บทที่ 2

การตรวจเอกสาร

ผักกลุ่มผักกาด (Mustard group) (ไฉน, 2542)

ผักกลุ่มผักกาด (Mustard group) จัดอยู่ในตระกูลครูซิเฟอร์ (Cruciferae) เป็นพืชพวกที่มีธาตุกำมะถันและวิตามินซีสูง มีความสำคัญมากที่สุดในทางเกษตร บางชนิดปลูกเพื่อใช้เป็นผักสำหรับบริโภค ใช้ทำน้ำมัน (Oilseed) ใช้เป็นหญ้าอาหารสัตว์ (Forage) ปุ๋ยพืชสดและเครื่องปรุงรส (Condiment) ผักกลุ่มผักกาดส่วนมากเป็นพืชผักที่สำคัญของเขตเอเชีย เช่น ประเทศจีน ญี่ปุ่น ไต้หวันและไทย สามารถใช้ประโยชน์ทั้งในรูปผักสด หรือด้านอุตสาหกรรมแปรรูป เป็นพืชผักกลุ่มที่ถูกพัฒนาขึ้นมากมายหลายชนิด แต่ผักชนิดที่มีความสำคัญต่อทางเศรษฐกิจของไทย คือ

1. ผักกาดขาวปลี (Chinese cabbage)
2. ผักกาดเขียวกวางตุ้ง (Chinese green mustard)
3. ผักกาดเขียวปลี (Leaf mustard)

การจัดผักทั้ง 3 ชนิด อยู่กลุ่มเดียวกัน เป็นการจัดโดยยึดรูปร่างลักษณะและการใช้ใบเป็นประโยชน์เป็นเกณฑ์ แต่ความจริงแล้ว ผักกาดขาวปลีกับผักกาดเขียวกวางตุ้งเท่านั้น ที่มีจำนวนโครโมโซมเท่ากันคือ 10 คู่ และมี Genome เหมือนกัน คือ a และจัดอยู่ในกลุ่มพวก *Brassica campestris* ส่วนผักกาดเขียวปลีมีโครโมโซมเท่ากับ 18 คู่ และมี Genome เป็น ab ถูกจัดอยู่ในกลุ่มพวก *Brassica juncea*

ลักษณะทางพฤกษศาสตร์

<u>ราก</u> (Root) ส่วนมากเป็นระบบรากแก้ว (tap root system) สามารถหยั่งลึกประมาณ 15 -30 เซนติเมตร มีหน้าที่พยุงและค้ำจุนลำต้น รวมทั้งเป็นแหล่งกำเนิดรากฝอย เพื่อทำหน้าที่ดูดน้ำและแร่ธาตุอาหารมาเลี้ยงส่วนต่างๆ ของลำต้น

<u>ลำต้น</u> (Stem) ส่วนใหญ่มีลักษณะตั้งตรง ข้อสั้นหรือถี่ เนื้อแน่น

<u>ใบ</u> (Leaves) มีลักษณะทั้งกลม ยาวและยาวรี แผ่นใบเรียบ บางชนิดมีขนปกคลุมในระยะกล้าหรือทุกระยะเจริญเติบโต จนกระทั่งเก็บเกี่ยว ขอบใบเรียบหรือยักลึก ตั้งตรง สีเขียวอ่อนถึงเขียวเข้ม

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ดอก (Flower) ช่อดอก มีลักษณะแบบ raceme เกิดตรงปลายสุดของลำต้นและกิ่งแขนง ประมาณ 5-30 ช่อต่อต้น แต่ละช่อมีดอกย่อยประมาณ 20 ดอกขึ้นไป ซึ่งมีลักษณะเป็นดอกสมบูรณ์เพศคือ มีทั้งเกสรตัวผู้ และตัวเมียอยู่ในดอกเดียวกัน แต่ผสมตัวเองไม่ติด (self - incompatibility)

ฝัก (Siligue) มีสีน้ำตาลอ่อนหรือเหลืองและน้ำตาลเมื่อแก่จัด โดยจะเริ่มแก่จากด้านล่างของช่อดอกขึ้นไป ฝักมีขนาดความยาว 2-6 เซนติเมตร

เมล็ด (Seed) มีสีน้ำตาล สีน้ำตาลเข้มและดำ มีจำนวน 1-20 เมล็ดต่อฝัก

ผักกาดขาวปลี (Chinese cabbage)

ผักกาดขาวปลี มีชื่อภาษาอังกฤษว่า Chinese cabbage (ภาพ 1) ชื่อวิทยาศาสตร์ *Brassica campestris* var. *pekinensis* (Lour) Olsson เป็นผักพื้นเมืองในแถบเอเชียตะวันออก มีต้นกำเนิดมาจาก *B. campestris* ซึ่งสันนิษฐานว่ามีแหล่งกำเนิดในเขตเมดิเตอร์เรเดียน ต่อมาได้ถูกนำไปปลูกในแถบยุโรปตอนเหนือและพัฒนาเป็นพืชน้ำมัน เมื่อประมาณ 2,000 ปีล่วงมาได้ถูกนำเข้าประเทศจีน นำมาใช้เป็นอาหาร พืชผักชนิดนี้ได้เปลี่ยนแปลงไปจากเดิมเป็นหลาย subspecies

ภาพ 1 ลักษณะของผักกาดขาวปลี (Chinese cabbage)

ความสำคัญของผักกาดขาวปลี

1. ความสำคัญทางเศรษฐกิจ เป็นพืชผักที่มีความสำคัญชนิดหนึ่งของประเทศไทย ทั้งใช้เป็นอาหารประจำวันและส่งจำหน่ายต่างประเทศ

2. ความสำคัญทางคุณค่าอาหาร ปลีที่มีสีขาวอวบ รสหวานกรอบ เป็นที่นิยมของผู้บริโภค ใช้ประโยชน์ได้ทั้งเป็นผักสด ผักต้มประกอบอาหารชนิดต่างๆ รวมทั้งอุตสาหกรรมแปรรูป เช่น ผักตากแห้งและกิมจิ ซึ่งผักกาดขาวปลี มีวิตามินซีและเอ ธาตุแคลเซียมและฟอสฟอรัส และเส้นใยสูง

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

การจำแนกพันธุ์ผักกาดขาวปลี

ผักกาดขาวปลีมีความแตกต่างกันไปตามลักษณะรูปร่างของปลี พันธุ์ที่นิยมปลูกในประเทศไทยแบ่งได้ 3 พวกใหญ่ๆ

1. พวกปลียาว ปลีมีลักษณะทรงสูง รูปไข่ ได้แก่ พันธุ์มิชิลีหรือผักกาดหางหงส์ ผักกาดโสภณ ผักกาดขาวปลีฝรั่ง เป็นต้น

2. พวกปลีกลม ปลีมีลักษณะทรงสั้นและอ้วนกลมกว่าพวกปลียาว ได้แก่ พันธุ์ซาลาเดีย ไฮบริด พันธุ์ทรอปิคคอล ไพรด์ ไฮบริด ฯลฯ ส่วนใหญ่เป็นพันธุ์เบา มีอายุสั้น

3. พวกปลีหลวมหรือไม่ห่อปลี ส่วนมากเป็นผักพื้นเมืองของเอเชีย ผักกาดขาวพวกนี้มักไม่ห่อเป็นปลี สามารถปลูกได้แม้อากาศไม่หนาว ฝนตกชุก ได้แก่ พันธุ์ผักกาดขาวใหญ่ (อายุ 45 วัน) ผักกาดขาวธรรมดา (อายุ 40 วัน) เป็นต้น

ผักกาดกวางตุ้ง (Pakchoi)

ผักกาดกวางตุ้ง (Pakchoi) (ภาพ 2) มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Brassica campestris* var. *chinensis* (Rupr) Olsson มีแหล่งกำเนิดอยู่ในประเทศจีน

ภาพ 2 ลักษณะของผักกาดฮ่องเต้ (Green petiole)

ความสำคัญของผักกาดกวางตุ้ง

1. ความสำคัญทางเศรษฐกิจ มีแหล่งกำเนิดในประเทศจีน แต่กลายเป็นพืชผักพื้นเมืองของประเทศไทยเป็นเวลานาน

2. ความสำคัญทางคุณค่าอาหาร เป็นพืชผักที่มีวิตามินสูง โดยเฉพาะอย่างยิ่งวิตามินเอและซี นอกจากนี้ยังมีธาตุอาหารพวกแคลเซียมและฟอสฟอรัสสูงอีกด้วย

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

การจำแนกพันธุ์ผักกาดกวางตุ้ง

ผักกาดที่จัดเป็นพวกผักกาดกวางตุ้ง แบ่งออกได้เป็น 4 ชนิด คือ

1. ผักกาดเขียวกวางตุ้ง (*B. campestris* ssp. *chinensis* var. *parachinensis* (Bailey) Tsen & Lee) โดยทั่วไปเรียกว่า Kuang futsei, Chinese green mustard ผักกาดชนิดนี้มีลักษณะสำคัญเด่นชัด คือ ก้านใบเขียว หนาจนเกือบกลม ปลายใบมนไม่ห่อหัว

2. ผักกาดขาวกวางตุ้ง (*B. campestris* ssp. *chinensis* var. *chinensis*) เรียกว่า White kuang futsei ผักกาดขาวกวางตุ้งเป็นพวกที่มีก้านใบสีขาว ทั้งกลมและแบน แผ่นใบเขียวเข้ม ไม่ห่อหัว นอกจากนี้ยังได้รวมเอาพวกพันธุ์ก้านสั้น ซึ่งได้แก่ ผักกาดฮ่องเต้ ไว้ในกลุ่มนี้ด้วย เพราะมีลักษณะคล้ายกัน แต่สีของใบมีลักษณะเป็นสีเขียวจางหรือก้านแบน

3. ผักกาดดอก (*B. campestris* ssp. *chinensis* var. *rosularis*) พวกนี้เป็นผักคล้ายผักกาดเขียวกวางตุ้ง ก้านจะเล็กกว่า ออกดอกเร็วกว่า ได้แก่ ผักกาดจ้อน ซึ่งรวมทั้งผักกาดขาวแบะ (Chinese flat cabbage)

4. ผักกาดพื้นเมืองของจีน (*B. campestris* ssp. *chinensis* var. *utilis* Tsen & Lee) ผักกาดชนิดนี้ปลูกเพื่อนำมาสกัดน้ำมัน เพื่อใช้ในการหุงต้มและใช้เป็นน้ำมันจุดตะเกียง เป็นผักกาดดอกสีเหลือง มีอยู่หลายพันธุ์ด้วยกัน

โรคที่เกิดกับต้นอ่อนหรือกล้าผัก (Disease of vegetable seedling) (ศศิธร, 2545)

โรคเน่าคอดิน (Damping-off)

โรคเน่าคอดินเป็นโรคที่สร้างความเสียหายอย่างมากแก่พืชในระยะกล้า โดยเฉพาะอย่างยิ่งกล้าของผักต่างๆ แทบทุกชนิด

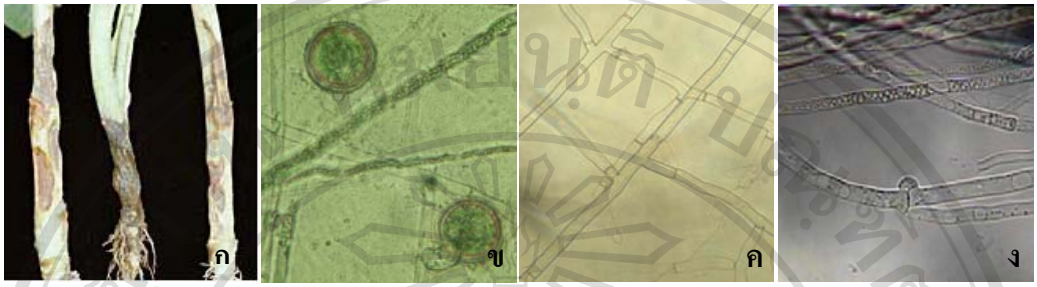
ลักษณะอาการ โรคเน่าคอดิน แบ่งได้ 2 ระยะ คือ

Pre-emergence damping-off or seed rot: เชื้อโรคเข้าทำลายเมล็ดพืชตั้งแต่ก่อนงอก ทำให้เมล็ดเน่า (seed rot) หรือทำลายหลังจากที่เมล็ดงอกเป็นต้นอ่อนแล้ว แต่ยังไม่ทันโผล่พ้นดินขึ้นมาก็เน่าตายเสียก่อน ลักษณะที่พบเสมอในกระบะหรือแปลงเพาะกล้าคือ หลังจากที่หว่านเมล็ดพืชลงไป มีต้นกล้างอกขึ้นมาไม่สม่ำเสมอ หายไปเป็นหย่อมๆ

Post-emergence damping-off: เชื้อโรคเข้าทำลายหลังจากที่ต้นกล้างอกโผล่พ้นดินขึ้นมาแล้ว โดยอาการเริ่มแรกจะเกิดรอยช้ำใสๆ ที่บริเวณโคนของต้นกล้า รอยช้ำจะแผ่ขยายออกรอบโคนต้นและกลายเป็นสีน้ำตาล เนื้อเยื่อช่วงนี้จะคอดลง ทำให้ต้นกล้าหักพับที่ระดับคอดิน ลักษณะที่พบในกระบะหรือแปลงเพาะกล้าคือ ต้นกล้าจะเหลืองซีด และฟุบตายเป็นหย่อมๆ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

สาเหตุโรค เกิดจากเชื้อราในดินหลายสกุล ได้แก่ *Pythium aphanidermatum*, *Rhizoctonia solani* และ *Sclerotium rolfsii* (ภาพ 3)



ภาพ 3 อาการของโรคเน่าคอดิน (ก) และลักษณะเชื้อราสาเหตุของโรค; เชื้อรา *Pythium* sp. (ข) เชื้อรา *Rhizoctonia* sp. (ค) และเชื้อรา *Sclerotium* sp. (ง)

โรคเน่าคอดิน มักพบในระยะกล้าของพืชผัก เกิดจากเชื้อราสาเหตุหลายชนิด เช่น *Pythium* spp., *Rhizoctonia* sp., และ *Fusarium* sp. เป็นต้น เมื่อต้นกล้าในแปลงเพาะถูกเชื้อโรคเข้าทำลาย จะล้มเป็นหย่อมๆ เนื่องจากเชื้อราจะเข้าทำลายต้นกล้าตรงระดับผิวดิน ทำให้เนื้อเยื่อบริเวณนั้นเป็นแผลเน่าและหักล้ม หากเป็นราชั้นต่ำ อาจจะพบเส้นใยของเชื้อราเจริญบริเวณแผลและบนผิวดินฟูขึ้นมา สภาพแวดล้อมที่เหมาะสมต่อการเกิดโรค ได้แก่ สภาพดินแน่น ระบายน้ำไม่ดี หว่านเมล็ดแน่นเกินไป ความชื้นสูงมากไป หากเกิดโรคหลังย้ายปลูก อาจเกิดจากการบอบช้ำของต้นกล้าแปลงปลูกเตรียมไม่ดี สำหรับการป้องกันกำจัดนั้น ควรใช้เมล็ดที่ปลอดเชื้อหว่านเป็นแถวอย่าให้แน่นเกินไป เตรียมวัสดุปลูกให้ปลอดเชื้อ หรือการเพาะกล้าลงในกระบะ (นุชนารถ, 2549)

การเพาะกล้า (ศูนย์เรียนรู้การผลิตเห็ดเศรษฐกิจ, ไม่ระบุปีที่ตีพิมพ์)

การเพาะกล้าสามารถทำได้ 3 วิธี คือ

1. การเพาะกล้าในภาชนะหรือกระบะเพาะ เช่น ลังไม้ กระทง กระบะพลาสติก ถ้วยกระดาษ ถาดเพาะหรืออื่นๆ ที่มีขนาดพอเหมาะ น้ำหนักเบา ไม่ผุง่าย หาง่าย และราคาถูก สำหรับวัสดุเพาะขึ้นอยู่กับชนิดของพืชผักอาจใช้ดินอย่างเดียว ดินผสมปุ๋ยหมัก (1:1) ดินผสมปุ๋ยคอก (3:1) ทรายผสมขุยมะพร้าว (1:1) ทรายผสมขุยมะพร้าวและปุ๋ยคอก (1:1:1) หรือวัสดุผสมอื่นๆ ลงในภาชนะหรือถาดเพาะ รดน้ำแล้วหยอดเมล็ดลงตามหลุมแล้วเกลี่ยวัสดุเพาะกล้ากลบเมล็ด รดน้ำวันละ 2 ครั้ง/วัน อย่าให้แฉะ อายุกล้าที่เหมาะสม 25-30 วัน สามารถย้ายกล้าลงแปลงปลูกได้ต่อไป ซึ่งการเพาะกล้าในภาชนะเหมาะกับเมล็ดพันธุ์ผักที่มีราคาแพงและหายาก งานที่ต้องการความละเอียด

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

และประณีต ต้องการกล้าจำนวนไม่มากนัก ต้องการใช้วัสดุอื่นเป็นเครื่องเพาะ เช่น ทราย ขุยมะพร้าว เป็นต้น ต้องการหลีกเลี่ยงความเสียหาย เช่น การเพาะกล้าในฤดูฝน ควรเพาะในภาชนะและเก็บไว้ในโรงเรือน

2. การเพาะเมล็ดลงในกระบะทราย เตรียมกระบะพลาสติกหรือไม้ ขนาดกว้าง 40 เซนติเมตร ยาว 60 เซนติเมตร สูง 10 เซนติเมตร ที่มีรูระบายน้ำด้านล่างแล้วรองด้วยกระดาษหนังสือพิมพ์หนึ่งชั้น ใส่ทรายความหนาประมาณ 2-3 นิ้ว รดน้ำให้ชุ่ม ทำร่องลึกประมาณ 1 เซนติเมตร ให้ห่างกันแถวละ 5 เซนติเมตร โรยเมล็ดลงไปและการโรยเมล็ดลงในร่องไม่ควรโรยให้แน่นเกินไป จากนั้นกลบร่อง รดน้ำให้ชุ่มหมั่นดูแลอย่าให้ทรายแห้ง หลังจากหยอดเมล็ดได้ 7-10 วัน ต้นกล้าจะมีใบเลี้ยง 2 ใบ สามารถย้ายลงปลูกในกระบะกล้าต่อไป

3. การเพาะกล้าในแปลงเพาะ ใช้กับเมล็ดพันธุ์ผักที่หาง่าย ราคาถูก และสามารถเพาะได้เป็นจำนวนมาก วิธีการคือเตรียมแปลงกล้าขนาดกว้าง 1 เมตร ความยาวแล้วแต่พื้นที่ ปรับหน้าดินให้ละเอียด คลุกเคล้าด้วยปุ๋ยคอก เพื่อให้ดินร่วนซุย จากนั้นทำการหว่านเมล็ดลงในแปลงเพาะให้ทั่วและสม่ำเสมอกัน หลังหว่านเมล็ดเสร็จใช้แกลบโรยหรือใช้ฟางข้าวกลบ และควรทำหลังคาเพื่อป้องกันฝนตก การดูแลต้นกล้า ควรรดน้ำอย่าให้ขาด กำจัดวัชพืชโดยการถอนหญ้าฉีดพ่นยาเมื่อมีแมลงและศัตรูรบกวน เมื่อต้นกล้าอายุ 25-30 วัน สามารถย้ายปลูกลงในแปลงปลูกได้

การเลือกที่และการเตรียมแปลงเพาะ ควรเลือกบริเวณที่ดินมีความอุดมสมบูรณ์สูง อยู่ใกล้ที่พัก ไม่เป็นแหล่งสะสมโรคและแมลง ต้องกำจัดวัชพืชออกให้หมดและปรับดินให้เรียบ สำหรับการเตรียมดิน ควรขุดดินตากไว้ 7-10 วัน เตรียมดินให้ละเอียดก่อนเพาะหรือหว่านเมล็ด วางแนวแปลงเพาะให้อยู่แนวทิศเหนือ-ใต้ เพื่อให้ได้รับแสงตลอดวัน หลังเพาะหรือหว่านเมล็ด ควรนำดินละเอียดหว่านทับอีกครั้ง และรดน้ำให้ชุ่ม

ข้อดีของการเพาะกล้า

1. ประหยัดเมล็ดพันธุ์
2. สามารถดูแลรักษาได้อย่างทั่วถึง เพราะแปลงเพาะมีขนาดเล็ก สามารถทำใกล้ที่อยู่อาศัยได้
3. สามารถกำหนดระยะเวลาปลูกได้ตามต้องการ
4. ทุ่นเวลาและค่าใช้จ่ายในการถอนแยก

วัสดุเพาะควรมีคุณสมบัติดังนี้

1. โปร่ง อากาศถ่ายเท ระบายน้ำได้ดี อุ้มน้ำพอสมควร
2. ธาตุอาหารเพียงพอตลอดอายุกล้าผัก
3. น้ำหนักเบาสะดวกในการเคลื่อนย้าย
4. ปราศจากโรคแมลงและสารเป็นพิษ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

จุลินทรีย์เอนโดไฟท์ (Bacon and White, 2000)

จุลินทรีย์เอนโดไฟท์ (Endophytic microbe) เป็นจุลินทรีย์ที่อาศัยอยู่ในเนื้อเยื่อพืช ทั้งพืชบกและพืชน้ำ โดยที่ไม่ก่อให้เกิดโรคต่อพืชอาศัย จุลินทรีย์เอนโดไฟท์มีทั้งเชื้อราเอนโดไฟท์และแบคทีเรียเอนโดไฟท์ ส่วนใหญ่เชื้อราเอนโดไฟท์จะได้รับความสนใจในการศึกษาที่กว้างขวางกว่า ทำให้มีข้อมูลเกี่ยวกับเชื้อราเอนโดไฟท์ที่สัมพันธ์กับพืชอาศัยมากมาย นอกจากนี้ยังมีรายงานว่า เชื้อราบางชนิดสามารถผลิตสารที่นำมาใช้ประโยชน์ในด้านการเกษตรกรรมและเภสัชกรรม ส่วนแบคทีเรียเอนโดไฟท์ (นิตยา และสายสมร, 2543) เป็นแบคทีเรียที่มีช่วงใดช่วงหนึ่งของวงชีวิตอาศัยอยู่ในเนื้อเยื่อพืช เป็นกลุ่มเอนโดไฟท์ที่ได้รับการศึกษาน้อย มีรายงานถึงการผลิตสารในกลุ่มของสารปฏิชีวนะในแบคทีเรียเอนโดไฟท์น้อยมาก แต่จากคุณสมบัติที่เด่นของแบคทีเรีย คือมีการแบ่งตัวเร็วกว่าเชื้อรา

แอคติโนมัยซีส (Waksman, 1976; Kalakoutskii and Agre, 1976; Mendez *et al*., 1985)

แอคติโนมัยซีสเป็นกลุ่มจุลินทรีย์เซลล์เดียว และเป็นแบคทีเรียแกรมบวก มีขนาดประมาณ 0.5-1.0 ไมโครเมตร เมื่อเจริญบนอาหารแข็งจะแตกกิ่งออกไปเป็นเส้นสายชนิดเดียวหรือสองชนิด เรียกว่า primary (substrate) mycelium และ secondary (aerial) mycelium ตามลำดับ ซึ่ง substrate mycelium เกิดขึ้นก่อนบนอาหารและแทงเข้าไปในอาหาร เพื่อนำสารอาหารไปใช้ได้อย่างเต็มที่เมื่อโคโลนีเจริญขึ้นส่วน aerial mycelium เกิดขึ้นภายหลังและยื่นไปในอากาศ เพื่อทำหน้าที่หลักคือสืบพันธุ์ aerial mycelium จะสร้างขึ้นในสภาวะพิเศษ เช่น ขาดน้ำ ขาดอาหาร หรือมีการสะสมของ inhibition compound ดังนั้น aerial mycelium จึงต้องมี hydrophobic sheath เพื่อป้องกันการสูญเสียน้ำ แอคติโนมัยซีสสืบพันธุ์โดยวิธีการ fission สร้างสปอร์พิเศษหรือคอนิเดียที่ไม่เคลื่อนที่ แต่มีบางสกุลสร้างสปอร์ที่เคลื่อนที่ได้ เชื้อแอคติโนมัยซีสมีความสัมพันธ์ใกล้เคียงกับแบคทีเรียที่แท้จริงทั้งขนาด 1 ไมโครเมตร มีเซลล์เป็นแบบ prokaryote และผนังเซลล์ประกอบด้วย peptidoglycan (N-acetyl glucosamine เชื่อมกับ N-acetyl muranic acid, L-2,6 diaminoqimelic acid, glutamic acid, glycine และ alanine) แยกความแตกต่างของแต่ละสกุลโดยใช้ลักษณะทางสัณฐานวิทยาและองค์ประกอบของผนังเซลล์ แอคติโนมัยซีสส่วนใหญ่เป็นพวก aerobe บางสกุลเป็น facultative anaerobe หรือ obligate anaerobe บางสกุลเป็นเชื้อสาเหตุก่อโรคในมนุษย์ สัตว์ และพืช และบางสกุลเป็น obligate symbiotic ในปมรากพืชและตรึงไนโตรเจนได้ เช่น สกุล *Frankia*

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

แอคติโนมัยซีส เป็นแบคทีเรียที่มีลักษณะสัณฐานวิทยาหลากหลาย ได้อาหารจากการย่อยสลายสารอินทรีย์ เจริญได้ดีที่อุณหภูมิปานกลาง 25-40 องศาเซลเซียส พบอยู่ทั่วทั้งในดิน น้ำ อากาศ แต่พบมากในดินที่เป็นด่างเล็กน้อย อุดมด้วยสารอินทรีย์ (Porter, 1971) แอคติโนมัยซีสเป็นเชื้อที่มีประโยชน์ทางการแพทย์และเภสัชกรรม เนื่องจากสามารถผลิตสารเมทาบอไลท์หลายชนิด เช่น ยาปฏิชีวนะที่มีความสำคัญทางการเกษตรและอุตสาหกรรม อีกทั้งยังมีความสำคัญทางนิเวศวิทยาอีกด้วย (Caruso *et al*., 2000)

ลักษณะแอคติโนมัยซีสที่คล้ายคลึงกับ Imperfect fungi (Kalakoutski and Agre, 1976)

1. เส้นใยของแอคติโนมัยซีสจะแตกสาขาคล้ายเส้นใยของเชื้อรา

2. แอคติโนมัยซีสหลายกลุ่มจะสร้างเส้นใยที่เจริญอยู่ในอาหาร (aerial mycelium) ซึ่งตรงปลายจะมีโคนิเดียคล้ายกับเส้นใยและสปอร์ของเชื้อรา

3. การเจริญของแอคติโนมัยซีสในอาหารเหลวไม่ค่อยทำให้ขุ่น อันเนื่องมาจากการเจริญแบบกลุ่มก้อน

4. การเพิ่มจำนวนของแอคติโนมัยซีสจะคล้ายกับเชื้อรา (apically) ส่วนการเพิ่มจำนวนของพวกแบคทีเรียจะเป็นแบบทวีคูณ (exponential)

ลักษณะของแอคติโนมัยซีสที่คล้ายกับแบคทีเรีย

1. มีขนาดและรูปร่างใกล้เคียงกัน คือจะมีเส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ 0.5-1.2 ไมโครเมตร

2. ส่วนที่ขาดเป็นท่อนๆ (fragment) จะมีลักษณะคล้ายคลึงกับแบคทีเรียในกลุ่ม Mycobacterium และ Coryne bacterium ไม่ว่าจะเป็นรูปร่าง การติดสีย้อมและลักษณะทางสรีระวิทยา

3. ถูกทำลายได้โดย bacteriophage และสารปฏิชีวนะประเภทเดียวกับที่ทำลายแบคทีเรีย

4. เป็นเซลล์ชั้นต่ำที่ยังไม่มีเยื่อหุ้มนิวเคลียส (prokaryotes)

5. ผนังเซลล์ไม่มีโคตินหรือเซลลูโลส แต่เป็นสารประกอบเชิงซ้อน (polymer) ของน้ำตาลกรดอะมิโน ซึ่งคล้ายกับผนังเซลล์แบคทีเรียแกรมบวก (Gram positive bacteria)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

การจัดจำแนกเชื้อแอคติโนมัยซีส

แอคติโนมัยซีส แบ่งออกได้เป็น 8 กลุ่มตาม Bergey's Manual of Determinative Bacteriology (Holt *et al*., 1994) ซึ่งได้แก่ กลุ่มที่ (group) 22 ถึงกลุ่มที่ 29 ซึ่งมีลักษณะที่สำคัญดังนี้

Group 22 Nocardioform Actinomycetes

เป็นกลุ่มที่มีลักษณะการสร้างเส้นใยสายสั้นๆ บางสกุลสร้าง aerial mycelium และอาจสร้างสปอร์เป็นสายโซ่ แยกความแตกต่างของแต่ละสกุลโดยใช้องค์ประกอบของผนังเซลล์และการผลิตกรดมายคอลิก (mycolic acid) ที่พบภายในเซลล์และลักษณะทางเคมีอื่นๆ ประกอบ แบ่งได้ 4 กลุ่มย่อย (subgroup) คือ

subgroup 1 Mycolic-containing bacteria

subgroup 2 Pseudonocardia และ related genera

subgroup 3 Nocardioides และ Terrabacter

subgroup 4 Promicromonospora และ related genera

Group 23 Genera with multilocular sporangia

แอคติโนมัยซีสในสกุลนี้สร้างเส้นใยที่มีผนังกั้นตามขวาง สปอร์ที่มีลักษณะทรงกลม อาจเคลื่อนที่ได้ เช่น *Dermatophilus* และ *Geodermmatophilus* หรือไม่เคลื่อนที่ เช่น *Frankia*

Group 24 Actinomycetes

สร้างเส้นใยที่คงทน (stable filament) อาจมี aerial mycelium น้อยถึงไม่มีเลย สร้างสปอร์ที่เคลื่อนที่ได้ อยู่ภายในสปอร์แรงเงีย (sporangia) เช่น ในสกุล *Actinoplanes, Ampullariella, Dactylosporangium* และ *Pilimelia* หรืออาจสร้างสปอร์เดี่ยวๆ ไม่เคลื่อนที่ เช่น Micromonospora หรือในบางกรณีสร้างสปอร์ที่เป็นสายโซ่สั้นๆ เช่น *Catrllaspola* ผนังเซลล์ของแอคติโนมัยซีสกลุ่มนี้ ประกอบด้วยสาร diaminopimelic acid แบบ *meso*-DAP และ เมื่อวิเคราะห์น้ำตาล พบว่าเป็นน้ำตาลพวก arabinose และ xylose

Group 25 Streptomycetes and related genera

เป็นกลุ่มที่มีลักษณะแตกต่างกัน มีผนังเซลล์ที่ประกอบไปด้วยสาร aminopimelic acid เป็นแบบ *L*-DAP และ glycine, aerial mycelium สร้างสปอร์ต่อกันเป็นสายโซ่ เช่นในสกุล *Streptomyces* และ *Streptoverticillium* ส่วนสกุลอื่นๆ เช่น *Intrasporangium, Kineosporia* และ *Sporichthya* สร้าง aerial mycelium น้อยหรือไม่สร้างเลยและสปอร์มีหลายรูปแบบ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

Group 26 Madolomycetes

มีการสร้างเส้นใยที่คงทนและสร้างสปอร์แบบไม่สามารถเคลื่อนที่ได้ เช่น ในสกุล *Microbispora* (สร้าง 2 spore/chain), *Microtetraspora* (สร้าง 4 spore/chain) และ *Actinomadura* (มากกว่า 4 spore/chain) ส่วนสกุลอื่นๆ สร้างสปอร์ในสปอร์แรงเจีย พบใน *Streptosporangium* ผนังเซลล์ของแอคติโนมัยซีสในกลุ่มนี้ประกอบด้วยสาร *meso*-DAP แอคติโนมัยซีสในกลุ่มนี้สามารถแบ่งได้เป็น 2 กลุ่มย่อย คือ

subgroup 1 *Streptosporangium* และ related genera

subgroup 2 *Actinomadura*

Group 27 Thermomonospora and related genera

มี aerial mycelium เป็นเส้นใยแบบคงทน สร้างสปอร์เป็นคู่ ซึ่งอยู่เดี่ยวๆ ทนต่ออุณหภูมิสูงได้ดี เช่น แอคติโนมัยซีสในกลุ่ม *Thermomonospora* กลุ่มที่สร้างสปอร์เป็นสายโซ่ พบใน *Actinosynnema* และ *Nocardiopsis* ในบางกลุ่มสร้างโครงสร้างที่คล้ายสปอร์แรงเจีย พบใน *Streptoalloteichus* ผนังเซลล์ของแอคติโนมัยซีสกลุ่มนี้ประกอบด้วย *meso*-DAP ไม่พบสาร amino acid และน้ำตาล

Group 28 Thermoactiomycetes

มีการสร้างเส้นใยที่คงทนและสร้างสปอร์แบบเดี่ยวๆ บน aerial mycelium และ substract filament แอคติโนมัยซีสในกลุ่มนี้พบเพียงแค่สกุลเดียวคือ *Thermoactiomycetes* ทุกสายพันธุ์ (species) เจริญได้ดีที่อุณหภูมิสูง (thermophilic) ผนังเซลล์ประกอบด้วยสาร aminopimelic acid แบบ *meso*-DAP แต่ไม่พบสาร amino acid หรือน้ำตาลชนิดอื่นๆ

Group 29 Other genera

แอคติโนมัยซีสในกลุ่มนี้มี 3 สกุล ซึ่งมีลักษณะไม่เหมือนกับแอคติโนมัยซีสในกลุ่มอื่นๆ สร้าง aerial mycelium ที่มีสปอร์เป็นสายโซ่ ไม่พบสาร mycolic acid ในเซลล์ ได้แก่ *Glycomyces, Kitasatosporia* และ *Saccharotrix*

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ลักษณะทางสัณฐานวิทยาของเชื้อแอคติโนมัยซีส

ลักษณะทางสัณฐานวิทยาของเชื้อแอคติโนมัยซีส (Lechevalier, 1968) ที่ใช้ในการศึกษา มีดังต่อไปนี้

1. เส้นใย (mycelium) แบ่งออกเป็น เส้นใยแบบคงสภาพและเส้นใยที่สามารถแตกหักย่อยสลายได้ ถ้ามีเส้นใยที่มีการแตกหักและมีอวัยวะที่ใช้ในการเคลื่อนที่ จัดเป็นสกุล *Oerskovia* spp. หรือมีการสร้างทั้ง substrate mycelium และ aerial mycelium ซึ่งพบได้ทั่วไป หรือเส้นใยอาจมีการสร้างเส้นใยเพียงแต่อย่างใดอย่างหนึ่ง ในบางสกุลอาจมีการสร้าง vesicle ภายในเส้นใยซึ่งมาใช่สปอร์บนเส้นใย

2. โคนิเดีย (conidia) หมายถึง สปอร์ที่เกิดจากการสืบพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศ ไม่ใช่ chlamydospore หรือ sporangiospore โดยสามารถแบ่งออกเป็น

a. การสร้างโคนิเดียเดี่ยวๆ พบในหลายสกุล เช่นในสกุล *Thermoactinomyces* สร้าง endospore ที่ทนต่ออุณหภูมิสูง พบในสกุล *Saccharorionospora*
b. การสร้างโคนิเดียต่อกันเป็นคู่ พบในสกุล *Microbispora* สร้างเฉพาะบน aerial mycelium เท่านั้น ในสกุล *Faenia* spp. อาจมีการสร้างคอนิเดียทั้งบน aerial และ substrate mycelium
c. การสร้างคอนิเดียเป็นสายสั้นๆ ต่อกันเป็นสายไม่เกิน 20 สปอร์ต่อสาย พบในสกุล *Nocardia, Pseudonocardia, Faenia, Saccharorionospora, Streptoverticillium, Sporichtha, Actinomadura, Microtetraspora, Streptoallateichus* และ *Glycomyces*
d. การสร้างคอนิเดียเป็นสายยาว พบในสกุล *Nocardia, Pseudonocardia, Saccharopolyspora, Actinopolyspora, Streptomyces, Streptoverticillium, Actinosynnema, Nocardiopsis, Streptoallateichus, Kibdelosporangium, Kitasatosporia, Glycomyces, Sccharothrix* และ *Amycolatopsis*

3. สปอร์แรงเจีย (sporangia) ภายในบรรจุสปอร์ที่เกิดจากการพัฒนาของผนังเซลล์ใน aerial mycelium พบในสกุล *Actinoplanes, Ampullariella, Pilimelia, Dactylosporangium, Planobispora, Planomonospara, Spirillospora* และ *Streptosporangium*

4. โครงสร้างอื่นๆ ที่แอคติโนมัยซีสสร้างขึ้น ในบางสกุลอาจสร้าง synnemata และสร้างสปอร์อยู่ภายใน พบในสกุล *Actinosynnema* การสร้างโครงสร้างที่เรียกว่า multilocular

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

sporangia ซึ่งมีสายของสปอร์ขดเป็นวงม้วนอยู่ภายใน พบในสกุล *Kibdelosporangium* ส่วน *Streptomyces* มีการสร้างโครงสร้างที่เรียกว่า sclerotia คล้ายกับในเชื้อรา

การตรวจวิเคราะห์ทางเคมีซึ่งมีความจำเป็น เพื่อใช้แยกความแตกต่างระหว่างแอคติโนมัยซีสที่มีลักษณะสัณฐานวิทยาคล้ายคลึงกันหรือในกรณีที่ไม่มีการสร้างสปอร์ ความแตกต่างกันขององค์ประกอบของผนังเซลล์ (cell wall type) และ whole cell sugar pattern สามารถตรวจสอบได้โดยวิธี thin layer chromatography

การวิเคราะห์สาร manaquinone โดยวิธี gas chromatography และการวิเคราะห์ phospholipid composition พบว่ามี 5 แบบ คือ

PI	ไม่มี nitrogenous phospholipid
PII	มี phosphatidylethanolamine
PIII	มี phosphatidylcholide
PIV	มี phosphatidylethanolamine และ glucosamine containing phospholipid
PV	มี glucosamine containing phospholipids

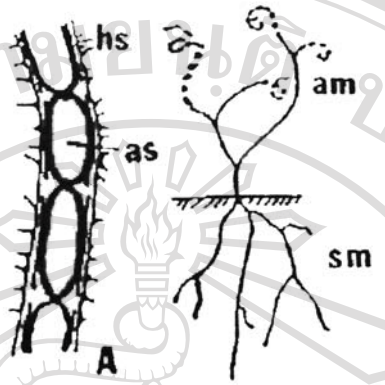
เชื้อสเตรปโตมัยซีส

เชื้อสกุลสเตรปโตมัยซีส (*Streptomyces*) เป็นสกุลที่รู้จักกันแพร่หลายและมีการศึกษามากสกุลหนึ่งในกลุ่มแอคติโนมัยซีส เนื่องจากสามารถผลิตสารปฏิชีวนะได้ดีและมีสารปฏิชีวนะหลายชนิดที่พบว่าสามารถยับยั้งการเจริญของเชื้อราและแบคทีเรีย (Okuda and Tanaka, 1992) มีประสิทธิภาพในการป้องกันกำจัดเชื้อสาเหตุโรคในดิน (soil borne) ได้ดี ช่วยส่งเสริมการเจริญเติบโตของพืช นอกจากนี้ความสามารถในการครอบครอง (colonize) ผิวของพืชอาศัย เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการควบคุมโรค เพราะเชื้อสกุลนี้สามารถผลิตสารต้านทานจุลินทรีย์ (antimicrobial) ชนิด broad-spectrum ซึ่งไม่ส่งผลกระทบต่อการเจริญเติบโตและการตรึงไนโตรเจนของพืช (Samac *et al.*, 2003)

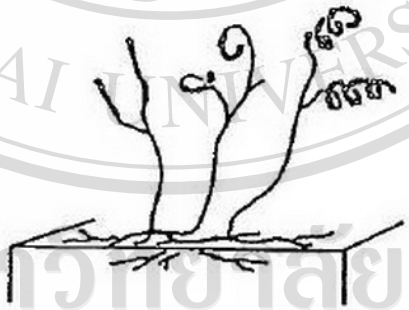
เชื้อสเตรปโตมัยซีสเอนโดไฟท์สามารถแยกได้จากเนื้อเยื่อของพืชอาศัย มีเส้นใยแตกเป็นกิ่งก้านแบบ monopodial ขนาดประมาณ 0.5-2.0 ไมโครเมตร เมื่อเจริญเติบโตเต็มที่จะสร้างสปอร์ต่อกันเป็นสายโซ่ยาวมากกว่า 50 สปอร์ ซึ่งเรียกสปอร์แบบนี้ว่า arthrospores (ภาพ 4) สำหรับรูปแบบการเรียงตัวของสปอร์เป็นเส้นสาย (spore chains) มีหลายรูปแบบ ได้แก่ Rectiflexibiles คือ เรียงต่อกันเป็นเส้นตรงหรือโค้งเล็กน้อย แบบ Retinaculiaperti พบบริเวณปลายเส้นสายของสปอร์ม้วนเป็นวงคล้ายตะขอ ประมาณ 2-3 รอบ ส่วน Spira บริเวณปลายเส้นสายของสปอร์บิดเป็นเกลียว

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

(ภาพ 5) เชื้อเหล่านี้เจริญเติบโตได้ดีที่อุณหภูมิ 25-35 องศาเซลเซียส ที่ระดับความเป็นกรดเป็นด่าง 6.5-8.0 (Miyadoh *et al*., 1997)



ภาพ 4 ลักษณะการสร้างเส้นใยของ *Streptomyces* sp. มีการสร้าง arthrospores (as) ที่มี hydrophobic sheath (hs) หุ้ม และลักษณะสปอร์ต่อกันเป็นโซ่บน aerial mycelium (am) ซึ่งไม่พบใน substrate mycelium (sm)
ที่มา : William *et al*. (1989)



ภาพ 5 ลักษณะการเรียงตัวของสปอร์ (spore chains) ของเชื้อ *Streptomyces* sp. แบบ Rectiflexibile, Retinaculiaperti และ Spira (เรียงจากด้านซ้าย)
ที่มา : Holt *et al*. (1994)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ความแตกต่างระหว่าง aerial mycelium และ substrate mycelium (ดรุณี, 2541)

1. aerial mycelium จะมีลักษณะของเส้นใยที่บางกว่า substrate mycelium
2. aerial mycelium มักจะมีสีเข้ม สร้างรงควัตถุที่ไม่ละลายน้ำรวมกันที่ผนังหุ้มชั้นนอก ปรากฏเป็นสีเทาเมื่อสะท้อนแสง
3. aerial mycelium มีการแตกกิ่งก้านสาขาน้อยกว่า substrate mycelium
4. ลักษณะของ aerial mycelium ส่วนใหญ่จะไม่มีการเจริญแทงลงไปในอาหารเลี้ยงเชื้อ
5. มีการสร้างสปอร์โดยการหักหลุดของเส้นใย
6. aerial layer มีคุณสมบัติเป็น hydrophobic ปกติติดสีกรัมบวก แต่กรัมอาจผันแปร ถ้ามีอายุมาก

การแยกเชื้อบริสุทธิ์และการจำแนกชนิดของเชื้อสเตรปโตมัยซีสเอนโดไฟท์

Sardi *et al*. (1992) แยกเชื้อแอคติโนมัยซีสเอนโดไฟท์จากรากพืช 28 ชนิด บนอาหาร starch – casein medium ผสมสารปฏิชีวนะ nystatin และ cycloheximide อย่างละ 50 ppm เพื่อยับยั้งการเจริญของเชื้อรา พบเชื้อ *Streptomyces* มากที่สุดถึง 482 ไอโซเลท รองลงมาได้แก่ *Nocardia* 4 ไอโซเลท *Strepverticillum* 2 ไอโซเลท *Micromonospora* 1 ไอโซเลท และ *Streptosporangium* จำนวน 1 ไอโซเลท

Takao *et al*. (1995) แยกเชื้อแอคติโนมัยซีสจากใบของพืชใบเลี้ยงเดี่ยว 8 ชนิด บนอาหาร salt agar medium ผสม yeast โดยผสมสารปฏิชีวนะ ได้แก่ nystatin และ cycloheximide พบว่าเชื้อแอคติโนมัยซีสที่แยกได้ คือสกุล *Streptomyces*, *Micromonospora, Streptosporangium, Micromonospora, Actinoplanes, Nocardia* และ *Thermonospora*

Wu and Chen (1995) จัดจำแนกและบ่งชนิดของเชื้อแอคติโนมัยซีสที่แยกได้จากตัวอย่างดินที่เก็บในประเทศไต้หวัน และศึกษาลักษณะทางสัณฐานวิทยาโดยการเลี้ยงเชื้อแอคติโนมัยซีส บนอาหาร czapek-dox agar, nutrient agar, sabouraud agar และ ISP medium เมื่อเชื้อแอคติโนมัยซีสเจริญได้ 7 14 และ 21 วัน ตามลำดับ ทำการตรวจภายใต้กล้องจุลทรรศน์และกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด (Scanning Electron Microscope; SEM) และศึกษาลักษณะทางชีวเคมี การใช้คาร์โบไฮเดรต โดยการเลี้ยงเชื้อในอาหาร carbon nutrient medium การตรวจสารประกอบในผนังเซลล์ของเชื้อแอคติโนมัยซีสและการศึกษา DNA-DNA Homology วิธีดังกล่าวสามารถจำแนกชนิดของเชื้อได้คือ *Streptomyces ioxytricini*

Jonete *et al*. (2000) พบแอคติโนมัยซีสที่แยกจากใบและรากของข้าวโพด จำนวน 31 และ 22 ไอโซเลท ตามลำดับ พบว่าสามารถจัดอยู่ในสกุล *Streptomyces* และ *Streptosporangium* ซึ่ง

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

จากจำนวนไอโซเลททั้งหมดที่แยกได้ พบว่ามีเชื้อแอคติโนมัยซีสประมาณ 43% ของเชื้อทั้งหมด สามารถสร้างสารต้านทานจุลินทรีย์ (antimicrobial) โดยต้านทานต่อเชื้อแบคทีเรียและยีสต์

ปิยะธิดา (2549) แยกเชื้อแอคติโนมัยซีสเอนโดไฟท์ทจากพืชสมุนไพร 10 ชนิดบนอาหาร IMA-2 ได้ทั้งหมด 179 ไอโซเลท เมื่อตรวจสอบลักษณะทางสัณฐานวิทยา จากสีของโคโลนี ลักษณะเส้นใย การแตกแขนงของเส้นใย การเรียงตัวของสปอร์ และรูปร่างของเซลล์ภายใต้กล้องจุลทรรศน์ พบเชื้อสกุล *Streptomyces* มากที่สุด 13 ไอโซเลท รองลงมาได้แก่สกุล *Nocardiopsis Nocardioide* และ *Nocardia* อย่างละ 1 ไอโซเลท

ความสำคัญของเชื้อสเตรปโตมัยซีส

เชื้อสกุล *Streptomyces* เป็นเชื้อสกุลหนึ่งที่มีสำคัญในการควบคุมโรคด้วยชีววิธี เนื่องจากสามารถผลิตสารต่างๆ ได้ เช่น vitamins, alkaloids, plant growth factors, enzymes และ enzymes inhibitors (Shahdi *et al*., 2004) ดังนั้นจึงมีผู้สนใจทำการศึกษากันอย่างกว้างขวาง

Kortemaa *et al.* (1994) ศึกษาเกี่ยวกับความสามารถในการครอบครองราก (root-colonization) ของเชื้อ *Streptomyces griseoviridis* ที่แยกได้จากพีทมอส ในเทอร์นิพ (*Brassica rapa* subsp. *oleifera*) และแครอท (*Daucus carota*) พบว่าเชื้อ *S. griseoviridis* สามารถครอบครองรากของเทอร์นิพได้มากถึง 72 เปอร์เซ็นต์ โดยการทดสอบในจานอาหารเลี้ยงเชื้อ (plate test) สำหรับการทดสอบในหลอดทราย (sand-tube) พบว่าบริเวณรากของเทอร์นิพมีความหนาแน่นและความถี่ของเชื้อ *S. griseoviridis* มากกว่าแครอท

El-Tarabily *et al*. (2000) แยกเชื้อเอนโดไฟท์จากผักกาดหอม พบเชื้อแบคทีเรีย 85 ไอโซเลท เชื้อ Streptomycete 94 ไอโซเลท และ Non-streptomycete 35 ไอโซเลท พบว่าเชื้อแบคทีเรีย Streptomycete และ Non-streptomycete จำนวน 23 38 และ 15 ไอโซเลท ตามลำดับ สามารถผลิตเอนไซม์ chitinase ที่ช่วยในการยับยั้งการเจริญของเชื้อ *Sclerotinia minor* สาเหตุของโรค basal drop ของผักกาดหอมได้ และพบว่าเชื้อที่มีประสิทธิภาพมากที่สุด ได้แก่ *Serratia marcescens, Streptomyces viridodiasticus* และ *Micromonospora carbonacea* ซึ่งสามารถผลิตสาร chitinase และ β-1,3 glucanase ได้สูง และจากการตรวจสอบการครอบครองรากของต้นกล้าผักกาดหอมอายุ 14 วัน พบว่าเชื้อ *S. marcescens* และเชื้อ *S. viridodiasticus* สามารถครอบครองรากได้ดีกว่าเชื้อ *M. carbonacea* ซึ่งการใช้เชื้อปฏิปักษ์ชนิดเดียวหรือหลายชนิดร่วมกันสามารถลดการเกิดโรคได้เหมือนกันและไม่ก่อให้เกิดอันตรายกับพืช

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

Marja (2000) ศึกษาประสิทธิภาพของเชื้อ *S. griseoviridis* ในการยับยั้งการเจริญของเชื้อราสาเหตุโรคพืชหลายชนิด พบว่าเชื้อ *S. griseoviridis* มีกลไกการยับยั้งการเจริญของเชื้อราหลายรูปแบบ ได้แก่

1. การเจริญใน rhizosphere ของพืชและแย่งอาหารและสารต่างๆ ที่พืชปล่อยออกมา เป็นการแข่งขันการเจริญกับเชื้อราสาเหตุโรค
2. hyperparasitism โดยเชื้อ *S. griseoviridis* สามารถผลิตเอนไซม์ chitinase ที่สามารถย่อยสลาย chitin ซึ่งเป็นองค์ประกอบของผนังเซลล์เชื้อรา และเจริญแทงทะลุผ่านเส้นใยและสปอร์ของเชื้อรา ทำให้เชื้อราสาเหตุถูกทำลายได้
3. เชื้อ *S. griseoviridis* สร้างสาร aromatic heptaene polyene (antifungal) ยับยั้งการเจริญของเชื้อราสาเหตุโรค
4. เชื้อ *S. griseoviridis* ผลิตสาร Auxin (indole-3-acetic acid, IAA) ซึ่งเป็นฮอร์โมนที่ช่วยกระตุ้นการเจริญ ความแข็งแรงและเพิ่มผลผลิตของพืช

Shimizu *et al.* (2000) แยกเชื้อแอคติโนมัยซีสเอนโดไฟท์จากราก ต้นและใบของต้น Rhododendron บนอาหาร IMA-2 ผสมสารปฏิชีวนะ ได้แก่ amphotericin B, riphampin – viccillin solution และ heritage บ่มเชื้อไว้ที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3-4 สัปดาห์ พบเชื้อแอคติโนมัยซีส จำนวน 10 ไอโซเลท จากนั้นทดสอบความสามารถในการควบคุมเชื้อรา *Phytophthora cinnamomi* และ *Pestalotiopsis sydowiana* สาเหตุโรครากเน่าและโรคใบไหม้สีเทาของ Rhododendron ตามลำดับ พบว่าเชื้อไอโซเลท R 5 สามารถยับยั้งได้ดีที่สุด โดยสามารถสร้าง clear zone และเมื่อทำการศึกษาลักษณะทางสัณฐานวิทยาและ chemotaxonomy พบว่าเป็นเชื้อแอคติโนมัยซีสในสกุล *Streptomyces*

Shimizu *et al*. (2001) แยกเชื้อแอคติโนมัยซีสเอนโดไฟท์จาก Rhododendron พบเชื้อ *Streptomyces* sp. R-5 นำมาใช้ในการควบคุมเชื้อรา *Pestalotiopsis sydowiana* สาเหตุโรคใบไหม้สีเทาในระยะต้นกล้าของ Rhododendron ได้อย่างดีและสามารถตรวจพบการเจริญของเชื้อไอโซเลท R-5 ภายในใบพืช ซึ่งจะสามารถป้องกันการเข้าทำลายของเชื้อสาเหตุโรคได้

Chris (2002) ทำการแยกแอคติโนมัยซีสเอนโดไฟท์ จากพืชในประเทศออสเตรเลีย พบเชื้อจำนวน 60 เปอร์เซ็นต์ของพืชที่นำมาทดสอบ จากนั้นศึกษาความสามารถในการสร้าง secondary metabolite ซึ่งพบว่า เชื้อแอคติโนมัยซีสที่ได้มีการสร้างสารปฏิชีวนะถึง 40 เปอร์เซ็นต์ของเชื้อทั้งหมดและยังพบว่า 9 เปอร์เซ็นต์ มีการสร้างสารควบคุมการเจริญเติบโตของพืช

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

Kunoh (2002) กล่าวว่าเชื้อแอคติโนมัยซีสเอนโดไฟท์อาจมีบทบาทต่อความสมบูรณ์และการพัฒนาของพืช เนื่องจากเชื้อสามารถส่งผลต่อการเจริญของพืช โดยการเพิ่มความสามารถในการดูดซึมสารอาหารหรือโดยการผลิตสารปฏิชีวนะ เพื่อส่งเสริมการเจริญของพืชได้

Cao *et al*. (2004) แยกเชื้อแอคติโนมัยซีสเอนโดไฟท์จากมะเขือเทศ พบว่า ร้อยละ 21 และร้อยละ 41 ของเชื้อทั้งหมดสามารถผลิตสารปฏิชีวนะที่ต้านทานต่อเชื้อแบคทีเรียและเชื้อราตามลำดับ แต่มีเพียงร้อยละ 32 เท่านั้นที่ผลิตสารปฏิชีวนะยับยั้งการเจริญของเชื้อรา *Rhizoctonia solani* และจากการปลูกเชื้อ *Streptomyces* sp. S30 พบว่าสามารถส่งเสริมการเจริญเติบโตของพืชและเพิ่มความต้านทานโรคในระยะกล้ามะเขือเทศ

Bressan and Figueredo (2005) แยกเชื้อแอคติโนมัยซีสเอนโดไฟท์จากดินบริเวณรากข้าวโพด พบเชื้อ *Streptomyces* sp. 2 ไอโซเลท คือ DAUFPE 11470 และ DAUFPE 14632 นำมาใช้ในการควบคุมเชื้อรา *Stenocarpella maydis* สาเหตุโรค ear rot ในเมล็ดและต้นกล้าของข้าวโพด พบว่าไอโซเลท DAUFPE 11470 และ DAUFPE 14632 สามารถลดการเกิดโรคในระยะกล้าได้ถึง 87.3 และ 85.6 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และสามารถเพิ่มเปอร์เซ็นต์การงอกของเมล็ดข้าวโพดได้

Cao *et al*. (2005) แยกเชื้อแอคติโนมัยซีสเอนโดไฟท์จากรากของกล้วยได้ทั้งหมด 131 ไอโซเลท เป็นเชื้อ *Streptomyces* มากที่สุด 99 ไอโซเลท จากการทดสอบ พบว่า 18.3 เปอร์เซ็นต์ของเชื้อทั้งหมดสามารถยับยั้งการเจริญของเชื้อรา *Fusariuim oxysporum* f.sp. *cubense* สาเหตุโรคเหี่ยวของกล้วยได้ดี โดยจัดเป็นเชื้อ *Streptomyces* sp. มากที่สุดถึง 37.5 เปอร์เซ็นต์ โดยเฉพาะไอโซเลท S96 นอกจากจะสามารถลดความรุนแรงของโรคได้แล้วยังช่วยเพิ่มน้ำหนักสดของกล้วยอีกด้วย

Aghighi *et al.* (2006) ศึกษาประสิทธิภาพของเชื้อ *Streptomyces* 2 ไอโซเลท ได้แก่ S2 และ C ที่แยกได้จากดินปลูกข้าวสาลี บนอาหาร MYA เพื่อยับยั้งการเจริญของเชื้อรา *R. solani* สาเหตุโรคเน่าคอดินของ sugar beet ด้วยวิธี dual culture พบว่า ทั้ง 2 ไอโซเลทสามารถยับยั้งการเจริญของเส้นใยเชื้อราสาเหตุได้ โดยไอโซเลท C มีบริเวณยับยั้งมากกว่าไอโซเลท S2 ซึ่งทั้ง 2 ไอโซเลทมีคุณสมบัติเป็น fungistatic และจากการทดสอบในสภาพโรงเรือน พบว่า ไอโซเลท S2 และ C สามารถยับยั้งการเกิดโรคเน่าคอดินของ sugar beet ได้ นอกจากนั้นยังเพิ่มน้ำหนักแห้งของลำต้นและราก และเปอร์เซ็นต์การงอกได้อีกด้วย

Errakhi *et al.* (2007) แยกเชื้อแอคติโนมัยซีสจากดิน บนอาหาร Bennett medium สามารถจำแนกได้เป็นเชื้อสกุล *Streptomyces* จำนวน 10 ไอโซเลท จากนั้นนำมาทดสอบประสิทธิภาพในการยับยั้งเชื้อรา *Sclerotium rolfsii* ด้วยวิธี well diffusion พบว่ามีจำนวน 4 ไอโซเลท คือ J-2, B-5, B-11 และ B-40 สามารถยับยั้งการเจริญของเชื้อราสาเหตุโรคและการงอกของ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

เม็ด sclerotia โดยการใช้ biomass inoculums ให้ผลดีกว่าการใช้ culture filtrate และ spore suspension ซึ่งไอโซเลท J-2 ยับยั้งการงอกได้มากสุดถึง 93เปอร์เซ็นต์ สำหรับการทดสอบประสิทธิภาพในการควบคุมโรคเน่าคอดินของ sugar beet ด้วยการคลุกเมล็ดด้วยเชื้อแต่ละไอโซเลท พบว่า ไอโซเลท J-2 สามารถลดความรุนแรงของโรคได้มากที่สุด อีกทั้งช่วยเพิ่มน้ำหนักสดและความยาวของลำต้นและรากของต้นกล้าด้วย นอกจากนี้ เชื้อ *Streptomyces* สามารถอาศัยอยู่รอดในดินบริเวณรากได้นานกว่า 3 สัปดาห์

Sharifi *et al.* (2007) แยกเชื้อแอคติโนมัยซีสจากดินด้วยวิธี soil suspension บนอาหาร Casein Glycerol Agar (CGA) ได้ทั้งหมด 178 ไอโซเลท จากนั้นทดสอบความสามารถในการยับยั้งการเจริญของเชื้อรา *Pytium aphanidermatum* ด้วยวิธี agar disc พบว่าเชื้อแอคติโนมัยซีสจำนวน 43 ไอโซเลท สามารยับยั้งการเจริญของเชื้อราสาเหตุได้ แต่มีเพียง 2 ไอโซเลท คือ ไอโซเลท 311 และ 321 สามารถยับยั้งดีที่สุด (> 30 มิลลิเมตร) ซึ่งจัดอยู่ในสกุล *Streptomyces* และมีคุณสมบัติเป็น fungicinal จากนั้นนำไอโซเลท 311 ทดสอบความสามารถในการควบคุมโรคเน่าคอดินของเมลอน (*Cucumis melo* L.) ในสภาพโรงเรือน พบว่า ไอโซเลท 311 สามารถควบคุมโรคเน่าคอดินได้และส่งเสริมการเจริญเติบโตของต้นเมลอน เมื่อเปรียบเทียบกับชุดควบคุม

วันวิสาข์ (2546) แยกเชื้อแอคติโนมัยซีสเอนโดไฟท์จากต้นข้าวบนอาหาร IMA-2 พบว่า สามารถแยกได้ทั้งสิ้นรวม 16 ไอโซเลท เมื่อนำเชื้อแอคติโนมัยซีสมาทดสอบประสิทธิภาพยับยั้งการเจริญของเชื้อราสาเหตุโรคพืชต่างๆ ได้แก่ *Pyricularia oryzae*, *Colletotrichum gloeosporioides*, *Phytophthora infestans*, *F. oxysporum* f. sp. *cucumerinum* และ *R. solani* พบว่าเชื้อ *Streptomyces* ไอโซเลท MN 2 มีประสิทธิภาพยับยั้งเชื้อราที่ใช้ทดสอบได้ดีที่สุด

รังสี (2547) แยกเชื้อแอคติโนมัยซีสเอนโดไฟท์จากใบและกิ่งยอดของต้นพุทรา โดยใช้อาหาร IMA-2 พบว่า สามารถแยกเชื้อได้ทั้งหมด 20 ไอโซเลท จากนั้นนำมาทดสอบประสิทธิภาพในการยับยั้งการเจริญของเชื้อรา *Colletotrichum* spp. 5 ชนิด สาเหตุโรคแอนแทรคโนสของกล้วยหอม พริก พุทรา มะม่วงและส้ม ด้วยวิธี dual culture พบว่าเชื้อ *Streptomyces* ไอโซเลท JSS 19 มีประสิทธิภาพในการยับยั้งเชื้อราทดสอบได้ดีที่สุด

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

การควบคุมโรคพืชโดยชีววิธี (Biological control of plant disease)

เกษตรกรไทยนิยมใช้สารเคมีเพื่อควบคุมศัตรูพืช ซึ่งรวมถึงโรคพืชกันอย่างกว้างขวาง โดยเฉพาะอย่างยิ่งการผลิตพืชและผลผลิตเพื่อการส่งออกขายต่างประเทศหรือต้องการเพิ่มผลผลิตให้สูงที่สุดเท่าที่จะเป็นไปได้ ในขณะที่บ้านเรากำลังเพิ่มปริมาณการใช้สารเคมีควบคุมโรคพืชและศัตรูพืชอื่นๆ แต่ในต่างประเทศโดยเฉพาะอย่างยิ่งประเทศที่เจริญและได้รับการพัฒนาแล้ว มีแนวโน้มของการใช้สารเคมีควบคุมโรคพืชและศัตรูพืชลดลง ทั้งนี้เนื่องมาจากความเจริญทางวิทยาศาสตร์การแพทย์ ที่แสดงให้เห็นว่าสารควบคุมศัตรูพืชหลายชนิด ทั้งที่ใช้มาแล้วในอดีตและปัจจุบันเป็นสารก่อมะเร็งในร่างกายสัตว์ทดลองและมนุษย์ เมื่อมีการสะสมอยู่เป็นประจำ ผู้ที่ได้รับอันตรายจากพิษของสารเคมี มิได้จำกัดอยู่แต่ในหมู่เกษตรกรเท่านั้น แต่ยังกระทบต่อสุขภาพของผู้บริโภคด้วย ขณะนี้หลายประเทศที่เจริญแล้วได้เริ่มกำหนดนโยบายหรือวางแผนลดการใช้สารเคมีควบคุมศัตรูพืชที่ไม่ต้องใช้สารเคมีหรือใช้ให้น้อยลงเข้ามาทดแทน การควบคุมโรคพืชโดยวิธีชีวภาพหรือชีววิธี (biological control หรือ biocontrol) โดยอาศัยสิ่งมีชีวิตต่างๆ รวมทั้งจุลินทรีย์เพื่อควบคุมเชื้อสาเหตุโรคพืช นับเป็นวิธีการหนึ่งที่นักโรคพืชให้ความสนใจเป็นอย่างมาก ปัจจุบันมีการค้นคว้าวิจัยเกี่ยวกับการพัฒนาจุลินทรีย์ที่มีประสิทธิภาพควบคุมโรคพืชได้ด้วยเทคโนโลยีทันสมัย มีการจดสิทธิบัตรจุลินทรีย์และขั้นตอนการผลิต นอกจากนี้มีการจำหน่ายเชื้อจุลินทรีย์ปฏิปักษ์ในลักษณะชีวภัณฑ์สำเร็จรูป (bioproduct) หลายชนิดในต่างประเทศและในประเทศไทย (จิระเดช, 2546) การควบคุมโรคพืชด้วยวิธีนี้เป็นวิธีการค่อนข้างใหม่สำหรับประเทศไทย แต่ในปัจจุบันเกษตรกรจำนวนมากและนักวิชาการเกษตรสมัยใหม่ เริ่มเห็นความสำคัญและนิยมนำมาควบคุมโรคแทนการใช้สารเคมี ซึ่งมีผลกระทบต่อสภาพแวดล้อมและสิ่งมีชีวิตมากขึ้น (เกษม, 2532)

กลไกการควบคุมเชื้อจุลินทรีย์สาเหตุโรคโดยจุลินทรีย์ปฏิปักษ์ (จิระเดช, 2546)

จุลินทรีย์ปฏิปักษ์ (antagonistic microorganism) ประกอบด้วย เชื้อรา แอคติโนมัยซีส แบคทีเรีย ไส้เดือนฝอย โปรโตซัวและไวรัส จุลินทรีย์เหล่านี้มีการดำรงชีวิตและการสืบพันธุ์เพื่อความอยู่รอดเช่นเดียวกับเชื้อสาเหตุโรคพืช จุลินทรีย์ปฏิปักษ์มีรูปแบบหรือวิธีการที่แสดงความเป็นศัตรูต่อเชื้อสาเหตุโรคพืชอยู่ 4 รูปแบบ ประกอบด้วย

1. การสร้างสารปฏิชีวนะ (antibiosis) หมายถึง การสร้างผลิตผลจากกระบวนการเมทาโบลิซึมของจุลินทรีย์ปฏิปักษ์ ซึ่งมักมีคุณสมบัติเป็นสารปฏิชีวนะ (antibiotic) ที่สามารถยับยั้งหรือทำลายเชื้อสาเหตุโรคพืชได้

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

2. การแข่งขัน (competition) หมายถึง การแข่งขันระหว่างสิ่งมีชีวิตสองชนิดหรือมากกว่าสองชนิดที่มาอยู่ร่วมกันในด้านต่างๆ

3. การเป็นเชื้อปรสิตและตัวห้ำ (parasitism and predation) หมายถึง กรณีที่เชื้อจุลินทรีย์ปฏิปักษ์ซึ่งเจริญอยู่ใกล้เคียงหรือบนส่วนของเชื้อโรคพืชแล้วเข้าทำลายเชื้อโรคพืชเพื่อใช้เป็นแหล่งอาหารหรือสารประกอบต่างๆจากเชื้อโรคพืช

4. การชักนำให้พืชต้านทานต่อเชื้อโรค (induction of resistant in plant) เป็นกลไกที่เชื้อจุลินทรีย์ปฏิปักษ์ไปกระตุ้นให้ต้นพืชไปสร้างภูมิคุ้มกัน หรือสร้างสารต่างๆ ที่มีผลในการต่อต้านหรือยับยั้งการเข้าทำลายของเชื้อสาเหตุโรคพืช

ปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการควบคุมโรคโดยชีววิธี (Baker and Cook, 1974)

1. พืชอาศัย (host plant)

ในธรรมชาติพืชอาศัยเกี่ยวข้องเป็นอย่างมากต่อการควบคุมโรคโดยชีววิธี เนื่องจากมีส่วนช่วยควบคุมปริมาณเชื้อโรค โดยสารที่ปลดปล่อยออกมาจากรากพืช (plant exudates) มีคุณสมบัติเป็นสิ่งกระตุ้นและอาหารสำหรับเชื้อจุลินทรีย์ต่อต้านโรค รวมทั้งเชื้อโรคด้วยเช่นกัน ดังนั้นพืชอาศัยที่อ่อนแอต่อโรค เมื่อมีเชื้อโรคเข้าทำลายจะเกิดอาการของโรคอย่างรุนแรง เว้นแต่ว่าในสภาพแวดล้อมนั้น มีเชื้อจุลินทรีย์ต่อต้านโรคที่เหมาะสมต่อการกำจัดอยู่ แต่ถ้าพืชอาศัยมีความต้านทานต่อโรคเข้าทำลาย ก็อาจจะเกิดโรคเพียงเล็กน้อยหรือไม่เกิดเลย ไม่ว่าสภาพแวดล้อมจะเหมาะสมหรือไม่

2. เชื้อโรคหรือปรสิต (pathogen or parasite)

ปรสิต หมายถึง สิ่งมีชีวิตชนิดหนึ่งที่อาศัยอยู่ในหรือบนสิ่งมีชีวิตอีกชนิดหนึ่ง และได้รับอาหารพวกสารอินทรีย์จากสิ่งมีชีวิตชนิดนั้น ทั้งนี้อาจเป็นหรืออาจจะไม่เป็นเชื้อโรคก็ได้

เชื้อโรค หมายถึง สิ่งมีชีวิตที่เข้าทำลายพืชอาศัยแล้วมีผลต่อการแสดงอาการผิดปกติต่างๆ ที่เกิดกับพืชได้ ซึ่งเชื้อโรคมีทั้งสายพันธุ์ที่ทำให้เกิดโรครุนแรง (virulent strain) และสายพันธุ์ที่ไม่รุนแรง (avirulent strain) ดังนั้นการเกิดโรคขึ้นอยู่กับว่าสายพันธุ์ใดที่เข้าทำลาย เชื้อโรคส่วนมากเข้าสู่พืชอาศัยและเจริญในพืชก่อนที่พืชจะแสดงอาการ ดังนั้นการที่จะป้องกันเชื้อโรคดังกล่าวได้โดยใช้เชื้อจุลินทรีย์ต่อต้านโรคนั้น จะต้องใช้ก่อนที่พืชจะได้รับเชื้อสาเหตุ ซึ่งในการควบคุมโรคโดยชีววิธีสามารถใช้สายพันธุ์ที่ไม่รุนแรงต่อการเกิดโรคมาควบคุม ก่อนที่จะมีเชื้อสาเหตุโรคที่รุนแรงเข้าทำลาย จึงเป็นการป้องกันกำจัดที่ได้ผลอีกวิธีหนึ่ง

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

3. สิ่งแวดล้อมทางกายภาพ (physical environment)

เนื่องจากสิ่งแวดล้อมทางกายภาพ เช่น ปริมาณน้ำในดิน การระบายอากาศในดิน คุณภาพของน้ำ และความหนาแน่นของก๊าซที่แตกต่างกัน รวมทั้งสิ่งต่างๆ ที่ละลายอยู่ในดินมีผลต่อการเจริญของจุลินทรีย์ ดังนั้นดินจึงจัดเป็นสิ่งแวดล้อมที่สำคัญอย่างหนึ่ง โดยเฉพาะเมื่อมีเชื้อจุลินทรีย์ต่างๆ อาศัยอยู่ จากการศึกษาที่ผ่านมา พบว่า เชื้อสาเหตุโรคในดิน สามารถควบคุมได้ด้วยการนำจุลินทรีย์ต่อต้านโรคใส่ลงในดินโดยตรง หรือผสมกับวัสดุปลูกต่างๆ จุลินทรีย์ต่อต้านโรคดังกล่าว เข้าไปมีบทบาทและช่วยในการจัดการเกี่ยวกับกิจกรรมและปฏิกิริยาต่างๆ ในดินและอาศัยในบริเวณรากพืช ทำให้ดินนั้นมีคุณสมบัติในการกำจัดเชื้อโรค (suppressive soil)

4. จุลินทรีย์ต่อต้านโรค (antagonist)

เชื้อจุลินทรีย์ที่มีความสามารถในการต่อต้านโรคนั้น จะต้องมีความสามารถในการเข้าทำลายหรือเจริญครอบคลุมเชื้อสาเหตุโรคพืช และมีความสามารถในการเจริญเติบโตได้ในบริเวณรากพืช ปัจจุบันพบว่าเชื้อจุลินทรีย์ต่อต้านโรคจำนวนมากที่มีคุณสมบัติในการเป็น biocontrol agent เช่น *Bacillus, Micromonospora, Pseudomonas, Rhisobium* และ *Streptomyces* เป็นต้น

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved