บทที่ 2
แนวคิด ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ทฤษฎี

1. บทนำของเชื้อแอคติโนมัยซีท

แอคติโนมัยซีทเป็นจุลินทรีย์ในกลุ่มแบคทีเรีย มีลักษณะเซลล์เป็นโปรคาริโอต (Prokaryote) รูปร่างลักษณะมีความหลากหลายเป็นอย่างมาก โดยเชื้อในสกุล *Streptomyces* เพียงแค่สกุลเดียวสามารถแสดงให้เห็นถึงความหลากหลายในรูปร่างลักษณะทางสัณฐานวิทยาตั้งแต่รูปแบบของสปอร์ และการสร้างเส้นใย นอกจากนี้เชื้อแอคติโนมัยซีทยังมีความหลากหลายในการสร้างสารเมแทบอไลท์ และสารเหล่านี้ยังเป็นสารที่มีโครงสร้างทางเคมีที่ซับซ้อนด้วย ในบรรดาสารเมแทบอไลท์หรือสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพที่สร้างจากเหล่าจุลินทรีย์ประมาณ 10,000 กว่าชนิด พบว่าจำนวน 2 ใน 3 นั้นสร้างจากแบคทีเรียในกลุ่มแอคติโนมัยซีท นอกจากนั้นแอคติโนมัยซีทยังมีบทบาทสำคัญในทางนิเวศวิทยา เพราะเป็นเชื้อที่มีส่วนช่วยให้เกิดการหมุนเวียนของสารและแร่ธาตุต่าง ๆ ในธรรมชาติ โดยทำให้เกิดกระบวนการย่อยสลายสารอินทรีย์ ทำให้ได้สารที่สามารถนำกลับมาใช้ได้ใหม่โดยเฉพาะกรดฮิวมิคที่มีความสำคัญต่อการเจริญของพืช ในกลุ่มของเชื้อแอคติโนมัยซีททั้งหมดเชื้อในสกุล *Streptomyces* เป็นสกุลที่มีการแพร่กระจายและมีความหนาแน่นมากที่สุด เพราะเป็นสกุลที่มักพบได้บ่อยที่สุดในงานวิจัยต่าง ๆ ส่วนพวกที่ไม่ใช่ *Streptomyces* จัดว่าเป็นแอคติโนมัยซีทที่หายาก ซึ่งมีอยู่ประมาณ 100 สกุล (รัตนาภรณ์ ศรีวิบูลย์, 2549 : 3)

แอคติโนมัยซีทเป็นแบคทีเรียแกรมบวกสามารถสร้างเส้นใย (Hyphae) เป็นสายยาวซึ่งส่วนใหญ่สร้างได้ทั้งเส้นใยใต้ผิวอาหาร (Substrate mycelium) และเส้นใยเหนือผิวอาหาร (Aerial mycelium) เป็นแบคทีเรียที่มีปริมาณ Mol % G+C ที่สูงกว่าแบคทีเรียแกรมบวกทั่วไป คือ ประมาณ 55-78 เปอร์เซ็นต์ โคโลนีของแอคติโนมัยซีทมีลักษณะที่แตกต่างจากโคโลนีของแบคทีเรียอื่น ๆ คือมีลักษณะทึบแสง เส้นใยเหนือผิวอาหารแห้งและมีลักษณะเป็นผงเมื่อมองด้วยตาเปล่า สามารถสังเกตได้ชัดเจน ผิวโคโลนีอาจเรียบคล้ายหนังสัตว์หรือเป็นรอยย่นเป็นเส้นใยสั้นๆ สังเกตด้วยตาเปล่าคล้ายกำมะหยี่สามารถสร้างรงควัตถุสีต่าง ๆ เช่น สีขาว เทา เขียว เหลือง ส้ม แดง น้ำตาล ชมพู ม่วง และสีดำเป็นต้น (พงศ์ระวี นิ่มน้อย, 2558 : 1-2)

แอคติโนมัยซีทบางชนิดมีความสามารถในการอาศัยอยู่ในเนื้อเยื่อของพืชได้ จึงเรียกว่าเอนโดไฟติกแอคติโนมัยซีท (Endophytic actinomycete) โดยทั่วไปคำว่าเอนโดไฟท์ (Endophyte) หมายถึง สิ่งมีชีวิตที่สามารถดำรงชีวิตได้ในเนื้อเยื่อพืชที่ยังมีชีวิตอยู่ ซึ่งปัจจุบันเชื้อกลุ่มนี้มีการคัดแยกได้จากพืชหลากหลายชนิดและเป็นที่รู้จักในด้านการสร้างเมแทบอไลท์ทุติยภูมิที่มีประโยชน์ เช่น เป็นสารปฏิชีวนะ ซึ่งสารบางชนิดพบว่ามีความสามารถเป็นสารควบคุมทางชีวภาพ (Germaine K. J., 2006 : 302-310) แอคติโนมัยซีทยังเป็นเชื้อที่มีความสำคัญทางการแพทย์และเภสัชกรรมเนื่องจากสามารถใช้สารเมแทบอไลท์ทุติยภูมิเป็นยารักษาการติดเชื้อต่าง ๆ ได้ และยังมีความสำคัญทางการเกษตร อุตสาหกรรม และในทางนิเวศวิทยา นอกจากนี้เอนโดไฟติกแอคติโนมัยซีทยังสามารถผลิตสารที่มีฤทธิ์กระตุ้นการเจริญของพืชได้ เช่น Phytohormone, Antibiotics, Siderophores และกิจกรรมของแอคติโนมัยซีทบางสกุล เช่น สกุล *Frankia* sp. ที่สามารถตรึงไนโตรเจนช่วยส่งเสริมการ

เจริญเติบโตของพืชได้ หรือทำให้เกิด Nutrient competition และ Systemic disease resistance ได้ (Wink, Mohammadipanah & Hamedi, 2017 : 250-253) เอนโดไฟติกแอคติโนมัยซีทจึงมีความสัมพันธ์กับพืชในระบบนิเวศน์ตามธรรมชาติ เอนโดไฟติกแอคติโนมัยซีทที่ผลิต Bioactive compounds และนำไปใช้ประโยชน์ทางเกษตรกรรม ในด้านส่งเสริมการเจริญเติบโต และได้มีการจัดจำแนกกลุ่มของการสาร Hormone-like substances จากเอนโดไฟติกแอคติโนมัยซีท เช่น สาร Toyocamycin หรือ เรียกอีกอย่างว่า Cytokinin-like substances สามารถช่วยส่งเสริมการเจริญเติบโตของพืช และสาร Pteridic acid ซึ่งเป็น Auxin-like substances ช่วยส่งเสริมการเจริญเติบโตของรากเป็นต้น (Igarashi et al., 2002 : 764-767)

2. ชีววิทยาของเชื้อแอคติโนมัยซีท

แอคติโนมัยซีท มีลักษณะของเซลล์เป็นแบบโปรคาริโอตซึ่งเหมือนกับแบคทีเรียทั่วไป คือไม่มีเยื่อหุ้มนิวเคลียส มีรูปร่างลักษณะที่หลากหลายมาก เชื้อในสกุล *Streptomyces* สกุลเดียวสามารถสร้างสปอร์ได้หลากหลายรูปแบบ ทั้งสปอร์สายสั้นสายยาว รูปร่างกลม รี ทรงกระบอก ผิวเรียบ ผิวขรุขระ มีขน ไม่มีขน การเจริญที่มีการแตกแขนงของเส้นใย การยืดตัวของ Vegetative mycelium การเกิดเส้นใยเหนือผิวอาหาร และการสร้างผนังกั้นเส้นใยรวมทั้งการแก่ของสปอร์ประกอบกับความสามารถในการสร้างสารเมแทบอไลท์ที่เซลล์ของเชื้อแอคติโนมัยซีทสร้างขึ้นซึ่งเป็นสารที่ค่อนข้างมีโครงสร้างที่มีการพัฒนาให้ซับซ้อน และที่สำคัญสารเมแทบอไลท์เหล่านี้ยังเป็นสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพที่ดี โดยประมาณ 2 ใน 3 สร้างมาจากแบคทีเรียกลุ่มแอคติโนมัยซีทและมีจำนวนหนึ่งที่ถูกนำมาผลิตเป็นตัวยาที่สำคัญในการรักษาโรคติดเชื้อได้ (รัตนาภรณ์ ศรีวิบูลย์, 2549 : 2)

โคโลนีของแอคติโนมัยซีทเกิดจากการรวมตัวของเส้นใยเจริญแทรกลงไปในอาหารแข็ง (เส้นใยในเนื้ออาหารแข็ง) ซึ่งเรียกว่า Primary mycelium หรือ Vegetative mycelium หลังจากนั้นเส้นใยจะมีการเจริญในแนวตั้งจากเนื้ออาหารเลี้ยงเชื้อและกลายเป็น Secondary mycelium เส้นใยที่อยู่เหนือผิวอาหารนี้ เรียกอีกอย่างว่า Aerial mycelium เป็นส่วนที่จะสัมผัสกับอากาศ โคโลนีของเชื้ออาจยกสูงขึ้น (Raise) หรืออาจอยู่ในลักษณะแบน ๆ (Flat) หรือบางครั้งอาจปกคลุมด้วยชั้นที่คล้ายกับหนังสัตว์ และโคโลนีอาจมีลักษณะที่อ่อนมาก หรือเละ ๆ หรืออาจพบโคโลนีที่แข็งมาก ๆ นอกจากนี้ยังมีสีที่หลากหลายตั้งแต่ สีขาว เหลือง ส้ม สีกุหลาบ แดง ม่วง น้ำเงิน เขียว น้ำตาล และสีดำ ในส่วนของผิวหน้าโคโลนีอาจมีลักษณะเรียบ (Smooth) หรือเป็นสันนูน (Ridged) หรือเหี่ยวย่น (Wrinkled) หรือเป็นเม็ด ๆ (Granular) หรืออาจพบเป็นรูปทรงสี่เหลี่ยมจัตุรัส (Squamous) ในบางโคโลนีอาจพบลักษณะการอัดกันแน่นหรืออาจมีหลาย ๆ โซนของการเจริญในลักษณะของโคโลนีที่เป็นวง ๆ หรือ อาจกระจายออกจากจุดศูนย์กลางในลักษณะเป็นรัศมี และมักมีด้วยกันสองโซน ส่วนขนาดของโคโลนีมักขึ้นอยู่กับอายุ และสภาวะของการเจริญและอาจมีความแตกต่างกันได้ตั้งแต่ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 1 มิลลิเมตรขึ้นไปจนถึงหลายเซนติเมตร (ศิริรัตน์ ทองอุ่น, 2552 : 5-6)

เชื้อแอคติโนมัยซีทบางชนิดอาจพบโครงสร้างพิเศษซึ่งเกิดจากเส้นใย โดยเชื้อสามารถสร้างโครงสร้างพิเศษที่มักจะสัมพันธ์กับการสร้างเส้นใยและการสร้างสปอร์ ซึ่งมีความคล้ายกับลักษณะของเชื้อราบางชนิด โดยจะพบบนผิวของอาหารแข็งซึ่งเชื้อมีการสร้างกลุ่มของเส้นใยที่ตั้งชูขึ้น เรียกว่า

Synnema (พหูพจน์ คือ Synnemata) เช่น ในเชื้อสกุล *Actinosynnema* ที่มีการสร้างสปอร์ที่ส่วนใดส่วนหนึ่งของส้นใย Sclerotium (พหูพจน์ คือ Sclerotia) เป็นอีกโครงสร้างหนึ่งที่มักเห็นได้ชัดเจน เป็นการสร้างโดยเชื้อในสกุล *Streptomyces* โครงสร้างของ Sclerotia เป็นกลุ่มของเส้นใยที่แน่น ๆ รูปร่างเป็นทรงกลม เป็นส่วนของเส้นใยที่เรียกว่า Pseudoparenchymatic tissue เมื่อสังเกตุดูภายใต้กล้องจุลทรรศน์จะเห็นมีลักษณะเป็นก้อนขนาดเล็กสีน้ำตาล (ลักษมี ศุกระกาญจนะ, 2556 : 26-28)

ลักษณะโครงสร้างของเส้นใยเดี่ยว ๆ โดยมากมีความหนาเฉลี่ยประมาณ 0.4-1.3 ไมโครเมตร ประกอบด้วยผนังเซลล์ที่ยืดหยุ่นและปลายเส้นใยสามารถแตกแขนงได้ โดยเฉพาะในช่วงที่มรการเจริญเติบโตมาก องค์ประกอบภายในเซลล์ของเส้นใยมีลักษณะคล้ายเซลล์ของโปรคาริโอตทั่วไป คือ ประกอบด้วยไซโตพลาสซึมซึ่งบรรจุสารพันธุกรรม (Fibrillar DNA) มีไรโบโซม (Ribosome) ขนาด 70S มีโครงสร้างขนาดเล็กภายในเซลล์หลายชนิด โดยเฉพาะโครงสร้างสะสมอาหาร (Inclusion body) เช่น โพลีฟอสเฟต ไลปิด หรือสารกลุ่มโพลีแซคคาไรด์ เยื่อหุ้มเซลล์ (Plasma membrane) และเมโซโซม (Mesosomes) ที่เชื่อมต่อกับผนังเซลล์ ผนังเซลล์ของเส้นใยมีชั้นเดียว หนาประมาณ 10-20 นาโนเมตร โครงสร้างผนังกั้นในเส้นใย (Vegetative hyphae) ที่ไม่แตกหัก เป็นลักษณะของผนังกั้นเซลล์ที่เรียกว่าผนังกั้นเซลล์ชนิดที่ 1 (Type 1)

เส้นใยเหนือผิวอาหาร (Aerial hyphae) ประกอบไปด้วยชั้นบาง ๆ ที่ห่อหุ้มผนังเส้นใยเรียกว่า Fibrous sheath พบได้ใน Aerial hyphae ในบริเวณที่สร้างสปอร์ ลักษณะของผิวสปอร์นั้นมีความหลากหลาย ขึ้นอยู่กับชนิดของสปอร์แต่ละชนิด อาจมีลักษณะผิวเรียบ ผิวมีหนาม หรือผิวมีปุ่ม

การสร้างผนังกั้น การแบ่งเซลล์ และการสร้างสปอร์ในเส้นใย เนื่องจากเชื้อแอคติโนมัยซีทมีลักษณะเป็นเส้นสาย โดยทั่วไปเส้นใยที่มีผนังกั้นชั้นเดียวจะมีความแข็งแรงและความคงตัวอยู่แล้ว เมื่อเชื้อต้องการสร้างผนังกั้น การแบ่งเซลล์ และการสร้างสปอร์ในเส้นใย ขบวนการเหล่านี้จะเริ่มจากกระบวนการสร้างผนังกั้น (Cross wall) ก่อน แต่เมื่อ Vegetative hyphae มีการแตกหักเป็นท่อน ๆ ผนังกั้นอีกชนิดหนึ่ง ที่เรียกว่า Split septum อาจเกิดขึ้นได้ ซึ่งผนังกั้นชนิดนี้เป็นผนังกั้นที่มี 2 ชั้น สามารถสร้างเป็น Polar wall ของห้องใหม่ใกล้ ๆ กันได้ ซึ่งจะเรียกว่าผนังกั้นชนิดที่ 2 (Type 2) ซึ่งการแตกหักของเส้นใยและการสร้างชิ้นส่วนที่คล้ายสปอร์ (Spore-like element) ในแอคติโนมัยซีทในกลุ่ม Nocardioform หลายชนิดจะมีพื้นฐานของผนังกั้นในลักษณะที่กล่าวมานี้

การแบ่งเซลล์หลายครั้ง (Multiple division) และการสร้างอับสปอร์ที่มีหลายห้อง (Multilocular sporangia) เชื้อแอคติโนมัยซีทหลาย ๆ สกุล จะมีการสร้างรูปร่างที่ประกอบด้วยเซลล์หลาย ๆ เซลล์เป็น 3 มิติที่เกิดจากการแบ่งเซลล์หลายครั้ง ซึ่งเป็นลักษณะเฉพาะที่พบในเชื้อหลายชนิด เช่น ในสกุล Frankia ซึ่งเป็นเชื้อแอคติโนมัยซีทที่สำคัญในพืชบางชนิด หลังจากที่เส้นใยของเชื้อ Frankia เจริญเติบโตจนถึงขั้นสุดท้ายของการพัฒนาการ ส่วนปลายของเส้นใยหรือส่วนที่อยู่ระหว่างข้อ (Intercalary) ของเส้นใยใต้ผิวอาหารจะเริ่มมีการพองออกและเปลี่ยนเป็นโครงสร้างที่เรียกว่าอับสปอร์ที่มีหลายห้อง (Multilocular sporangia) โดยอับสปอร์ทจะเกิดขึ้นก่อนโดยการสร้างผนังกั้นตามขวาง แล้วจึงมีการสร้างผนังกั้นตามแนวยาว เพื่อกั้นเป็นห้อง ๆ ภายในอับสปอร์ทแต่ละห้องจะเกิดการเพิ่มขนาดเรื่อย ๆ จนกว่าจะขยายใหญ่ขึ้น โดยแต่ละเซลล์จะเริ่มเปลี่ยนรูปร่าง

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

เป็นสปอร์ทที่มีรูปร่างกลมหรือรูปไข่ โครงสร้างพิเศษของเชื้อ Frankia มีลักษณะเป็นถุง (Vesicles) ซึ่งเป็นเซลล์ที่มีรูปร่างกลมแป้น บนเส้นใยสั้น ๆ และเป็นโครงสร้างที่สำคัญในการตรึงไนโตรเจน (N_2-fixation) การแบ่งเส้นใยออกเป็นหลาย ๆ ระนาบเกิดขึ้นในเชื้อสกุลที่สร้าง Multilocular sporangia เช่นในสกุล Geodermatophilus และ Dermatophilus อย่างไรก็ตาม กระบวนการของการแบ่งเซลล์หลายครั้งในเชื้อสกุล Micromonospora, Amycolata และ Pseudonocardia ยังคงเป็นเรื่องที่ยังไม่เป็นที่ทราบอย่างละเอียด (รัตนาภรณ์ ศรีวิบูลย์, 2549 : 6)

รูปร่างลักษณะสปอร์ของเชื้อแอคติโนมัยซีท นอกจากเกิดจากการเจริญของเส้นใยแล้ว การสร้างสปอร์ก็ยังเป็นปัจจัยที่สำคัญทางสัณฐานวิทยาที่ทำให้สามารถจำแนกลักษณะของแอคติโนมัยซีทได้ ในยุคก่อนนั้นนักวิทยาศาสตร์หลายคนอาจคิดว่าการสร้างสปอร์นั้นจำกัดอยู่เพียงแต่ในแอคติโนมัยซีทกลุ่ม *Sporoactinomycetes* เท่านั้น ในขณะที่ขบวนการสร้างสปอร์เกิดขึ้นในส่วนของเส้นใย ทั้งนี้ไม่รวมถึงกรณีของ Nocardioform actinomycetes ที่มีการแตกหักของเส้นใยไปเป็นชิ้นส่วนเล็กๆ รูปร่างกลม หรือแท่ง และในที่สุดโครงสร้างเหล่านี้จะเจริญไปเป็นเส้นใยอันใหม่ได้ นอกจากนี้ยังมีหลักฐานที่แน่ชัดที่ทำให้ทราบว่าหน้าที่ของสปอร์ที่แท้จริงและสปอร์ที่เกิดจากเส้นใยที่แตกหักนั้นเหมือนกัน แต่ในเชื้อบางสกุลยังเป็นเรื่องยากที่จะบอกถึงความเหมือนและความต่างของสปอร์ทั้ง 2 ชนิดนี้ ดังนั้นด้วยเหตุผลเหล่านี้ขบวนการสร้างสปอร์ (Sporulation) จึงหมายรวมถึงเส้นใยของเชื้อที่มีการแตกหักเป็นท่อน ๆ ซึ่งสามารถพบได้จากเชื้อแอคติโนมัยซีทในสกุล *Nocardia, Nocardiopsis, Oerskovia* และ *Promicromonospora*

สปอร์ของเชื้อแอคติโนมัยซีทอาจเกิดเป็นแบบเดี่ยว ๆ หรือเกิดเป็นแบบเส้นสายสั้น ๆ และโดยทั่วไปแล้วสายสปอร์มักมีความหนามากกว่าส่วนของเส้นใยร่างกายของเชื้อ แต่ในเชื้อบางชนิดที่มีการสร้างสปอร์เป็นสายยาวกลับมักมีขนาดเท่ากับขนาดของเส้นใย ความหนาของสปอร์มีขนาดประมาณ 1-2 µm และมีรูปร่างหรือผิวสปอร์ที่ต่างกันไป

สปอร์ที่เคลื่อนที่ได้ (Planospores หรือ Zoospores) มักเป็นสปอร์ที่มีแฟลกเจลลา ซึ่งทำให้สามารถเคลื่อนที่ได้ในน้ำ สปอร์ชนิด Monotrichous มีเพียง 1 แฟลกเจลลัม เช่น ในเชื้อสกุล *Sporichthya* ถ้ามีหลาย ๆ แฟลกเจลลาที่อยู่โดยรอบสปอร์ เช่น ที่พบในเชื้อสกุล *Actinosynnema* หรือ *Catenuloplanes* เรียกว่าเป็นชนิด Peritrichous ส่วนสปอร์ชนิด Polytrichous นั้นจะพบแฟลกเจลลัมอยู่เป็นกระจุก เช่นในสกุล *Actinoplanes* ซึ่งอาจพบอยู่ที่บริเวณขั้วใดขั้วหนึ่งของสปอร์ (Lophotrichous) เช่นที่พบในสกุล *Ampullariella* หรืออาจพบแฟลกเจลลัมใกล้ ๆ ขั้วเซลล์ เช่นในสกุล *Spirillospora* หรือแฟลกเจลลัมอยู่ที่บริเวณด้านข้างของเซลล์ เช่นในสกุล *Pilimelia* ซึ่งถ้าเป็น Zoospore มักมีผิวสปอร์ที่เรียบ

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

สปอร์ที่เคลื่อนที่ไม่ได้ (Aplanospore) อาจมีผิวเรียบหรือมีผิวที่ขรุขระแบบต่าง ๆ ได้ ซึ่งจากการศึกษา Ultrastructure พบว่าเชื้อสกุล *Streptomyces* นั้นมีผิวสปอร์อยู่หลายแบบ เช่น ผิวเรียบ (Smooth) มีขน (Hairy) เป็นหนามแหลม (Spine) ลักษณะเป็นปุ่ม ๆ คล้ายหูด (Warty) ลักษณะเหี่ยวย่น (Rugose) หรือลักษณะเป็นตุ่มเล็ก ๆ เป็นต้น ซึ่งผิวสปอร์หลาย ๆ ลักษณะนี้ยังสามารถพบได้ในเชื้อสกุล *Actinomadura, Microbispora* และ *Microtetraspora* ได้เช่นกัน ซึ่งพบทั้งชนิดผิวเรียบ ชนิดผิวเหี่ยวย่น มีหนามแหลม หรือเป็นปุ่ม ๆ หรือเป็นตุ่มที่เหมือนมีดอกเล็ก ๆ หรือมี

รูปร่างไม่แน่นอน ผิวสปอร์ชนิดเป็นตุ่มและมีดอกเล็ก ๆ ค่อนข้างหายากและพบได้ในเชื้อ *A. verrucosospora* เท่านั้น ซึ่งจะคล้ายกับสปอร์ของ *S. torulosus* แต่ถ้าเป็นสปอร์ของ *Micromonospora* จะพบลักษณะของสปอร์ชนิดผิวมีหนามไม่แหลม ซึ่งสร้างที่เส้นใยใต้ผิวอาหาร และเป็นสปอร์ที่ไม่ได้ปกคลุมด้วย Fibrous sheath ซึ่งโดยปกติแล้วถ้าผิวสปอร์มีลักษณะที่กล่าวมานั้น จะเหมือนว่าสปอร์เหล่านี้มีเครื่องตกแต่ง (Ornamentation) และมักมี Fibrous sheath ซึ่งกรณีที่ผิวสปอร์เป็นหนามที่ไม่แหลมนั้นอาจเกิดจากผิวชั้นนอกของสปอร์เจริญมาเป็นปุ่ม ซึ่งเมื่อพิจารณาลักษณะแล้วจะเหมือนกับพื้นผิวของผนังเส้นใยที่ทำให้เกิดสปอร์นั้น

3. เอนโดไฟติกแอคติโนมัยซีท (Endophytic actinomycete)

แอคติโนมัยซีทบางชนิดสามารถอาศัยอยู่ภายในเนื้อเยื่อของพืชชนิดต่าง ๆ ได้ เรียกแอคติโนมัยซีทกลุ่มนี้ว่า เอนโดไฟติกแอคติโนมัยซีท (Endophytic actinomycete) โดยทั่วไปคำว่าเอนโดไฟท์ (Endophyte) หมายถึง สิ่งมีชีวิตที่สามารถดำรงชีวิตได้ในเนื้อเยื่อของพืชที่ยังมีชีวิตอยู่ โดยไม่มีการสร้างความเสียหายให้กับเนื้อเยื่อพืชและไม่ก่อโรค เอนโดไฟติกแอคติโนมัยซีท คือ Aerobic แบคทีเรียแกรมบวกที่สร้างเส้นใยและมีอัตราส่วนของนิวคลีโอไทด์ G และ C สูงในสารพันธุกรรม ทำการคัดแยกได้จากพืชหลากหลายชนิดและเป็นที่รู้จักในด้านการสร้าง Secondary metabolites ที่มีประโยชน์ เช่น สารปฏิชีวนะ ซึ่งปัจจุบันความสามารถในการควบคุมทางชีวภาพของแบคทีเรียชนิดนี้กำลังเป็นที่สนใจ (Germaine K. J., 2006 : 302-310)

4. ความสำคัญของเชื้อแอคติโนมัยซีท

แอคติโนมัยซีทเป็นเชื้อที่มีความสำคัญทางการแพทย์และเภสัชกรรม เนื่องจากสามารถผลิตสารเมแทบอไลท์ทุติยภูมิและมีความสำคัญทางการเกษตร อุตสาหกรรม อีกทั้งยังมีความสำคัญทางนิเวศวิทยา นอกจากนี้แอคติโนมัยซีทเอนโดไฟท์ ยังสามารถผลิตสารกระตุ้นการเจริญเติบโตของพืช เช่น Phytohormone, Antibiotics, Siderophores และกิจกรรมของแอคติโนมัยซีทที่ช่วยส่งเสริมการเจริญเติบโตของพืช คือ Nitrogen fixation, Nutrient competition และ Systemic disease resistance แอคติโนมัยซีทเอนโดไฟท์จึงมีความสัมพันธ์กับพืชในระบบนิเวศตามธรรมชาติ สามารถคัดเลือก แอคติโนมัยซีทเอนโดไฟท์ที่ผลิต Bioactive compounds และนำไปใช้ประโยชน์ทางเกษตรกรรม ในด้านส่งเสริมการเจริญเติบโต และได้มีการจัดจำแนกกลุ่มของการผลิตสาร Hormone-like จากแอคติโนมัยซีทเอนโดไฟท์ เช่น สาร Toyocamycin หรือ เรียกอีกอย่างว่า Cytokinin-like สามารถช่วยส่งเสริมการเจริญเติบโตของพืช และสาร Pteridic acid ซึ่งเป็นสาร Auxin-like ช่วยส่งเสริมการเจริญเติบโตของรากเป็นต้น (Wink, Mohammadipanah & Hamedi, 2017 : 269-313)

ความสามารถและปัจจัยที่มีผลต่อการเจริญและผลิตสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพของแอคติโนมัยซีท แอคติโนมัยซีทเป็นจุลินทรีย์กลุ่มสำคัญ ที่สามารถสร้างสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพหลายชนิด เช่น ยาปฏิชีวนะต่อต้านเชื้อแบคทีเรีย เชื้อรา รวมถึงยาต้านไวรัส ยาต้านการอักเสบ ที่มีความสำคัญทางการแพทย์และเภสัชกรรม นอกจากนี้ยังพบว่าสามารถผลิตสารฆ่าแมลง สารปราบวัชพืช รวมไปถึงสารต้านมะเร็ง และสารกดภูมิคุ้มกัน ได้ด้วย

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

สารออกฤทธิ์ทางชีวภาพส่วนใหญ่ถูกสร้างขึ้นโดยแอคติโนมัยซีทในสกุล *Streptomyces* หลายชนิด เช่น ยา Tetracycline ใช้รักษาโรคติดเชื้อแบคทีเรียหลากหลายชนิด เช่น โรคปอดอักเสบ โรคหนองใน และโรคซิฟิลิส หรือ ยา Avermectin เป็นยาถ่ายพยาธิ ใช้รักษาโรคพยาธิไส้กรอก และโรคพยาธิผิวหนัง เป็นต้น นอกจากนั้นเชื้อ *S. clavuligerus* สามารถผลิต Clavams มีฤทธิ์ยับยั้งการทำงานของเอนไซม์เบตาแลคตาเมสที่ผลิตโดยแบคทีเรีย *Staphylococci* และแบคทีเรียแกรมลบ ส่วนยา Streptomycin ที่ผลิตโดย *S. griseus* และ Neomycin ที่ผลิตโดย *S. fradiae* ออกฤทธิ์ต้านแบคทีเรียหลายชนิด การสร้างสารเมแทบอไลท์ทุติยภูมิที่สำคัญของแอคติโนมัยซีท คือ สารปฏิชีวนะ พบว่า เชื้อมีการสร้างสารเหล่านี้ในช่วง Stationary phase ของการเจริญ โดยสารที่สร้างขึ้นนี้ไม่มีบทบาทต่อการเจริญของเซลล์จัดเป็นสารที่มีคุณสมบัติพิเศษที่จำเพาะต่อเชื้อบางชนิดเท่านั้น ดังนั้นจึงพบว่ามีเชื้อบางกลุ่มเท่านั้นที่สามารถสร้างสารปฏิชีวนะได้ โดยมักจะสร้างในรูปของสารประกอบที่มีลักษณะคล้ายคลึงกัน สามารถจัดจำแนกเป็นกลุ่มตามลักษณะที่คล้ายกันออกเป็นแฟมิลี หรือซีรีย์ ในการเลี้ยงเชื้อเพื่อสร้างสารปฏิชีวนะนั้นสามารถเลี้ยงได้ทั้งในอาหารแบบเหลวและในอาหารแบบแข็ง โดยสารปฏิชีวนะที่สร้างขึ้นนั้น พบว่ามีการสะสมอยู่ที่บริเวณไมซีเลียม หรืออาจสะสมในอาหารเลี้ยงเชื้อ หรืออาจพบได้ทั้งบริเวณไมซีเลียม และในอาหารเลี้ยงเชื้อ สารปฏิชีวนะที่เชื้อสร้างขึ้นอาจมีคุณสมบัติสามารถละลายน้ำได้ (Water soluble antibiotic) หรืออาจจะละลายน้ำไม่ได้ (Water insoluble antibiotic) ก็ได้ เช่น สารปฏิชีวนะในกลุ่ม Serine จัดเป็นยากลุ่ม Water insoluble antibiotic โดยมักพบอยู่ในรูปของผลึกสะสมที่ผิวของเซลล์หรือในอาหารเลี้ยงเชื้อ คุณสมบัติที่ปรากฏมักขึ้นอยู่กับชนิดของเชื้อและสภาพแวดล้อมที่เชื้อเจริญ สำหรับบทบาทและหน้าที่ที่แท้จริงของสารปฏิชีวนะนี้ยังไม่เป็นที่ทราบและเข้าใจอย่างแน่ชัดมีข้อเสนอหลายอย่างเกี่ยวกับบทบาท และหน้าที่ของสารปฏิชีวนะ (พงศ์ระวี นิ่มน้อย, 2558 : 192-215) ได้แก่

1. สารปฏิชีวนะที่เชื้อสร้างขึ้นอาจเป็นวิวัฒนาการอันหนึ่งของเชื้อในการดำรงชีพ
2. เป็นของเสียที่เชื้อปล่อยออกมาในขณะเกิดขบวนการเมทาบอลิซึม
3. เป็นสารที่ใช้เป็นส่วนประกอบในส่วนของเยื่อหุ้มสปอร์
4. เป็นผลผลิตที่เกิดจากการแตกสลายของสารประกอบที่มีโมเลกุลขนาดใหญ่ภายในเซลล์
5. สารปฏิชีวนะมีบทบาทในการฆ่าหรือยับยั้งการเจริญของจุลินทรีย์อื่น ๆ ในธรรมชาติ เพื่อเป็นการแก่งแย่งที่อยู่อาศัยหรือแหล่งสารอาหารเพื่อความอยู่รอดของเชื้อ
6. การที่เชื้อผลิตสารปฏิชีวนะอาจเป็นกลไกหรือวิธีการหนึ่งที่เชื้อจะรักษาการทำงานของเซลล์ให้เป็นไปอย่างเดิมในระหว่างที่เชื้อไม่มีการเจริญต่อไป เนื่องจากสภาวะสิ่งแวดล้อมไม่เหมาะสม
7. การผลิตสารปฏิชีวนะเป็นวิธีการหนึ่งที่จะหลีกเลี่ยงมิให้เซลล์ของเชื้อตายอันเนื่องมาจากความไม่สมดุลของการเจริญเติบโต
8. เป็นกลไกในการกำจัดสารพิษของเชื้อออกจากเซลล์
9. ช่วยในการขนส่งพวกโลหะเข้าสู่เซลล์
10. ระงับการงอกของสปอร์ของตัวเชื้ออื่น ๆ

5. ทุเรียน

ทุเรียนมีชื่อวิทยาศาสตร์ เป็น *Durio zibethinus* L. อยู่ในวงศ์ Bombacaceae มีชื่อสามัญว่า Durian มีถิ่นกำเนิดจากทางเอเชียตอนใต้แถบหมู่เกาะบอร์เนียว อินโดนีเซีย ต่อมาได้แพร่กระจายไปยังแหล่งต่าง ๆ รวมถึงประเทศไทย ซึ่งทุเรียนเป็นผลไม้ที่สำคัญทางเศรษฐกิจมาก มีแหล่งผลิตที่สำคัญอยู่ในเขตจังหวัดภาคตะวันออก ได้แก่ จังหวัดจันทบุรี ระยอง ตราด และปราจีนบุรี ภาคใต้ ได้แก่ จังหวัดชุมพร และสุราษฎร์ธานี เป็นต้น ปัจจุบันได้ขยายพื้นที่การปลูกออกไปยังภาคอื่น ๆ มากขึ้น เช่น ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ มีชื่อเรียกพันธุ์ว่า ทุเรียนภูเขาไฟศรีสะเกษ ในจังหวัดศรีสะเกษ เป็นต้น ข้อมูลในปี 2566 พบว่าการส่งออกทุเรียนสดมีมูลค่าสูงถึง 1.4 แสนล้านบาท โดยส่งออกไปยังประเทศจีนถึงร้อยละ 97.47 ส่งออกเป็นทุเรียนแช่แข็งมีมูลค่า 2.2 หมื่นล้านบาท ไปยังประเทศจีนถึงร้อยละ 96.86 โดยจังหวัดที่เก็บเกี่ยวได้มากที่สุดคือ จังหวัดจันทบุรี จำนวน 5.38 แสนตัน รองลงมาคือจังหวัดชุมพร จำนวน 2.71 แสนตัน (บุษยา ปิ่นสุวรรณ, 2566 : 88-90) ทุเรียนสามารถแบ่งเป็นกลุ่มพันธุ์ต่าง ๆ ได้เป็น 6 กลุ่มพันธุ์ ได้แก่ สายพันธุ์กลุ่มกบ (เช่น พันธุ์กบชายน้ำ พันธุ์กบสุวรรณ) สายพันธุ์กลุ่มลวง (เช่น พันธุ์ชะนี พันธุ์ชมพูศรี) สายพันธุ์กลุ่มก้านยาว (เช่น พันธุ์ก้านยาว พันธุ์ทองสุก) สายพันธุ์กลุ่มกำปั่น (เช่น พันธุ์หมอนทอง พันธุ์กำปั่นเหลือง) สายพันธุ์กลุ่มทองย้อย (เช่น พันธุ์นกหยิบ พันธุ์ทองย้อยฉัตร) และสายพันธุ์กลุ่มเบ็ดเตล็ด (เช่น พันธุ์กระดุมทอง พันธุ์พวงมณี พันธุ์กระปุกทองดี) (วิชา ธิติประเสริฐ, 2544 : 14-23) สายพันธุ์ที่ปลูกทางการค้ามาก ๆ คือ พันธุ์หมอนทอง ก้านยาว ชะนี และกระดุมทอง เป็นต้น แต่ก็ยังมีทุเรียนกลุ่มพันธุ์พื้นเมือง เช่น พันธุ์พวงมณี กระปุกทองดี นกหยิบ หรือกบสุวรรณ เป็นต้น การผลิตทุเรียนมักจะประสบปัญหาเรื่องศัตรูพืชที่เข้าทำลายตลอดทุกระยะของการเจริญเติบโต ซึ่งในจังหวัดจันทบุรี โรครากเน่าและโคนเน่าของทุเรียนเป็นปัญหาของเกษตรกรมากที่สุดในช่วงฤดูฝนมีฝนตกชุกทำให้มีการแพร่ระบาดของเชื้อโรครุนแรง ทำให้ต้นทุเรียนได้รับความเสียหายถึงร้อยละ 72.8 (คณะทำงานจัดการความรู้, 2565 : 1-6)

6. โรคในต้นทุเรียน

ปัญจพร เลิศรัตน์ และคนอื่น ๆ (2547) : 25-38 ได้อธิบายปัญหาในการผลิตทุเรียนที่สำคัญ คือการระบาดของโรครากเน่าโคนเน่าทุเรียน (Root and foot rot) เชื้อสาเหตุ คือ เชื้อรา *Phytophthora palmivora*, *Fusarium solani* และ *Lasiodiplodia pseudotheobromae* (Chantarasiri, & Boontanom, 2021 : 1-3) ซึ่งเชื้อรานี้สามารถเข้าทำลายพืชได้ทุกส่วน ได้แก่ ราก ลำต้น กิ่ง ใบ และผล โดยอาการเบื้องต้นของโรครากเน่าโคนเน่า คือ จะเห็นใบที่ปลายกิ่งมีสีซีดไม่เป็นมันเงา เหี่ยว เมื่ออาการรุนแรงมากขึ้นใบจะเหลือง และหลุดร่วง เมื่อโรครุนแรงอาการเน่าจะลามไปยังรากและโคนต้น ทำให้ต้นทุเรียนโทรมและยืนต้นตาย นอกจากปัญหาโรครากเน่าโคนเน่าแล้วยังพบโรคที่มีความสำคัญอีกหลายชนิด ได้แก่ โรคผลเน่า (Fruit rot) เกิดจากเชื้อราไฟทอฟธอรา (*Phytophthora palmovora*) โรคใบติดหรือใบไหม้ เกิดจากเชื้อราไรซอกโทเนีย (*Rhizoctonia solani*) โรคใบจุดสนิม (Agal spot) เกิดจากเชื้อสาหร่ายสีเขียว (*Cephaleuros virescense*) โรคแอนแทรคโนสในทุเรียน เกิดจากเชื้อราคอลเลโตตริคัม (*Colletotrichum gloeosporiodes*) โรคราสีชมพู (Pink disease) เกิดจากเชื้อราคอร์ทีเซียม (*Corticium salmonicolor*) โรคราแป้ง (Powdery

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

mildew) เกิดจากเชื้อราออยเดียม (*Oidium* sp.) หรือโรคราดำ เกิดจากเชื้อราสกุล *Polychaeton* sp., *Tripospermum* sp. ในช่วงที่มีฝนตกมากและมีสภาพความชื้นสูงมักพบเชื้อราสีขาวได้อีก ในปัจจุบันเกษตรกรจึงใช้สารเคมีป้องกันกำจัดโรคพืชเป็นจำนวนมาก โรคในทุเรียนยังรวมทั้งอาการของโรคที่เกิดจากสิ่งไม่มีชีวิตได้อีก เช่น การขาดธาตุอาหาร การขาดน้ำ ซึ่งจะมีผลต่อการเจริญเติบโตของต้นทุเรียนอย่างมาก

7. การควบคุมโรครากเน่าโคนเน่าในทุเรียน

แปลงปลูกควรมีการระบายน้ำที่ดี ไม่ควรมีน้ำท่วมขัง หากมีน้ำท่วมขังควรรีบระบายออก ปรับปรุงดิน โดยใส่ปุ๋ยคอก ปุ๋ยหมัก และปรับสภาพดินให้มีค่าความเป็นกรดด่างของดินประมาณ 6.5 กรณีดินที่เป็นกรดจัด ให้ใส่ปูนขาวหรือสารโดโลไมท์ ในอัตรา 100-200 กิโลกรัม/ไร่ ควรหลีกเลี่ยงการกระทำที่อาจทำให้รากหรือลำต้นเกิดแผล ซึ่งจะเป็นช่องทางให้เชื้อราสาเหตุโรคเข้าทำลายพืชได้ง่ายขึ้น ต้นทุเรียนที่เป็นโรครุนแรงมาก หรือยืนต้นแห้งตาย ควรขุดออกแล้วนำไปทำลายนอกแปลงปลูก แล้วตากดินไว้นานระยะหนึ่ง แล้วจึงปลูกทดแทน ไม่นำเครื่องมือตัดแต่งที่ใช้กับต้นเป็นโรคไปใช้ต่อกับต้นปกติ และควรทำความสะอาดเครื่องมือก่อนนำไปใช้ใหม่ทุกครั้ง ควรตรวจแปลงอย่างสม่ำเสมอ เมื่อพบส่วนของใบ ดอก หรือผลที่เป็นโรค ให้ทำการตัดแต่งส่วนที่เป็นโรคไปทำลายนอกแปลงปลูก แล้วพ่นด้วยสารป้องกันกำจัดโรคพืช คือ สารเมทาแลกซิล (Metalaxyl) 25% WP อัตราส่วน 30-50 กรัมต่อน้ำ 20 ลิตร หรือสารฟอสอีทิล-อะลูมิเนียม (Fosetyl-aluminium) 80% WP อัตราส่วน 30-50 กรัมต่อน้ำ 20 ลิตร ให้ทั่วทรงพุ่ม เมื่อพบต้นที่ใบเริ่มมีสีซีด ไม่เป็นมันเงาหรือใบเหลืองหลุดร่วง ให้ใช้สารละลายกรดฟอสโฟนิก (Phosphonic acid) 40% SL ผสมน้ำสะอาด อัตราส่วน 1:1 ใส่กระบอกฉีดยาฉีดเข้าลำต้น อัตราส่วน 20 มิลลิลิตรต่อต้น และ/หรือราดดินด้วยสารฟอสอีทิล-อะลูมิเนียม (Fosetyl-aluminium) 80% WP อัตราส่วน 30-50 กรัมต่อน้ำ 20 ลิตร หรือสารเมทาแลกซิล (Metalaxyl) 25% WP อัตราส่วน 30-50 กรัมต่อน้ำ 20 ลิตร เมื่อพบอาการโรคบนกิ่งหรือที่โคนต้น ถากหรือขูดผิวเปลือกบริเวณที่เป็นโรคออก แล้วทาแผลด้วยสารฟอสอีทิล-อะลูมิเนียม (Fosetyl-aluminium) 80% WP อัตรา 80-100 กรัมต่อน้ำ 1 ลิตร หรือสารเมทาแลกซิล (Metalaxyl) 25% WP อัตรา 50-60 กรัมต่อน้ำ 1 ลิตร ทุก 7 วัน จนกว่าแผลจะแห้ง หรือใช้กรดฟอสโฟนิก (Phosphonic acid) 40% SL ผสมน้ำสะอาด อัตราส่วน 1:1 ใส่กระบอกฉีดยา ใช้อัตรา 20 มิลลิลิตรต่อต้น ฉีดเข้าลำต้นหรือกิ่งในบริเวณตรงข้ามอาการโรค หรือส่วนที่เป็นเนื้อไม้ดีใกล้บริเวณที่เป็นโรค หลังจากเก็บเกี่ยวผลผลิตแล้ว ตัดแต่งกิ่งที่เป็นโรค กิ่งแห้ง และตัดขั้วผลที่ค้างอยู่ออก นำไปทำลายนอกแปลงปลูก เพื่อลดการสะสมของเชื้อสาเหตุโรค (ปัญจพร เลิศรัตน์ และคนอื่น ๆ, 2547 : 29-32)

การควบคุมโดยชีววิธีเป็นอีกวิธีหนึ่งในการควบคุมโรค โดยเฉพาะการใช้ชีวภัณฑ์ป้องกันกำจัดศัตรูพืช (Biological control agents) โดยชีวภัณฑ์คือสิ่งที่ประกอบด้วยสิ่งมีชีวิตและสารออกฤทธิ์ที่เป็นองค์ประกอบของสิ่งมีชีวิต โครงการระบบอาหารเกษตรอย่างยั่งยืนแห่งอาเซียน และองค์กรอื่น ๆ

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

ได้แบ่งชีวภัณฑ์ เป็น 4 ประเภท ได้แก่ จุลินทรีย์กำจัดศัตรูพืช (Microbial control agents) สิ่งมีชีวิตขนาดใหญ่ (Macro-organisms) Semiochemicals (คือ Pheromone, Kairomones) และผลิตภัณฑ์จากธรรมชาติ (สารสกัดจากพืช (Botanicals) หรือสารที่เกิดจากการหมัก และสารอื่น ๆ) โดยชีวภัณฑ์เหล่านี้ล้วนมีประโยชน์ในการช่วยควบคุมป้องกันกำจัดศัตรูพืช ได้แก่ แมลงศัตรูพืช โรคพืช วัชพืช และสัตว์ศัตรูพืช ที่สำคัญคือการใช้ชีวภัณฑ์มีความปลอดภัยต่อตัวเกษตรกรผู้ใช้ ผู้บริโภค และสิ่งแวดล้อม จุลินทรีย์ในธรรมชาติมากมายที่พบได้ในประเทศไทย สามารถนำมาศึกษาวิจัยและพัฒนาจนสามารถนำมาเพาะเลี้ยงขยายปริมาณและผลิตเป็นชีวภัณฑ์ที่มีประสิทธิภาพในการควบคุมศัตรูพืช เช่น แบคทีเรีย *Bacillus subtilis* (Bs) สายพันธุ์ต่าง ๆ แบคทีเรีย *B. thuringiensis* (Bt) เชื้อราไตรโคเดอร์มา (*Trichoderma harzianum*) ราเขียวเมตาไรเซียม (*Metarhizium anisopliae*) หรือเห็ด เช่น เห็ดเรืองแสง (*Neonothopanus nambi*) (เห็ดหลินจือเรืองแสง) หรือไวรัส Nucleopolyhedrovirus (NPV) (สำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, 2563 : 2-3) การควบคุมปริมาณเชื้อก่อโรครากเน่าโคนเน่าของทุเรียนในดินอาจใช้เชื้อราปฏิปักษ์ เช่น เชื้อราไตรโคเดอร์มา (*Trichoderma* sp.) ที่มีส่วนผสม คือ เชื้อรา *Trichoderma* sp. ผสมกับรำข้าว และปุ๋ยคอก ในอัตราส่วน 1:4:10 โดยน้ำหนัก ใช้ในอัตรา 50 กรัมต่อตารางเมตร คลุกเคล้าส่วนผสมให้เข้ากัน แล้วนำส่วนผสมของเชื้อราดังกล่าวโรยลงดินในพื้นที่รัศมีทรงพุ่ม หรืออาจใช้รองก้นหลุมก่อนปลูก (ปัญจพร เลิศรัตน์ และคนอื่น ๆ, 2547 : 29-32)

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

งานวิจัยในประเทศ

สุจรรยา ฉายแสง (2556) : 45-55 ได้รายงานผลการแยกและคัดกรองเชื้อเอนโดไฟติกแอคติโนมัยซีทจากพืชสมุนไพร 4 ชนิด ได้แก่ กระชาย ขมิ้น ข่า และขิง ได้ทั้งหมด 16 ไอโซเลท พบว่ามีเชื้อ 14 ไอโซเลท ที่สามารถออกฤทธิ์ต้านการเจริญของเชื้อทดสอบได้ ซึ่งมีทั้งแบคทีเรียแกรมบวกและแบคทีเรียแกรมลบ รวมทั้งเชื้อราในกลุ่มยีสต์ โดยเชื้อไอโซเลท BO-03, BO-07, BO-08 และ AL-03 สามารถออกฤทธ์ยับยั้งการเจริญของเชื้อจุลินทรีย์ทดสอบได้ดีที่สุด และได้ระบุชนิดของเชื้อแอคติโนมัยซีทดังกล่าวว่าอยู่ในสกุล *Streptomyces* โดยมีค่า MIC เป็นดังนี้ ไอโซเลท BO-03 สามารถยับยั้งเชื้อ *B. cereus, B. subtilis* และ *S. aureus* ได้ที่ความเข้มข้น 0.5, 0.5 และ 64.0 µg/ml ตามลำดับ, ไอโซเลท AL-03 มีค่า MIC เท่ากับ 0.5, 0.5 และ 64.0 µg/ml ตามลำดับ ไอโซเลท BO-07 มีค่ามีค่า MIC ต่อเชื้อ *B. cereus, B. subtilis, C. albicans* และ *S. aureus* เท่ากับ 0.5, 0.5, 256.0 และ 0.5 µg/ml ตามลำดับ และไอโซเลท BO-08 มีค่า MIC กับเชื้อ *B. cereus, B. subtilis, E. coli* และ *S. aureus* เท่ากับ 128.0, 128.0, 256.0 และ 8.0 µg/ml ตามลำดับ

Taechowisan et al., (2014) : 8-13 รายงานการแยกเชื้อเอนโดไฟติกแอคติโนมัยซีทจากรากของกระชาย (*Boesenbergia rotunda* (L.) Mansf.) ในจังหวัดนครปฐม โดยกำหนดชื่อรหัสเป็น BT01 และจัดจำแนกเชื้อได้อยู่ในกลุ่ม *Streptomyces* เชื้อนี้มีฤทธิ์ยับยั้งแบคทีเรียแกรมบวก ได้แก่

Staphylococcus aureus ATCC 25932, *Bacillus cereus* ATCC 7064 และ *B. subtilis* ATCC 6633 การทดสอบฤทธิ์ทางชีวภาพของสารสกัดจากเชื้อดังกล่าวพบว่ามีค่า MIC อยู่ระหว่าง 32 ถึง 256 µg/ml

Mingma et al. (2013) : 271-280 รายงานการแยกเชื้อเอนโดไฟติกแอคติโนมัยซีทจากรากและดินรอบรากของพืชตระกูลถั่วในจังหวัดกรุงเทพฯ และประจวบคีรีขันธ์ โดยแยกเชื้อได้ทั้งหมด 317 ไอโซเลท แยกได้จากรากพืช 77 ไอโซเลท ได้จากดินรอบราก 240 ไอโซเลท ในจำนวนทั้งหมดนี้พบว่าจำนวน 289 ไอโซเลท มีความคล้ายกับเชื้อสกุล *Streptomyces* และอีก 28 ไอโซเลท จัดเป็นกลุ่มที่ไม่ใช่สกุล *Streptomyces* เมื่อทดสอบฤทธิ์ยับยั้งเชื้อ *Xanthomonas campestris* pv. *glycine* ที่ก่อโรคในถั่วเหลืองพบว่ามี 64 ไอโซเลท ที่ยับยั้งได้ โดยไอโซเลท RM 365 ยับยั้งได้สูงสุด และไม่ยับยั้งการเจริญเติบของเชื้อ *Rhizobium japonicum* TISTR 079, *Rhizobium* sp. TISTR 061 และ *Rhizobium* sp. TISTR 063 ในการวิเคราะห์ลำดับนิวคลีโอไทด์ของยีน 16S rRNA พบว่าไอโซเลท RM 365 มีความคล้ายคลึงกับเชื้อ *Streptomyces caeruleatus* GIMN4^T ถึงร้อยละ 99.28

Taechowisan et al., (2013) : 104-109 รายงานการคัดแยกเชื้อเอนโดไฟติกแอคติโนมัยซีทจากรากข่า (*Alpinia galanga* Swartz.) ในจังหวัดนครปฐม ได้เชื้อ *Streptomyces hygroscopicus* BRM10 เมื่อสกัดสารออกฤทธิ์และทดสอบหาค่า MIC ของสารสกัดหยาบพบว่ามีค่า MIC ต่อเชื้อ *S. aureus* ATCC 25932, *B. cereus* ATCC 6633, *Escherichia coli* ATCC 10536 และ *Pseudomonas aeruginosa* ATCC 27853 ที่ความเข้มข้นเป็น 0.5, 0.5, 32.0 และ 64.0 µg/ml ตามลำดับ และมีค่า Minimum bactericidal concentration (MBC) ต่อเชื้อ *S. aureus* ATCC 25932 และ *B. cereus* ATCC 6633 เท่ากันที่ความเข้มข้น 8.0 µg/ml แต่มีฤทธิ์ในการฆ่าเชื้อ *E. coli* ATCC 10536 และ *P. aeruginosa* ATCC 27853 ที่ความเข้มข้นมากกว่า 64.0 µg/ml ทั้งคู่

Taechowisan et al., (2003) : 381-385 แยกเชื้อเอนโดไฟติกแอคติโนมัยซีทจากเนื้อเยื่อพืช 36 ชนิด ในจังหวัดเชียงใหม่ โดยใช้อาหาร Humic-acid vitamin (HV) agar พบว่าแยกเชื้อได้ 330 ไอโซเลท โดยแยกได้จากราก 212 ไอโซเลท แยกได้จากใบ 97 ไอโซเลท และแยกได้จากต้น 21 ไอโซเลท การจำแนกชนิดของเอนโดไฟต์ติกแอคติโนมัยซีท พบว่าเป็น *Streptomyces* sp. จำนวน 277 ไอโซเลท เป็น *Microbispora* sp. จำนวน 14 ไอโซเลท เป็น *Nocardia* sp. จำนวน 8 ไอโซเลท และเป็น *Micromonospora* sp. จำนวน 4 ไอโซเลท ในจำนวนนี้มี 4 ไอโซเลท จัดจำแนกไม่ได้ และมี 23 ไอโซเลท ที่ตายไประหว่างการเพาะเลี้ยง ซึ่งกลุ่มที่พบมากที่สุดคือสกุล *Streptomyces* โดยมีเชื้อแอคติโนมัยซีท 3 ไอโซเลท ที่สามารถยับยั้งการเจริญของเชื้อรา *Colletotrichum musae* ได้ดีมาก มีเชื้อแอคติโนมัยซีท 5 ไอโซเลท ที่สามารถยับยั้งการเจริญของเชื้อรา *Fusarium oxysporum* ได้ดี และมี 2 ไอโซเลท ที่สามารถยับยั้งการเจริญของเชื้อราทั้ง 2 ชนิดได้ดี

งานวิจัยต่างประเทศ

Maliehe et al., (2022) : 1-12 ทำการแยกเชื้อเอนโดไฟติกแอคติโนมัยซีทจากว่านหางจระเข้ (*Aloe ferox* Mill) จากมหาวิทยาลัยซูลูแลนด์ ประเทศแอฟริกาใต้ พบว่าได้แอคติโนมัยซีทคือ *Streptomyces olivaceus* CP016795.1 ซึ่งสารสกัดหยาบของเชื้อนี้มีฤทธิ์ยับยั้งเชื้อ *S. aureus* ATCC 25925, *B. cereus* ATCC 10102 และ *E. coli* ATCC 25922 ซึ่งมีค่า MIC ไม่เกิน 1 mg/ml

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

และมีฤทธิ์ยับยั้งเอนไซม์ Respiratory chain dehydrogenase และเมื่อนำสารสกัดหยาบไปวิเคราะห์สเปกตรัมด้วย Fourier transform-infrared spectrophotometer (FTIR) และ Gas chromate-graphy-mass spectrophotometry (GC-MS) พบว่าในสารสกัดหยาบมีองค์ประกอบหลักเป็น 5-Hydroxymethylfurfural ที่ร้อยละ 19.47

Inderiati & Franco (2008) : 1-6 ทำการแยกเชื้อเอนโดไฟติกแอคติโนมัยซีทจากราก ลำต้น และใบของต้นมะเขือเทศ จากตอนใต้ของประเทศออสเตรเลีย ได้เชื้อทั้งหมด 36 ไอโซเลท ส่วนใหญ่เป็นเชื้อในสกุล *Streptomyces* รองลงมาเป็นสกุล *Microbaspora* และ *Nonomurae* เมื่อนำเชื้อที่ได้ไปตรวจสอบฤทธิ์ต้านเชื้อรา 6 ชนิด พบว่าเชื้อแอคติโนมัยซีท 28 ไอโซเลทที่แยกได้สามารถยับยั้งเชื้อราได้อย่างน้อย 1 ชนิด มีเชื้อแอคติโนมัยซีท 5 ไอโซเลท ที่มีฤทธิ์ยับยั้งการเจริญของเชื้อราทดสอบได้ทั้ง 6 ชนิด เมื่อนำเชื้อแอคติโนมัยซีทจำนวน 15 ไอโซเลท ไปทดสอบกับเชื้อรา *Rhizoctonia solani* พบว่ามี 14 ไอโซเลท ที่สามารถแสดงฤทธิ์กดการเจริญของเชื้อรา *R. solani* ในพืชได้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ในช่วงร้อยละ 30 ถึง 76

Cao et al., (2005) : 147-152 ทำการแยกเอนโดไฟติกแอคติโนมัยซีทได้จำนวน 131 ไอโซเลท จากเนื้อเยื่อของรากกล้วย (*Musa* sp., AAA, Cavendish subgroup, cv. Williams) จากเมืองกวางโจว ประเทศจีน ที่ผ่านการฆ่าเชื้อที่พื้นผิว โดยเชื้อที่แยกได้จัดอยู่ในสกุล *Streptomyces* spp. จำนวน 99 ไอโซเลท สกุล *Streptoverticillium* spp. จำนวน 28 ไอโซเลท และสกุล *Streptosporangium* spp. จำนวน 2 ไอโซเลท ส่วนอีก 2 ตัวอย่างไม่สามารถระบุสกุลได้ เชื้อเอนโดไฟติกแอคติโนมัยซีทในจำนวนนี้ร้อยละ 18.3 ของตัวอย่างทั้งหมดสามารถยับยั้งการเจริญของเชื้อรา *Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense* ที่ทำให้เกิดโรคในพืชได้ และพบว่าเชื้อ *Streptomyces* sp. สายพันธุ์ S96 เป็นเชื้อที่ยับยั้งการเจริญของเชื้อราได้ดีที่สุด

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี