## อภิปรายและสรุปผลการวิจัย

ในการศึกษาวิจัยโรคเหี่ยวเนื่องจาก Fusarium ของมินต์พันธุ์สว.1 ที่เก็บจากสถานที่ต่าง ๆ หลายจังหวัดนั้น ผลของการวิจัยแยกเชื้อจากต้นมินต์เป็นโรคเหี่ยวโดยอาศัยหลักของ Booth (1971) สามารถจำแนกชนิดได้โดยอาศัยลักษณะทางสัณฐานวิทยา ลักษณะของ macroconidia microconidia ลักษณะของ chlamydospore และลักษณะสีของ colony ในอาหารเลี้ยงเชื้อ พบว่าเป็นชนิด Fusarium solani ได้ส่งเชื้อ Fusarium ชุดเดียวกันนี้ไปตรวจสอบที่ Commonwealth Mycological Institute, Kew ประเทศอังกฤษ ด้วยความเอื้อเฟื้อของ Dr. C.Booth พบว่าเป็นเชื้อเดียวกันคือเป็น Fusarium solani (Mart.) Sacc.

การจำแนกเชื้อโดยการวัดขนาดของ macroconidia และ microconidia ที่เกิดในอาหารเลี้ยงเชื้อสองชนิดคือ PDA และ PSA พบว่าทั้ง macroconidia และ microconidia ในอาหารทั้งสองชนิดมีขนาดใกล้เคียงกัน แสดงว่า PDA และ PSA ไม่แตกต่างกันนัก และไม่ทำให้ลักษณะของสปอร์ต่างกันไป สำหรับการศึกษาอัตราการเจริญของเชื้อราบริสุทธิ์ทั้งห้าในอาหารเลี้ยงเชื้อทั้งสองชนิดคือ PDA และ PSA นั้นก็ให้ผลที่ใกล้เคียงกัน

ผลของการศึกษาอัตราการเจริญของเชื้อราบริสุทธิ์สามารถนำมาใช้ในการจำแนกเชื้อราบริสุทธิ์ได้ใช้หลักในการจำแนกโดยหลักของ Booth (1971) แต่สภาวะที่ใช้ในการเลี้ยงเชื้อรานั้นต่างกันคือที่ใช้นั้นใช้อุณหภูมิประมาณ 30 องศาเซลเซียส ซึ่งถือเป็นอุณหภูมิห้อง ในขณะที่ของ Booth นั้นใช้อุณหภูมิห้องที่ 25 องศาเซลเซียส ส่วนอาหารเลี้ยงเชื้อที่ใช้เหมือนกันคือPSA ซึ่งจากข้อมูลที่ได้จากข้อ 3 ของผลการวิจัยก็จะออกมาเป็น F. solani เช่นเดียวกันกับของ Booth ทำ ดังนั้นจะเห็นได้ว่าในสภาวะของประเทศไทยก็สามารถจะใช้หลักการเช่นเดียวกันกับที่ Booth ทำ สำหรับหลักนี้ใช้อัตราการเจริญของเส้นผ่าศูนย์กลางของเชื้อราเป็นหลัก นอกจากนี้ก็ใช้ลักษณะของ macroconidia microconidia สีของ culture microconidiophores ประกอบการจำแนกนี้

สำหรับการพิสูจน์โรคโดยวิธี Koch's postulation ได้ทำเป็น 2 การทดลอง คือ ราดน้ำที่มีเชื้อ Fusariumลงไปในกระถางที่ปลูกมินต์และทำต้นมินต์ให้เป็นแผลก่อนแล้วจึง

นำไปแช่ในน้ำเชื้อ ในต้นมินต์ที่มีอายุต่างกัน 2 ระยะ พบว่าทั้งสองการทดลองเกิดอาการเหี่ยว 100 เปอร์เซ็นต์ในเวลาใกล้เคียงกัน ซึ่งตรงกับผลการทดลองของ Hood และ Stewart (1957) แต่การทดลองนี้ค้านกับการทดลองของ Bickerton ที่กล่าวว่าการทำให้ต้นเกิดบาดแผลจะทำให้เกิดโรคได้ดีกว่าการราดน้ำเชื้อลงในดินที่ปลูก (Hood และ Stewart 1957) นอกจากนี้ได้มีการนับจำนวน colony ที่แยกได้จากต้นมินต์ที่ใช้ในการทดลองพบว่าจากการคำนวณ t-test ที่ความเชื่อมั่น 95เปอร์เซ็นต์ จะได้ผลว่าทั้งสองการทดลองไม่มีความแตกต่างกันในการทำให้เกิดโรคเหี่ยวของต้นมินต์อายุ 1 และ 2 เดือนตามลำดับ แต่สิ่งที่แตกต่างกันคือช่วงระยะเวลาในการแสดงอาการเหี่ยวพบว่าพืชอายุ 1 เดือนจะแสดงอาการเหี่ยวเร็วกว่าพืชอายุ 2 เดือนทั้งในการทดลองที่ 1 และที่ 2 การที่เป็นเช่นนี้อาจเนื่องมาจากในพืชที่อายุน้อยจะมีความต้านทานต่อการติดเชื้อได้น้อยกว่าพืชที่อายุมาก (Mace และคณะ 1971)

ต้นมินต์ที่ทดลองในการพิสูจน์โรคเมื่อแสดงอาการเหี่ยวได้นำมาผ่าลำต้นออกตามยาวพบว่าส่วนของท่อน้ำท่ออาหารกลายเป็นสีน้ำตาล ซึ่งส่วนที่เป็นสีน้ำตาลอาจเนื่องมาจาก phenol ภายในเซลถูก hydrolyse ด้วยเอ็นไซม์ polyphenol oxidase ให้เป็น quinone และเกิด polymerization เป็น melanin (Agrios 1969 Dimond 1963 Mace และคณะ 1972 Pennypacker และ Nelson 1972 Pierson และคณะ 1955) เมื่อนำลำต้นส่วนที่เป็นโรคเหี่ยวมาตัดตามขวางโดยวิธีไมโครเทคนิคและย้อม quadruple stain พบว่าภายใน vessel บางเซลเกิดมีการอุดตันหรือ vascular plug ขึ้น ซึ่ง Waggoner และDimond (1954) อธิบายว่าการเกิด vascular plug นี้เนื่องจากผลของ pectic enzyme ที่เชื้อราสร้างขึ้น Pennypacker และ Nelson (1972) กล่าวว่าการเกิด vascular plug ในต้น carnation ที่ถูกติดเชื้อด้วย Fusarium oxysporum f. sp. dianthi เป็นผลของการตอบสนองของพืชต่อเชื้อรา (Beckman 1969)Pierson และคณะ(1955) ได้ทดลองในมะเขือเทศ โดย inoculate filtrate ของ F. oxysporum f. lycopersici และใช้ pectic enzyme ที่สังเคราะห์ขึ้นทำวิธีเดียวกับการใช้ inoculate filtrate ของ F. oxysporum f. lycopersici พบว่าผลที่ได้เหมือนกันคือมี vascular plug ขนาดใหญ่และติดสีเข้มของ ruthenium red ดังนั้น vascular plug น่าจะเป็นผลที่เชื้อ

Fusarium ซับ pectic enzyme ออกมานอกเซล สำหรับ ruthenium red เป็นสีที่ใช้ย้อมเพื่อตรวจสอบ pectin เท่านั้น (Johansen 1940) vascular plug เป็นพวก pectic compound (Deese และ Stahmann 1962) แต่มีรายงานว่า vascular plug เป็นพวก gum (Deese และ Stahmann 1962, McClure1950) แต่ Beckman (1969), Beckman และ Zaroogian (1967) รายงานว่า Vascular plug จะเป็นพวก hemicellulose ด้วย Gothoshar และคณะ(1955) Deese และ Stahmann (1962) คิดว่า plug เหล่านี้น่าจะเป็นผลของปฏิกริยาของ pectolytic enzyme เช่น pectin methylesterase และ pectin depolymerase ที่มีต่อผนังของ primary cell wall และ middle lamella ซึ่งไปทำให้ส่วนประกอบของ middle lamella และผนังของ primary cell wall สลายกลายเป็นของโมเลกุลใหญ่ ๆ ขวางอยู่เป็น plug ดังนั้น vascular plug อาจจะประกอบด้วย pectin อย่างเดียวหรืออาจจะมีทั้งpectin gum และ hemicellulose อยู่ด้วย เนื่องจากสารเหล่านี้เป็นส่วนประกอบของผนังเซลในต้นมินต์ที่ทำการทดลองตรวจพบ vascular plug ใน vessel เช่นกัน และย้อมสี section แบบ quadruple stain ส่วนของ vascular plug จะติดสีเหลืองน้ำตาลอาจจะสันนิษฐานได้ว่าสารใน vascular plug น่าจะเป็นสารพวก pectin หรือ gum เช่นเดียวกับพืชอื่น ๆ เชื้อรา Fusarium solani อาจจะสร้างเอ็นไซม์ไปสลายผนังเซลเช่นเดียวกับ F. oxysporum บทบาทของ vascular plug ในการเกิดโรคเหี่ยวนี้ Waggoner และ Dimond (1954) กล่าวว่า vascular plug จะเป็นสิ่งที่กีดขวางการไหลของน้ำ แต่ Agrios (1969) กล่าวว่า vascular plug จะไม่เป็นสาเหตุของการเกิดการเหี่ยวในพืช แต่เมื่อมีการพิจารณาถึงสารประกอบใน vascular plug แล้ว vascular plug นี้น่าจะมีบทบาทต่อการลำเลียงของน้ำในลำต้น ทั้งนี้เนื่องจากสารพวก pectin และ gum สามารถอมน้ำไว้ได้ซึ่งเมื่อเป็นเช่นนี้ย่อมจะมีผลต่อการไหลของน้ำในลำต้น (Esau 1965)

นอกจากจะพบว่ามี vascular plug แล้วยังพบเส้นใยและ conidia ใน secondary xylem โดยเฉพาะใน vessel เส้นใยอาจไปกีดขวางการไหลของน้ำได้ แต่ไม่ใช่เป็นสาเหตุทั้งหมดของการเหี่ยว Waggoner และ Dimond(1954) ได้นับจำนวนเส้นใยที่อยู่ใน xylem พบว่าเส้นใยเพียง10 เส้นจะมีความกว้างประมาณ 0.1 เซนติเมตร ซึ่งจะกีดขวางการไหลของน้ำในเซลของพืชได้ นอกจาก vascular plug และเส้นใยแล้ว สาเหตุที่ทำให้เกิดการเหี่ยวของพืชอีกอย่างคือ fusaric acid ที่เชื้อราสร้างขึ้นมา fusaric acid จะมีผลต่อระบบเอ็นไซม์และ semi-permeability ของ cell membrane ของพืช (Gäumann 1957,1958)fusaric acidน่าจะเป็นสารตัวหนึ่งที่ทำให้เกิดอาการเหี่ยวได้ และF. solani สามารถสร้างสารตัวนี้ได้ (Dimond 1963) สารพวก polysaccharide ก็จะมีบทบาทต่อการเหี่ยวเช่นกัน Hodgson, Peter และ Riker (1947) พบว่า polysaccharide จะมีบทบาทต่อการเหี่ยวของมะเขือเทศ Thomas(1949) พบว่าสารตัวหนึ่งที่เป็นสาเหตุของการเหี่ยวของมันฝรั่งก็คือ polysaccharide ซึ่งสร้างโดย F. solani f. eumartii (Carp.) Snyder polysaccharide ซึ่งอยู่ใน xylem จะอยู่ในลักษณะของโมเลกุลที่รวมตัวกันมีขนาดใหญ่กีดขวางของการไหลของน้ำ

โรคเหี่ยวของพืชจะมีผลเสียหายทางเศรษฐกิจมาก โดยเฉพาะพืชเศรษฐกิจเช่นมะเขือเทศ มันฝรั่ง หน่อไม้ฝรั่ง Grogan และKimble (1959) พบว่าหน่อไม้ฝรั่งที่ติดเชื้อ F. oxysporum f. asparagi เกิดโรคเหี่ยวนั้นจะทำให้ผลผลิตลดลงมากและไม่เกิดหน่อ ในต้นมินต์ก็เช่นเดียวกัน ต้นมินต์ที่เป็นโรคเหี่ยวนั้นส่วนมากจะแสดงอาการเหี่ยวก่อนที่จะถึงอายุเก็บเกี่ยวและตายไปในที่สุด ทำให้ไม่สามารถเก็บเกี่ยวได้ มินต์ที่เป็นโรคเหี่ยวมักจะพบในดินที่ค่อนข้างแฉะ การระบายน้ำไม่ดี หรือในดินที่เป็นกรด จากการสำรวจพบว่าพื้นที่ที่ปลูกมินต์แล้วเกิดโรคมักเป็นที่ซึ่งเคยปลูกผักมาก่อน สันนิษฐานได้ว่าเชื้อราที่ทำให้เกิดโรคในผักนั้นจะยังมีชีวิตอยู่ในดิน และเมื่อนำต้นมินต์มาปลูกก็ทำให้เกิดโรคกับมินต์อีก (โฉมเฉลา 2518) สาเหตุของโรคเหี่ยวของมินต์ซึ่งยังไม่เคยมีผู้ใดรายงานไว้เลย จากการพิสูจน์โรคในการทดลองนี้พบว่า F. solani เป็นตัวทำให้เกิดโรค

จากผลการวิจัยพบว่าสาเหตุของโรคเหี่ยวของมินต์พันธุ์สว.1 เนื่องมาจากเชื้อ F. solani แสดงให้เห็นว่าโรคเหี่ยวเนื่องจากเชื้อ Fusarium นั้นไม่จำเป็นต้องเป็น F. oxysporum แต่เพียงชนิดเดียว ซึ่งเป็นการสนับสนุนการทดลองของ Manning และคณะ (1971) Carpenter (1915) ได้รายงานว่าF. eumartii ซึ่งปัจจุบันคือ F. solani eumartii (Carpenter) Snyder & Hansen เป็นสาเหตุของโรคเหี่ยวและโรคเน่าของหัวมันฝรั่ง Rahman และSubranian (1967) รายงานว่าพบ F. solani var. minus Wr. จะเป็นสาเหตุโรคเหี่ยวของต้นกาแฟ (Coffea arabica) ในอินเดียตอนใต้ จะเห็นได้ว่า F. solaniที่เป็นสาเหตุของโรคเหี่ยวของมินต์นี้เป็นเรื่องที่น่าสนใจในการที่จะศึกษาต่อไปทั้งในด้านสรีรวิทยาของเชื้อราและความสัมพันธุ์ของพืชกับเชื้อราเพื่อที่จะเป็นแนวทางในการป้องกันและกำจัดโรคต่อไป.