอื่นๆ จากการศึกษาพบเชื้อรานี้อยู่ในเศษซากพืชได้นานถึง 5 เดือน
3. ปลูกพืชหมุนเวียน 2-3 ปีต่อครั้ง เพื่อลดปริมาณและความรุนแรงของโรค
4. ไม่นำเมล็ดพันธุ์จากแหล่งที่เป็นโรคมาปลูก
5. ใช้สารเคมีกำจัดเชื้อโรคที่มากับเมล็ดพันธุ์ โดยใช้สารกำจัดเชื้อราคลุกเมล็ดเพื่อป้องกัน เช่น Dithane M-45, SDP หรือฉีดพ่นด้วย zineb, maneb และnabam ผสมกับ zinc sulphate อัตรา 2-3 ช้อนแกงต่อน้ำ 20 ลิตร เมื่อเริ่มเป็นโรคทุก 7-10 วัน

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

แต่การป้องกันกำจัดแต่ละวิธีมีขีดจำกัด เช่น การใช้พันธุ์ต้านทานมีขีดจำกัด เนื่องจากข้าวโพดเป็นพืชที่ผสมข้ามได้จึงเกิดการกลายพันธุ์ ทำให้ไม่มีพันธุ์ต้านทานถาวร ส่วนวิธีการอื่น ๆ ก็ทำให้สิ้นเปลืองทุนทรัพย์ และแรงงานในการป้องกันกำจัด การควบคุมโรคโดยใช้สารเคมีถึงแม้จะได้ผลดี แต่อาจมีพิษตกค้างต่อระบบนิเวศน์ และทำลายจุลินทรีย์ที่มีประโยชน์ (Cook and Baker, 1983) ก่อให้เกิดมลพิษต่อสิ่งแวดล้อมทั้งทางอากาศ และทางน้ำ เนื่องจากทางภาคเหนือเป็นแหล่งต้นน้ำลำธาร จึงอาจมีการแพร่กระจายของสารเคมีลงสู่แม่น้ำลำคลองได้ นอกจากนี้การใช้สารเคมียังทำให้ต้นทุน การผลิตสูงตามไปด้วย และข้อจำกัดในเรื่องของประสิทธิภาพสารเคมีอีกข้อหนึ่งคือ ช่วงอุณหภูมิที่สูงหรือต่ำเกินไป (ทัศนีย์, 2540) นอกจากนี้การใช้สารเคมีบางชนิดทำให้เชื้อโรคพืชสามารถพัฒนาตนเองจนดื้อหรือทนทานต่อสารเคมีได้ (Suslow, 1982)

สำหรับการป้องกันกำจัดโรคพืชยังมีวิธีการอื่น ๆ ที่น่าจะได้ผลดีขึ้น ทั้งด้านประสิทธิภาพการป้องกันกำจัดโรคพืช และการประหยัดต้นทุน รวมไปถึงการลดมลภาวะได้ ซึ่งในปัจจุบันมี การป้องกันกำจัดโรคพืชที่นักวิชาการให้ความสนใจเป็นอย่างมากคือ การป้องกันกำจัดโดยชีววิธี (biological control) ซึ่งเป็นผลมาจากการพบปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นตามธรรมชาติ ที่มีความสมดุลของสิ่งมีชีวิต ต่าง ๆ ที่มีการควบคุมกันเองอยู่แล้ว กลุ่มของจุลินทรีย์ปฏิปักษ์ส่วนใหญ่เป็นเชื้อราในดิน (soil-borne fungi) และกลุ่มแซพโพรไฟท์หรือแซพโพรบ (saprobe) ซึ่งก็คือเชื้อราสามารถดำรงชีวิตอยู่ได้โดยอาศัยเศษซากสิ่งมีชีวิตที่ตายแล้วเป็นอาหาร (ศิริพงษ์และรัศมี, 2539)

การควบคุมโรคพืชโดยชีววิธี หรือชีวภาพ (biological control)

การควบคุมเชื้อโรคพืชโดยชีววิธี หมายถึง การลดปริมาณประชากรของเชื้อโรคพืชหรือลดกิจกรรมของเชื้อโรค อันก่อให้เกิดโรคจนอยู่ในระดับที่ไม่ก่อให้เกิดความเสียหายทางเศรษฐกิจ โดยอาศัยสิ่งมีชีวิต (organism) ซึ่งรวมถึงพืชชั้นสูง และจุลินทรีย์ปฏิปักษ์ (antagonistic microorganism) พันธุกรรมหรือผลผลิตจากพันธุกรรม (genes or genes products) ยกเว้นผลจากการกระทำต่อเชื้อโรคโดยตรงจากมนุษย์ (จิระเดช, 2531) ปัจจุบันมีจุลินทรีย์หลายชนิดทั้งเชื้อราแบคทีเรีย ไวรัส และจุลินทรีย์อื่น ๆ สำหรับราต่าง ๆ ได้แก่ Trichoderma, Penicillium และ Chaetomium และแบคทีเรีย เช่น Bacillus ฯลฯ ซึ่งเป็นจุลินทรีย์ที่มีประโยชน์ และบางชนิดได้ถูกนำมาใช้และผลิตออกจำหน่ายเป็น สารชีวภัณฑ์แล้ว จึงควรนำมาใช้ในการควบคุมศัตรูพืชโดยจุลินทรีย์ที่มีประโยชน์เหล่านี้ ไม่เป็นอันตรายต่อพืช สัตว์ และผู้บริโภค

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

กลไกการควบคุมเชื้อจุลินทรีย์สาเหตุโรคพืช โดยจุลินทรีย์ปฏิปักษ์ทั่วๆไปมี 3 ประการคือ

1. การสร้างสารปฏิชีวนะ (antibiotic) สารปฏิชีวนะเป็นสารอินทรีย์ที่มีน้ำหนักโมเลกุลต่ำที่สร้างขึ้นโดยเชื้อจุลินทรีย์ เช่น แบคทีเรียปฏิปักษ์ชื่อ *Agrobacterium radiobacter* K48 สร้างสาร Agrocin 84 สามารถยับยั้งการเจริญของเชื้อ *A.tumefaciens* ที่เป็นสาเหตุโรคของมันฝรั่ง (Cooksey and Moore, 1982) และ *Pseudomonas fluorescens* รหัส 2-79 สามารถผลิตสารปฏิชีวนะชื่อ phenazine-1-carboxylate สามารถยับยั้งการเจริญของเชื้อรา *Gaeumannomyces graminis* var. *tritici* เชื้อสาเหตุโรครากเน่าของข้าวสาลี (Brisbane and Rovira, 1988) ส่วน *P. fluorescens* สร้าง siderophore ซึ่งมีผลในการยับยั้งการเจริญของเชื้อ *Fusarium oxysporum* f.sp. *lini* เชื้อสาเหตุโรคเหี่ยวของป่าน (Scher and Baker, 1982)

2. การแก่งแย่งอาหารและพื้นที่อาศัย (competition) จุลินทรีย์ปฏิปักษ์ที่มีความสามารถในการแก่งแย่งอาหาร หรือพื้นที่อาศัยได้ดีกว่าเชื้อสาเหตุของโรค ซึ่งจุลินทรีย์ปฏิปักษ์จะมีความสามารถในการใช้สารอาหารได้มากชนิด และใช้ได้อย่างรวดเร็ว เช่น แบคทีเรียในกลุ่ม fluorescent pseudomonads มีความสามารถในการใช้สารอาหารได้หลายชนิดและเจริญอย่างรวดเร็วเข้า ครอบครองพื้นที่บริเวณรากพืชได้ทั้งหมด ซึ่งเป็นการแก่งแย่งที่อยู่อาศัยบริเวณรากพืช ทำให้เชื้อโรค ไม่มีโอกาสเข้าทำลายรากได้ (อนุภาพ, 2536)

3. การเป็นปรสิต และตัวห้ำ (parasitism and predation) จุลินทรีย์ปฏิปักษ์สามารถสร้างเอนไซม์ไปย่อยผนังเซลล์ของเชื้อโรคพืชได้และใช้ส่วนประกอบภายในเซลล์มาเป็นอาหารโดยตรง บางกรณีอาจมีกลไก antibiosis ร่วมด้วย เช่น *Talaromyces flavus* TF1 (anamorph คือ *Penicillium dangeardii*) สามารถควบคุมโรค Verticillium wilt ของมะเขือยาว และมันฝรั่งได้ โดยการสร้าง glucose oxidase ซึ่งมีคุณสมบัติในการย่อย glucose ได้ดี และจะได้ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ (H_2O_2) ออกมาด้วย ซึ่งสามารถทำลาย microsclerotia ของ *V.dahliae* ได้ดี (Fravel, 1988)

มีรายงานการใช้เชื้อราปฏิปักษ์ในการควบคุมโรคพืชเป็นจำนวนมากดังนี้

Dennis and Webster (1971) ได้รายงานว่าสารปฏิชีวนะที่ผลิตโดยเชื้อรา *Trichoderma* spp. บางสายพันธุ์มีผลต่อเชื้อราอื่น ๆ ในลักษณะฆ่าหรือยับยั้ง หรือทั้ง 2 ลักษณะ ซึ่งบางสายพันธุ์สามารถผลิตสารปฏิชีวนะที่มีฤทธิ์ในการฆ่าเชื้อราชนิดหนึ่ง แต่จะมีผลต่อเชื้อราชนิดอื่น ๆ ในลักษณะยับยั้งเท่านั้น สาร trichodermin และ dermadine มีคุณสมบัติละลายได้ใน chloroform ผลิตโดยเชื้อรา *Trichoderma* spp. หลายสายพันธุ์ บางสายพันธุ์สามารถผลิตสารประกอบประเภทระเหยได้ และมีคุณสมบัติในการยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อราชนิดอื่น ตัวอย่างเช่น acetaldehyde ซึ่งผลิตโดย *T.viride* และสาร volatile matabolite ผลิตโดย *Trichoderma* spp. ซึ่งมีผลในการลดการ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

เจริญของ *Phytophthora* spp. ตามด้วยการเกิด vacuolation ของสารประกอบภายในเซลล์ ท้ายที่สุดจะเกิดการย่อยสลาย (lysis) ที่ปลายเส้นใยได้ (Erwin *et al.*, 1996)

Chung and Hong (1993) รายงานว่าเชื้อแบคทีเรีย *Streptomyces* sp. isolates St-11 และ St-20 ซึ่งแยกได้จากดินปลูกพริกหวาน และงา ในเมือง Chungbuk ประเทศเกาหลี สามารถยับยั้งการเจริญของเส้นใย และการงอกสปอร์ (conidia) ของเชื้อรา *Fusarium oxysporum* var. *vasinfectum* และเชื้อรา *Phytophthora nicotianae* var. *parasitica* ได้ พบว่าดินที่ใส่จุลินทรีย์ปฏิปักษ์ *Streptomyces* sp. isolate St-11 สามารถควบคุมเชื้อโรคทั้ง 2 ชนิดได้ 40-70 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเทียบกับชุดควบคุมในสภาพเรือนปลูกพืชทดลอง

Berger *et al.* (1996) รายงานว่า *Bacillus subtillis* Cot1 สามารถป้องกันโรคเน่าคอดินที่เกิดจากเชื้อ *Pythium* spp. และ *Phytophthora* spp. ให้กับพืชในสกุลต่าง ๆ ได้แก่ Astibe, Hemerocalis และ Photinia ที่ได้จากการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อและต้นกล้าของพืชในสกุล Brassica โดยทำการทดลองภายใต้สภาพความชื้นสูงในโรงเรือนที่มีระบบพ่นหมอก (foggy glasshouse) ในการควบคุมโรคเน่าคอดินให้กับพืช Photinia พบว่ามีประสิทธิภาพเท่าเทียมกับการใช้สารเมทาแลคซิล ถ้าใช้จุลินทรีย์ปฏิปักษ์เข้มข้นไม่ต่ำกว่า $3x10^5$ cfu/g ของน้ำหนักรากสด (Root Fresh Weight: RFW) และเชื้อราสาเหตุโรคไม่เกิน 10^2 oospore ต่อกรัมของ peat หลังจากนั้นทำการทดลอง 28 วัน เมื่อใส่จุลินทรีย์ปฏิปักษ์เข้มข้น $4x10^6$ และ $3x10^5$ cfu/g RFW พบว่ายังคงมีปริมาณเชื้ออยู่ระหว่าง 10^5-10^6 cfu/g RFW ที่ส่วนของรากแก่ และที่ปลายรากมี 10^4-10^5 cfu/g นอกจากนี้พบว่าเชื้อแบคทีเรีย *B.subtillis* Cot1 สามารถลดอาการโรคเน่าคอดินให้กับพืช daphne ได้เพียงเล็กน้อย เนื่องจากไม่สามารถที่จะเจริญอยู่ที่รากของพืชได้นาน เพราะรากสามารถปลดปล่อยสารยับยั้งการเจริญของ *B. subtillis* Cot 1 ออกมาเช่นกัน

Hebber and Lumsden (1999) รายงานว่าเชื้อรา *Penicillium funiculosum* (PF) สามารถยับยั้งการเกิดโรครากเน่าของไม้ดอก azalea และส้มที่เกิดจากเชื้อรา *P.cinnanomi*, *P.citrophthora* และ/หรือ *P. parasitica* โดยทำการเลี้ยง PF ในรำข้าวผสมพีท (bran/peat) แล้วผสมกับวัสดุปลูกพีทผสมเพอไรท์ (peat/perite) ในสัดส่วน 3:1 บรรจุในกระถางปลูก โดยปฏิกิริยาการยับยั้งเป็นแบบ mycoparasitism, lysis และ antibiosis PF สามารถใช้ ร่วมกับสารป้องกันกำจัดเชื้อรา metalaxyl ได้ โดยที่ PF ไม่ได้รับผลกระทบ ซึ่งวิธีการนี้จะเป็นวิธีการที่ใช้ในการควบคุมโรครากเน่าโคนเน่าในเรือนเพาะชำ นอกจากนี้ Arnold *et al.* (2000) มีรายงานเพิ่มเติมถึงการใช้ PF ในรูปของส่วนผสม bran/peat กับวัสดุปลูกให้ประสิทธิภาพในการยับยั้งการเกิดโรครากเน่าของส้มและ azalea ได้ดีกว่าการใช้รากพืชจุ่มลงใน สปอร์แขวนลอยของ PF และมีผลทำให้พืชเจริญเติบโตได้ดี เมื่อใช้ในส่วนผสมของ bran/peat ที่มีความเข้มข้นต่ำกว่า 0.7 เปอร์เซ็นต์ โดยพบว่าการใช้ PF ในส่วนผสม

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ของ bran/peat ที่ความเข้มข้น 0.35 เปอร์เซ็นต์ 2 ครั้ง เป็นเวลา 12 สัปดาห์ จะมีประสิทธิภาพในการควบคุมโรคได้ดีกว่าใช้ครั้งเดียว

Coosemans (2002) รายงานว่า *Pseudomonas fluoresecens* 12 strains สามารถยับยั้งเชื้อราที่ทำให้เกิดอาการรากเน่าของมะเขือเทศ ซึ่งได้แก่ *Didymella lycopersicii*, *Fusarium oxysporum* f.sp. *radicis-lycopersici* และ *Phytophthora nicotinae* var. *parasitica* โดยเฉพาะ *P.nicotianae* var. *parasitica* ถูกยับยั้งอย่างเห็นได้ชัดโดย *P.fluorescens* ทั้ง 12 strains ซึ่งมีหลายปฏิกิริยาร่วมกันได้แก่การเกิด siderophore, antibiotics หรือ cyanide โดยสภาพแวดล้อมจะมีอิทธิพลอย่างมากต่อการเกิดปฏิกิริยาการยับยั้ง

เอนโดไฟท์ (Endophytes)

เอนโดไฟท์ หมายถึง จุลินทรีย์ที่อาศัยอยู่ในพืชโดยไม่ทำให้พืชเกิดอาการผิดปกติ และมีความสัมพันธ์กันแบบพึ่งพา (mutualistic symbiosis) โดยเอนโดไฟท์จะได้รับสารอาหารต่าง ๆ จากพืชการดำรงชีวิตในต้นพืช และยังมีบทบาทในวงจรอาหารอีกด้วย แต่บทบาทไม่แสดงให้เห็นชัดเจน ในทางกลับกันเชื้อเอนโดไฟท์ก็ช่วยให้เนื้อเยื่อพืชลดความดึงดูดต่อศัตรูพืชพวกกินพืช (herbivores) และบางสายพันธุ์กระตุ้นให้เกิดความต้านทาน ส่งเสริมการเจริญเติบโตของพืช และสามารถใช้เป็นการควบคุมโรคและแมลงศัตรูพืช (biological control agent) โดยเป็นปฏิปักษ์ต่อเชื้อโรคพืช (microbial pathogen) โดยเอนโดไฟท์จะสร้างสารประกอบเคมี และเอนไซม์จากส่วนประกอบของเซลล์พืช ซึ่งมีปฏิกิริยาเคมีต่อกันดังกล่าว (Carroll, 1990; Chanway, 1998; Bacon, 1999)

เอนโดไฟท์ส่วนใหญ่อาศัยอยู่ในพืชโดยไม่แสดงอาการออกมาให้เห็น มีจำนวนมากที่เจริญอยู่ในท่อลำเลียงของพืช โดยสามารถตรวจพบได้จากการเลี้ยงเนื้อเยื่อพืชที่ฆ่าเชื้อที่ผิวแล้ว ในพืชตระกูลหญ้าและพืชอาศัยอื่น ๆ บางชนิดสามารถนำชิ้นพืชมาย้อมสีแล้วตรวจดูภายใต้กล้องจุลทรรศน์ได้ (Carroll, 1990; Chanway, 1998; Bacon, 1999) นอกจากนี้ยังเพิ่มความแข็งแรงให้กับต้นพืช และสร้างความต้านทานต่อการเข้าทำลายของโรคและแมลงศัตรูพืชได้อย่างดี (Belanger, 1996) และเปลี่ยนจากการควบคุมและรักษาเฉพาะตัวมันให้เป็นการป้องกันทางเคมี ซึ่งมีผลต่อสัตว์และศัตรูพืชที่สร้างความเสียหายกับพืช นอกจากนี้เชื้อราเอนโดไฟท์ยังอาจนำมาใช้ในการควบคุมโรค และศัตรูพืชทางชีววิทยา หรือเป็นแหล่งของสารพิษ ที่มีความเฉพาะเจาะจงต่อสัตว์และศัตรูพืชหรือเชื้อโรคได้ (Carroll, 1990)

ปกติเอนโดไฟท์ที่พบในหญ้าอาหารสัตว์ เช่น tall fescue และfine fescue บางชนิดจะมีชีพจักรมากกว่า 2 ปี แต่ไม่พบในหญ้า Kentucky bluegrass เอนโดไฟท์ส่วนใหญ่มักจะพบอยู่ใน

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

เนื้อเยื่อส่วนต่าง ๆ ของพืช ได้แก่ ใบ ก้านใบ ลำต้น กิ่งก้าน รวมทั้ง ในเมล็ดด้วย แต่ไม่ค่อยพบในส่วนของหญ้าสนาม ดังนั้นเอนโดไฟท์จึงไม่สามารถป้องกันแมลงพวกที่หากินใต้ดินได้ เช่น Japanese beetle grub นอกจากนี้ยังพบว่าจำนวนของเอนโดไฟท์ยังแปรผันตามฤดูกาลอีกด้วย เช่น ในเนื้อเยื่อส่วนใบ มักจะพบเอนโดไฟท์จำนวนมากในฤดูร้อน และฤดูใบไม้ร่วง

พืชเศรษฐกิจจำพวกตระกูลหญ้ามีการใช้เอนโดไฟท์เพื่อทำหน้าที่เป็น natural insecticide ซึ่งมีผลต่อแมลงที่หากินเหนือผิวดิน ช่วยลดการใช้สารเคมีป้องกันกำจัดโรคและแมลงศัตรูพืชได้เป็นอย่างดี ถือได้ว่าเป็นแบบวิธีการปลอดยาฆ่าแมลงและยังก่อให้เกิดผลประโยชน์ในระยะยาว คือทำให้หญ้าสามารถทนทานต่อสภาวะแวดล้อมที่บีบคั้น (abiotic stress) ทนทานต่อความแห้งแล้ง ทนต่อการรุกรานของวัชพืช ที่มักเกิดการแพร่หลายในฤดูร้อน อันเป็นสิ่งที่ทำให้พืชที่มีเอนโดไฟท์อาศัยอยู่มีความต้านทานโรคสูง (Anonymous, 1999)

เทคนิคการแยกเชื้อราเอนโดไฟท์

Spurr and Welty (1975) พบว่าการเพิ่มปริมาณแอลกอฮอล์เข้าไปในขั้นตอนการฆ่าเชื้อที่ผิวจะช่วยเพิ่มประสิทธิภาพของโซเดียมไฮโปคลอไรต์ที่ใช้ฆ่าเชื้อที่ผิวพืช และช่วยให้ชิ้นพืชเปียกชื้นอย่างทั่วถึง ทั้งยังช่วยทำให้การฆ่าเชื้อที่ผิวใบเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น ต่อมา Petrini *et al.* (1984) รายงานว่าการฆ่าเชื้อที่ผิวต้องปรับให้เหมาะสมกับเนื้อเยื่อของพืช และระยะเวลาที่ใช้ในการฆ่าเชื้อที่ผิวจะขึ้นอยู่กับความหนาของชิ้นพืชด้วย Fisher *et al.* (1996) กล่าวว่าการเก็บตัวอย่างชิ้นส่วนของพืชทั้งหมดที่นำมาทดลองในห้องปฏิบัติการ ต้องเก็บไว้ภายในถุงพลาสติก และทำการแยกเชื้อภายใน 24 ชั่วโมง Petrini (1996) อ้างถึงผลงานที่ทำไว้ในปี 1994 เกี่ยวกับการแยกเชื้อราเอนโดไฟท์ว่า จะต้องกำจัดเส้นใย หรือสปอร์ของเชื้อราที่ผิวของชิ้นพืชออกให้หมด โดยวิธีการฆ่าเชื้อที่ผิวได้พัฒนาขึ้น เนื่องจากปรากฏว่าสปอร์และเส้นใยของเชื้อราเพียงส่วนน้อยที่อยู่ที่ผิวของพืชสามารถรอดพ้นจากการฆ่าเชื้อที่ผิวได้ นอกจากนี้ Anonymous (1999) พบว่าในการแยกเชื้อราเอนโดไฟท์ (endophytic fungi) ต้องอาศัยความรู้ทางชีวเคมีเพื่อทราบถึงลักษณะและคุณสมบัติทางกายภาพของพืช ประกอบกับจะต้องรู้เทคนิคและวิธีการสุ่มตัวอย่างที่ดี จึงจะทำให้แยกได้ชนิดและจำนวนตามความต้องการ ดังเช่นตัวอย่างในการแยกเอนโดไฟท์ในพืชตระกูลหญ้าต้องบ่มเชื้อนานถึง 2 เดือน เชื้อจึงเจริญขึ้นมาได้

ปี ค.ศ.1979 Rogers (อ้างโดย Petrini *et al.*, 1995)ได้กล่าวว่าพืชที่นำมาศึกษาวิธีการแยกเชื้อราเอนโดไฟท์ให้สามารถแยกเอนโดไฟท์ได้เป็นจำนวนมาก พบว่าได้เชื้อราในกลุ่มของ Xylariaceous เสมอ ถึงแม้ว่าบางครั้งจะพบในปริมาณน้อยก็ตาม สำหรับเชื้อรา Xylariaceous ได้พบในลักษณะที่เป็น endophytic fungi ทำให้นักราวิทยาสนใจว่าเชื้อราจำพวกนี้เป็นพวก

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

saprophytes แต่มักจะพบเชื้อราจำพวกนี้เสมอในพืชอาศัย จึงเป็นที่ น่าสงสัยว่าอาจมีความสัมพันธ์เกี่ยวข้องกับพืชอาศัยและมีผลต่อทางสรีรวิทยาของพืชด้วย อย่างไรก็ดียังไม่พบรายงานเกี่ยวกับ Xylariaceous ว่ามีบทบาทอย่างไรต่อพืชอาศัยที่มีชีวิต และมีความเกี่ยวข้องกับพืชอาศัยอย่างไร ระหว่างการเข้าไปอยู่ในพืชของเชื้อรากลุ่มนี้ และความเฉพาะเจาะจงต่อพืชของ Xylariaceous จากการสังเกตโครงสร้างพิเศษของเชื้อราที่เก็บในสภาพธรรมชาติ จึงทำให้สามารถสรุปได้ว่าเชื้อราในกลุ่ม Xylariaceous เป็นพวกที่ย่อยสลายเนื้อไม้ได้

Fisher and Petrini (1992) ทำการแยกเชื้อราเอนโดไฟท์จากใบ ลำต้นและรากข้าวสามารถแยกเชื้อราได้ 2 กลุ่ม คือกลุ่มที่เป็น saprobe ได้แก่ *Alternaria alternata, Epicoccum purpurascens* และ อีกกลุ่มเป็น pathogen ได้แก่ *Cladosporium tenuissimum, Fusarium equiseti, F. oxysporum, Phoma sorghina* และ *Nigrospora oryzae* และยังพบอีกว่าการแยกเชื้อราเอนโดไฟท์จากลำต้นหรือจากใบ ที่แห้งจะพบความหลากหลายของเชื้อมากกว่าชิ้นพืชที่ยังสดอยู่

Toni 1993 (อ้างโดย Petrini, 1995) รายงานว่านักโรคพืชวิทยาและนักราวิทยามีความเชื่อว่าเชื้อราเอนโดไฟท์ของพืชตระกูลหญ้ามีความสำคัญทางเศรษฐกิจ ไม่ได้มีเพียงในกลุ่มของ Clavicipitaceous เท่านั้นที่อาศัยอยู่ในพืชตระกูลหญ้า แต่จะมีราเอนโดไฟท์ที่อยู่ในกลุ่มของ ascomycetous และ deuteromycetous ด้วย แต่การเข้าไปอยู่ในพืชจะอยู่ในพื้นที่จำกัดไม่เคลื่อนย้ายไปในท่อลำเลียง (non-systemic) และสปอร์ทำหน้าที่ถ่ายทอดไปยังพืชอาศัยใหม่

Lumyong *et al.* (1996) ทำการแยกและศึกษาเชื้อราเอนโดไฟท์จากชิ้นส่วนของลำต้นและใบของต้นกล้าพืชที่พบในท้องถิ่นซึ่งมีอายุประมาณ 6–8 เดือน โดยเฉพาะจากเมล็ดที่เก็บจากบริเวณอุทยานแห่งชาติดอยสุเทพ-ปุย จังหวัดเชียงใหม่ ทำการแยกเชื้อบนอาหาร MA 2% ที่ผสม streptomycin และอาหาร Rose Bengal Agar ชิ้นส่วนที่นำมาแยกผ่านการฆ่าเชื้อโดยวิธี Triple Surface Sterilization พบว่าเชื้อราเหล่านี้สามารถสร้างกรดอินทรีย์ (organic acid) ซึ่งสามารถตรวจพบได้โดยวิธี Paper Chromatography และ Thin Layer Chromatography (TLC) จากนั้นทำการเลี้ยงเชื้อใน substrate ต่าง ๆ เช่น inulin, xylan, mannan, starch, fructose และ glucose บางไอโซเลทสามารถสร้างกรดอินทรีย์ได้ สำหรับชนิดและปริมาณที่พบแตกต่างกันไปขึ้นกับ substrate ที่ใช้

Naffa *et al.* (1998) ทำการแยกเชื้อราเอนโดไฟท์จากพืชตระกูลหญ้า 12 ชนิด พบเชื้อราเอนโดไฟท์ 3 genera คือ *Epichloe, Neotyphodium* และ *Acremonium* ในปีต่อมา Bacon *et al.* (1999) ได้แยกเชื้อราเอนโดไฟท์จากใบและลำต้นของหญ้า tall fescue และ ryegrass โดยเลี้ยงบนอาหาร Potato Dextrose agar (PDA) และCorn Meal Agar (CMA) ที่เติม streptomycin sulfate ปริมาตร 50 mg/ลิตร หรือ chloramphenicol 50 มิลลิกรัมต่อลิตร เชื้อราที่พบได้แก่ *Acremonium, Atkinsonell Balansia* และ *Epichloe* เป็นต้น และในปีเดียวกัน Lumyong *et al.* (1999) ได้รายงาน

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ผลการศึกษาและแยกเชื้อราเอนโดไฟท์จากไผ่ 13 ชนิด จากบริเวณมหาวิทยาลัยเชียงใหม่อุทยานแห่งชาติดอยสุเทพ-ปุย จังหวัดเชียงใหม่ และบ้านหาดเฟน จังหวัดพะเยา โดยนำมาฆ่าเชื้อที่ผิวด้วยวิธี Triple Surface Sterilization ได้เชื้อราจำนวนทั้งสิ้น 636 ไอโซเลท พบว่าเป็น Mycelia Sterilia มากที่สุด (97 ไอโซเลท) รองลงมาคือ *Fusarium* spp. เชื้อราที่พบเป็นอันดับ 3 คือ *Xylaria* spp. และ *Phoma* spp. ส่วนเชื้อราที่ไม่สามารถระบุชื่อหมายเลข 1, หมายเลข 2 และ *Colletotritrichum* พบมากเป็นอันดับ 4 *Phomopsis* spp., *Cladosporium* sp., *Artrinium* sp. และเชื้อราที่ไม่สามารถระบุชื่อหมายเลข 3 เชื้อราที่พบเพียงเล็กน้อยคือ *Arthrographic* sp., *Aspergillus* sp., *Chaetasbolisia* sp., *Curvularia* sp., *Cephalosporium* sp., *Drechslera* sp., *Harknessia* sp., *Helicon* sp., *Nigrospora* sp., *Papularia* spp., *Penicillium* sp., *Pestalotiopsis* sp., *Pithomyces* spp., *Syringospora* sp., เชื้อราในตระกูล *Xylariaceae* นอกจากนี้ยังพบเชื้อราที่ไม่สามารถระบุชื่อได้ใน Class Hyphomycetes และ Coelomycetes จำนวน 27 และ 3 กลุ่มย่อยตามลำดับ

Marshall *et al.* (1999) ได้ศึกษาและประเมินชนิดของเชื้อราเอนโดไฟท์ที่พบในข้าวสาลี *Triticum* spp. ในประเทศตุรกี พบเชื้อราเอนโดไฟท์ 2 genera คือ *Neotyphodium* spp. สามารถถ่ายทอดสู่รุ่นลูกได้ 100% แต่เชื้อรา *Acremonium* spp. ไม่สามารถถ่ายทอดได้

เลขา และคณะ (2544) ได้ศึกษาเชื้อราโรคพืชและราชนิดอื่น ๆ บนข้าวโพดและหญ้าหลายชนิดจากแหล่งต่าง ๆ โดยใช้วิธี tissue transplanting พบเชื้อราจำนวน 19 ชนิด ได้แก่ *Alternaria* sp., *Arthrinium* sp., *Beltrania rhombica*, *Bipolaris maydis*, *Curvularia lunata*, *C.eragrostidis*, *C.akaiiensis*, *C.pallescens*, *Curvularia* spp., *Drechslera australiansis*, *D.bicolor*, *D.carbonum*, *D.hawaiiensis*, *D.oryzae*, *D.turcica*, *Drechslera* spp., *Magnaporthe grisea*, *Nigrospora* spp. และ *Nodulosporium* sp. และได้ศึกษาเชื้อราเอนโดไฟท์ บนกล้วยไม้ดิน 3 ชนิด โดยใช้แอลกอฮอล์ 70% และ Clorox 10% แล้ววางบนอาหารเลี้ยงเชื้อ เชื้อราที่พบได้แก่ *Colletotrichum*, *Nodulosporium* และ Xylariaceae การศึกษาเชื้อราในดินบริเวณรอบรากกล้วยไม้จำนวน 5 ชนิด โดยวิธี soil plate โดยใช้เมล็ดข้าวเป็นเหยื่อล่อ พบเชื้อราจำนวน 24 ชนิด ได้แก่ *Aspergillus* sp., *Chaetomium* sp., *Cunninghamella echinulata*, *C.elegans*, *Eupenicillium* sp., *Fusarium* sp., *Gelasinospora* sp., *Gongronella* sp., *Hamigera* sp., *Monodictys* sp., *Mucor* sp., *Myrothecium verrucaria*, *Neurospora* sp., *Paecilomyces lilacinus*, *Papulospora immersa*, *P.irregularis*, *Penicillium rubrum*, *Phomopsis* sp., *Rhizopus stolonifer*, *Syncephalastrum*, *Talaromyces* sp., *Thielaviopsis* sp. และ *Trichoderma polysporum*

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ประโยชน์และความสำคัญของเชื้อราเอนโดไฟท์

เชื้อราเอนโดไฟท์ส่วนใหญ่นอกจากจะไม่เป็นอันตรายต่อพืชแล้วยังสามารถช่วยปกป้องพืชอาศัยจากการเข้าทำลายของแมลงศัตรูพืช โดยการสร้างสารพิษหรือผลิตภัณฑ์ที่มีพิษต่อแมลง ดังรายงานว่า Acremonium ซึ่งเป็นเชื้อราเอนโดไฟท์สามารถป้องกันสนามหญ้าให้พ้นจากการเข้าทำลายของแมลงได้ดี และก่อให้เกิดประโยชน์ระยะยาวคือ ทำให้สามารถทนทานต่อสภาพแวดล้อมที่เครียดและแห้งแล้งอีกทั้งยังทำให้เกิดความทนทานต่อโรคสูง (Carroll, 2000; Perini, 1991)

เชื้อราเอนโดไฟท์ส่วนใหญ่สามารถใช้ส่วนประกอบของเซลล์พืชในการสร้างเอนไซม์และสร้างองค์ประกอบที่ช่วยเร่งการเจริญเติบโตของพืช และและพบอีกว่าสารที่เชื้อราเอนโดไฟท์สร้างขึ้นสามารถใช้เป็นประโยชน์ในทางเภสัชกรรมหรือเกษตรกรรมได้ (Bacon, 1999)

เชื้อราเอนไฟท์ช่วยส่งเสริมการเจริญเติบโตของพืชและเพิ่มผลผลิต

Petrini และ Fisher (1988) ได้รายงานว่าผลของการแยกเชื้อราเอนโดไฟท์ และแบคทีเรียเอนโดไฟท์จากข้าวโพด พบเชื้อรา *Alternaria alternata* จำนวนมากที่ใบ และเชื้อรา *Aureobasidium pullulan* var. *melanigerum* พบมากที่เนื้อเยื่อผิว เมื่อทำการทดลองต่อไปพบว่าราเอนโดไฟท์ *Microdochium bolleyi* และ *Fusarium* spp. บางชนิดอาจเป็นเชื้อสาเหตุโรคพืชได้แต่อาจเป็น avirulent strain หรือ virulent strain ซึ่งไม่ทำให้พืชเกิดโรคเนื่องจากสภาพแวดล้อมหรือการเปลี่ยนแปลงทางนิเวศน์วิทยา

ดังรายงานของ Rice *et al.* (1990) ว่าได้ศึกษาผลของเชื้อราเอนโดไฟท์ต่อการผลิตข้าว พบว่าเมื่อปลูกเชื้อด้วยราเอนโดไฟท์ *Acremonium coenophialum* ทำให้ได้ข้าวที่มีคุณภาพและปริมาณของผลผลิตดีกว่าไม่ได้ปลูกด้วยเชื้อราเอนโดไฟท์ นอกจากนี้ Cook *et al.* (1991)ได้ทดลองปลูกเชื้อราเอนโดไฟท์ *A. lolii* ให้กับข้าวพบว่ารากข้าวมีขนาดใหญ่ขึ้น เชื้อราเอนโดไฟท์ทำให้พืชมีชีวิตที่ยาวนานขึ้น และเมื่อเปรียบเทียบความแข็งแรงของพืชอาศัยและเชื้อราเอนโดไฟท์เมื่ออยู่อย่างเป็นอิสระต่อกันกับเชื้อราที่อาศัยอยู่ในพืชในลักษณะเอนโดไฟท์ พบว่าเชื้อราเอนโดไฟท์ช่วยให้พืชเจริญเติบโตได้ดีขึ้น

Christiansen (1996) ได้แยกเชื้อราเอนโดไฟท์ *Azorhizobium canlinodans* จากพืช *Sesbania rostrata* และทำการปลูกเชื้อดังกล่าวให้กับรากของต้นข้าว พบว่าเชื้อราเอนโดไฟท์กระตุ้นให้รากข้าวเกิดการสร้างปุ่มปมขึ้น ทำให้พืชสามารถตรึงไนโตรเจนได้

Bush (1997) ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างพืชตระกูลหญ้ากับเชื้อรา *Epichloe* (ที่เป็นเชื้อราเอนโดไฟท์) หรือ *Neotyphodium* (ชื่อที่เรียกในระยะสืบพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศของ *Epichloe*)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ซึ่งแยกได้จากพืชตระกูลหญ้าเสมอ ๆ ราชนิดนี้สามารถส่งเสริมการเจริญเติบโตให้แก่พืชอาศัย และสามารถปกป้องพืชอาศัยจากปัจจัยต่าง ๆ ที่ทำให้สภาพแวดล้อมอยู่ในสภาวะเครียดได้ นอกจากนี้ยังทำให้พืชอาศัยต้านทานต่อแมลงที่กินพืชเป็นอาหาร (herbivore) ต้านทานเชื้อสาเหตุโรคพืชและไส้เดือนฝอยศัตรูพืช ทำให้เกิดความต้านทานและเพิ่มความสามารถในการแข่งขันในการใช้พื้นที่อาศัยและการใช้อาหารสูงขึ้น แต่กลไกระหว่างพืชอาศัยกับเชื้อราเอนโดไฟท์ยังไม่ทราบแน่ชัด อย่างไรก็ตามพบว่ามีการสร้างสาร alkaloids 4 กลุ่ม ได้แก่ lolitrems, peramine, ergot alkaloids และ lolines ในพืชที่มีราเอนโดไฟท์อาศัยอยู่

Yanni *et al.* (1997) ทำการแยกเชื้อราเอนโดไฟท์จากรากของข้าว (*Oryza sativa*) พบเชื้อ *Rhizobium legumimosarum* bv. *trifolii* และศึกษาพบว่า เชื้อราชนิดนี้สามารถเพิ่มอัตราการเจริญของยอดและรากข้าวและช่วยในการเพิ่มปริมาณผลผลิตข้าวซึ่งเป็นผลจากการช่วยตรึงไนโตรเจน

Clay (2001) พบว่าเชื้อราเอนโดไฟท์ (family: Clavicipitaceae, Ascomycetes) ที่อาศัยในพืชตระกูลหญ้าหลายชนิดมักสร้างสาร alkaloids ซึ่งสามารถพบได้ในเนื้อเยื่อของพืชอาศัย และทำให้พืชอาศัยนั้นมีความเป็นพิษต่อแมลงจำพวกกินพืชเป็นอาหาร (herbivore) และจากผลการทดลองพบว่าพืชอาศัยที่ถูกปลูกด้วยเชื้อราเอนโดไฟท์จะมีการเจริญเติบโตและให้ผลผลิตเพิ่มขึ้น

การควบคุมโรคและแมลงศัตรูพืชโดยชีววิธีด้วยเชื้อราเอนโดไฟท์

การนำจุลินทรีย์มาใช้ป้องกันการเกิดโรคพืชนั้น มีการศึกษามานานแล้ว โดยเริ่มจากการพบปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นตามธรรมชาติที่มีความสมดุลของปริมาณสิ่งมีชีวิตชนิดต่าง ๆ ที่มีการควบคุมกันเอง ต่อมาเมื่อมีการค้นคว้าวิจัยเพิ่มมากขึ้น จึงพบว่าผลของการใช้สารเคมีที่ใช้ป้องกันกำจัดโรคนั้น มีผลตกค้างในดินและเป็นปัญหาต่อสภาพแวดล้อม ทำให้เชื้อโรคพืชสามารถปรับตัวให้สามารถต้านทานหรือดื้อต่อสารเคมีป้องกันกำจัดโรคพืชได้ (ศิริพงษ์และรัศมี, 2539) โรคพืชส่วนใหญ่เกิดจากเชื้อราเป็นสาเหตุ เชื้อราต่างๆ มักจะมีศัตรูธรรมชาติอยู่แล้ว จึงมีการศึกษาการใช้เชื้อราปฏิปักษ์ในการควบคุมเชื้อราสาเหตุโรคพืช ซึ่งเชื้อราปฏิปักษ์บางชนิดได้มีการผลิตในรูปการค้าแล้ว และให้ประสิทธิภาพดีในการควบคุมโรค เช่น *Trichoderma* และ *Gliocladium* เป็นต้น ยังมีเชื้อราอีกหลายชนิดที่สามารถพัฒนามาเป็นเชื้อราปฏิปักษ์ได้ แต่ยังต้องได้รับการพัฒนาและปรับปรุงสายพันธุ์ต่อไป (Hermann *et al.*, 1981)

Clay (1989) พบว่าเชื้อราเอนโดไฟท์อยู่ในส่วนต่าง ๆ ของพืชตระกูลหญ้า ได้แก่ ใบ ต้น และเมล็ด การทดลองในห้องปฏิบัติการและในแปลงทดลอง พบว่าพืชที่ได้รับการปลูกด้วยเชื้อราเอนโดไฟท์ จะมีความต้านทานต่อโรคและแมลงสูงกว่าพืชที่ไม่ได้รับการปลูกเชื้อรา ต่อมา McGee *et al.* (1991) ได้รายงานผลการแยกเชื้อรา *Acremonium strictum* จากพืชได้แก่ rye grass, kiluyn

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

และพืชอื่น ๆ ในตระกูล Pennisetum พบว่า *A. strictum* 2 ไอโซเลท สามารถยับยั้งอัตราการเจริญเติบโตของเชื้อรา 5 ชนิด ที่ทำให้เกิดโรคในพืชตระกูลหญ้าในห้องทดลอง และได้ทดสอบสารสกัดจาก culture ของ *A.strictum* พบว่าสามารถยับยั้งการเจริญของเชื้อราและมีผลต่อการเจริญของเส้นใย (hyphal elongation) ของเชื้อราทั้ง 5 ชนิด

Belanger (1996) ได้ศึกษาเชื้อราเอนโดไฟท์ของหญ้า forage grass (*Festuca arundinacea* Schreb.) และหญ้า tall fascue พบเชื้อราเอนโดไฟท์ *Acremonium coenophialum* ซึ่งเชื้อรานี้สามารถเพิ่มความแข็งแรงให้กับต้นหญ้าได้ โดยทำให้ต้นหญ้า tall fascue สามารถทนทานต่อโรคและแมลงได้ดี ต่อมา Berg and Lottmann (1999) รายงานว่าสามารถใช้เชื้อรา *A. Coenophialum* ในด้าน การควบคุมโรคโดยชีววิธี (biological control) ได้ดี แต่เชื้อราสร้างสาร "antimammation ergot alkaloid" ซึ่งมีอันตรายเมื่อนำไปใช้เป็นอาหารสัตว์

Denielsen and Jensen (1999) ทำการแยกเชื้อราเอนโดไฟท์จากพืชตระกูลหญ้า ข้าวโพด และข้าว พบเชื้อรา 32 ไอโซเลท แล้วทำการคัดเลือกเชื้อราที่เป็นปฏิปักษ์ต่อเชื้อรา *Fusarium verticillioides* ซึ่งเป็นเชื้อราสาเหตุของโรคลำต้นเน่าของข้าวโพด พบว่าต้นข้าวโพดที่ปลูกด้วยเชื้อราเอนโดไฟท์ 6 ไอโซเลทที่คัดเลือกได้ทำให้ต้นข้าวโพดเกิดอาการ necrosis น้อยกว่าชุดควบคุมซึ่งปลูกด้วยเชื้อราสาเหตุเพียงอย่างเดียว แต่พบว่ามีเพียง 1 ไอโซเลท คือ *Trichoderma koningii* S8 สามารถลดอาการ stalk necrosis ได้ แต่ไม่มีไอโซเลทใดเลยที่สามารถยับยั้งอาการ necrosis ได้ ทั้งนี้เชื้อรา *F.verticillioides* เป็นเชื้อราที่มีความรุนแรงและสามารถปรับตัวให้อยู่กับข้าวโพดได้ เป็นอย่างดี

Narisawa *et al.* (2000) ได้ใช้เชื้อราเอนโดไฟท์ *Hetroconium chaetospira* ที่แยกได้จากรากต้นกล้าของผักกาดขาวปลี (Chinese cabbage) ลงไปในกล้าของผักกาดขาวปลี พบว่าหลังจากที่ย้ายกล้าไปปลูก 3 เดือน สามารถลดอาการ club root ได้ 59-97% และลดอาการ Verticillium yellow ได้ 49-67% เมื่อเปรียบเทียบกับชุดควบคุม เชื้อรา *H.chaetospira* นี้ไม่ทำให้พืชเกิดโรคและสามารถเจริญเติบโตในต้นพืชได้ 18 ชนิด ซึ่งแสดงให้เห็นว่ามีเอนโดไฟท์ในพืชอาศัยหลายชนิดที่สามารถนำไปใช้ในการควบคุมโรคโดยชีววิธีได้อย่างมีประสิทธิภาพ เช่นใช้ในการควบคุมโรค club root และ Verticillium yellow ได้

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved