บทที่ 1

บทนำ

บทนำต้นเรื่อง

ส้มจุก (*Citrus reticulata* Blanco) เป็นไม้ผลพื้นเมืองทางภาคใต้ตอนล่างของประเทศไทย เริ่มนำมาปลูกในปี พ.ศ. 2444 ที่อำเภอจะนะ จังหวัดสงขลา มีพื้นที่ปลูกประมาณ 5,000 ไร่ ต่อมามีการขยายพื้นที่ปลูกไปสู่จังหวัดใกล้เคียงคือ จังหวัดสุราษฎร์ธานี จังหวัดนครศรีธรรมราช และจังหวัดยะลา เป็นต้น ปัจจุบันมีพื้นที่ปลูกส้มจุกในภาคใต้เพียง 1,125 ไร่ เท่านั้น โดยมีอยู่ในจังหวัดสงขลา 1,103 ไร่ และจังหวัดสตูล 22 ไร่ (ทั้งที่ให้ผลผลิตและไม่ให้ผลผลิต) (กรมส่งเสริมการเกษตร, 2543) เนื่องจากเกษตรกรประสบปัญหาต้นส้มโทรม ต้นส้มติดโรค ซึ่งเกิดจากหลายสาเหตุ เช่น การขาดธาตุสังกะสี เกิดโรครากเน่าโคนเน่า โรคแคงเกอร์ ซึ่งโรคและอาการเหล่านี้เกิดกับเซลล์เนื้อเยื่อภายนอก ดังนั้นจึงสามารถแก้ไขและบำบัดได้ด้วยการใช้สารเคมี แต่โรคที่ทำให้ต้นส้มจุกทรุดโทรมเร็วและส่งผลกระทบต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตมาก คือ โรคกรีนนิ่ง (greening) ซึ่งเกิดจากเชื้อแบคทีเรีย เชื้อโรคนี้อาศัยในท่ออาหารของต้นส้มเท่านั้น (Bar-Joseph *et al*., 1989 อ้างโดย รัตนา, 2537) และโรคทริสเตซ่า (tristeza) ที่เกิดจากเชื้อวิสา (Citrus tristeza clostero virus : CTV) : ซึ่งทั้ง 2 โรค มีเพลี้ยไก่แจ้ เพลี้ยอ่อนส้ม และเพลี้ยกระโดดส้ม เป็นแมลงพาหะในการแพร่กระจาย (รัตนา, 2537) โรคโทรมที่พบในเขตอำเภอเมือง จังหวัดนครศรีธรรมราช อำเภอหาดใหญ่ และอำเภอจะนะ จังหวัดสงขลา เกิดจากเชื้อไวรัสทริสเตซ่า 27 สายพันธุ์ (รัตนา และคณะ, 2543) ปัจจุบันหลายหน่วยงานมีนโยบายให้มีการอนุรักษ์พันธุ์ส้มจุกและส่งเสริมให้ปลูกมากขึ้น เนื่องจากส้มจุกเป็นไม้ผลพื้นเมืองของภาคใต้ที่ใกล้สูญพันธุ์และส้มจุกยังมีศักยภาพที่สามารถส่งเสริมเป็นพืชปลูกทางเศรษฐกิจได้ ดังนั้นเพื่อหลีกเลี่ยงและป้องกันโรคเหล่านี้ เกษตรกรอาจปฏิบัติได้หลายวิธี ได้แก่ การนำส้มปลอดโรคมาปลูก หรือใช้วิธีการติดตาต่อกิ่งส้มจุกบนต้นตอส้มต้านทาน เป็นต้น ปัจจุบันวิธีการติดตา ต่อกิ่งบนต้นตอได้รับความนิยมสูง เพราะถ้าเลือกชนิดต้นตอได้เหมาะสมจะช่วยส่งเสริมการเจริญเติบโต ช่วยส่งเสริมการให้ผลผลิต ช่วยให้คุณภาพผลผลิตดี และต้านทานต่อการเกิดโรคได้ (Hartmann *et al*., 1997) และการขยายพันธุ์ด้วยวิธีการนี้ทำได้รวดเร็ว ได้จำนวนต้นมาก ช่วยลดต้นทุนการผลิต และได้ต้นที่ต้านทานโรค เป็นต้น (สัญชัย, 2538) ในการทดลองครั้งนี้ทำการศึกษาสัณฐานวิทยา สรีรวิทยา และเครื่องหมายทางชีวโมเลกุลของต้นส้มจุกที่ต่อกิ่งบนต้นตอส้มชนิดต่างๆ ทั้งที่นำเข้าจากต่างประเทศและต้นตอส้มพื้นเมืองภายในประเทศมาศึกษาเพื่อเป็นแนวทางในการหาพันธุ์ต้นตอส้มที่เหมาะสมต่อการขยายพันธุ์ส้มจุกแบบเสียบยอด และช่วยส่งเสริมให้ต้นส้มจุกมีการเจริญเติบโตที่ดีและต้านทานต่อการเกิดโรคต่อไปได้

การตรวจเอกสาร

1. ลักษณะทางพฤกษศาสตร์ของส้มจุก

ส้มจุก (*Citrus reticulata* Blanco : Neck Orange) อยู่ในวงศ์ Rutaceae สกุล *Citrus* เป็นไม้ผลที่มีทรงพุ่มขนาดกลาง ใบมีรูปร่างเป็นวงรี โคนและปลายใบแหลม เรียกว่า lanceolate มีปีกล่างเล็กจนเกือบไม่มี เรียกว่า sessile ขอบใบเรียบ ผลกลม ด้านบนเป็นคอหรือจุก ก้นบุ๋มเล็กน้อย ผลมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 6.50 - 7.00 เซนติเมตร น้ำหนักผลอยู่ในช่วง 145 - 190 กรัม เปลือกหนา 0.30 - 0.40 เซนติเมตร มีต่อมน้ำมันใหญ่นูนและถี่ แกนผลกลวง ถุงน้ำหวานค่อนข้างบางยาว เนื้อมีสีเหลืองอ่อนใส มีปริมาณน้ำตาล 8 เปอร์เซ็นต์ ฉ่ำน้ำ รสชาติหวานอมเปรี้ยว มีกลิ่นส้ม มีเมล็ดต่อผลน้อยประมาณ 4 - 5 เมล็ด ส้มจุกแบ่งได้เป็น 2 พันธุ์ ตามขนาดของขั้วผล คือ พันธุ์จุกใหญ่และพันธุ์จุกเล็ก สำหรับพันธุ์จุกใหญ่ มีขั้วผลขนาดใหญ่และสูง มีเปลือกผลหนา ผิวเรียบ ขนาดผลใหญ่ ถุงน้ำหวานใหญ่ พันธุ์จุกเล็ก มีขั้วผลเล็ก มีเปลือกผลบาง ผิวผลขรุขระ ขนาดผลเล็ก รสชาติเข้มข้นกว่าพันธุ์จุกใหญ่ (มงคล, 2535)

2. ต้นตอส้ม

Davies และ Albrigo (1994) กล่าวไว้ว่า ต้นส้มที่นิยมนำมาใช้เป็นต้นตอ มี 7 กลุ่ม ซึ่งในแต่ละกลุ่มรวมลูกผสมไว้ด้วย มีดังนี้คือ ราฟเลมอน (Rough lemon : *Citrus jambhiri* Lush.) ส้มกลุ่มนี้เป็นที่นิยมใช้อย่างกว้างขวางเนื่องจากเป็นต้นส้มที่มีระบบรากตื้นเหมาะต่อการปลูกในดินที่มีทรายผสมอยู่ด้วย และเป็นกลุ่มต้นตอที่ทนต่อสภาพหนาวเย็น ซาวออเรนซ์ (Sour orange : *Citrus aurantium* L.) เป็นต้นตอที่ต้านทานต่อเชื้อที่ก่อให้เกิดโรครากเน่าโคนเน่าและมีระบบรากที่แข็งแรง ดังนั้นจึงเหมาะต่อการปลูกส้มในพื้นที่ดินแข็ง แต่เป็นต้นตอที่อ่อนแอต่อเชื้อไวรัสทริสเตซ่า สวีทออเรนซ์ (Sweet orange : *Citrus sinensis* (L.) Osb.) เป็นต้นตอกลุ่มที่ช่วยเพิ่มผลผลิตและส่งเสริมให้ผลผลิตมีคุณภาพดี ส้มกลุ่มนี้จะเจริญได้ดีในดินที่มีการระบายน้ำดีเท่านั้นเพราะอ่อนแอต่อการเกิดโรคที่มีผลต่อระบบราก ไตรโฟลิเอทออเรนซ์ (Trifoliate orange : *Poncirus trifoliata* (L.) Raf.) ได้แก่ ส้มมอร์ทอน เบนทอน ซี-35 ส้มซาเวจ ส้มคาร์ริโซ ส้มทรอยเยอร์ ส้มสวิงเกิล ซึ่งส้มกลุ่มนี้นิยมใช้เป็นต้นตอมากที่สุด เพราะสามารถปลูกได้ทั้งในเขตกึ่งร้อนและเขตหนาวเย็น สามารถทนต่อสภาพอากาศเย็นจัดได้ ทนทานต่อโรคทริสเตซ่า โรครากเน่าโคนเน่า แต่อ่อนแอต่อโรคแคงเกอร์ และช่วยให้คุณภาพผลผลิตดี เกรฟฟรุ๊ต (Grapefruit : *Citrus paradisi*) เป็นต้นตอที่มีการเจริญได้รวดเร็ว เจริญได้ดีในสภาพดินแข็งแต่ไม่เหมาะสมต่อการปลูกในดินที่มีทรายผสมอยู่ด้วย อ่อนแอต่อโรคทริสเตซ่าและทำให้ผลผลิตมีคุณภาพต่ำลง ดังนั้นจึงมีการนำมาต้นตอกลุ่มนี้มาใช้น้อย สวีทไลม์ (Sweet lime : *Citrus aurantifolia*) นำมาใช้เป็นต้นตอน้อยเพราะมีการเจริญเติบโตเร็ว อายุสั้นและอ่อนแอต่อโรครากและโคนเน่า แมนดารินหรือแทงเจอริน (Mandarins or tangerines : *Citrus reticulata*) เป็นกลุ่มที่นิยมใช้ในทางการค้ามากเพราะเป็นต้นตอที่ต้านทานต่อการเกิดโรคทริสเตซ่า ต้านทานต่อโรครากเน่าโคนเน่า แต่ไม่สามารถต้านทาน

ต่อโรคแคงเกอร์ และยังเป็นต้นตอที่ไม่ทนต่อสภาพแห้งแล้ง ส้มกลุ่มนี้ ได้แก่ ส้มคลีโอพัตราแมนดาริน ส่วนส้มกลุ่มอื่นๆ เช่น *Citrus macrophylla* และ *Citrus volkamariana* นั้นได้มีการนำมาใช้บ้างแต่ไม่เป็นที่นิยมนำมาเป็นต้นตอ

ต้นตอที่ใช้ในการศึกษานี้ คือ ต้นส้มจี๊ด (*Citrus japonica* Thumb. หรือ *Citrus mitis* : Som Jeed) อยู่ในสกุล *Fortunella* หรือออเรนจ์ ควอท (Orange quat) ซึ่งเป็นลูกผสมระหว่าง *Citrus reticulata* กับ *Fortunella* sp. เป็นไม้ผลที่มีทรงพุ่มขนาดเล็ก โคนใบรีและปลายใบแหลม ผลกลม ขนาดเล็ก มี 2 - 3 เมล็ดต่อผล ผลดก และมีรสชาติเปรี้ยวมากกว่ามะนาว 2 เท่า และมีวิตามินซี 31.44 มิลลิกรัมต่อน้ำคั้น 100 มิลลิกรัม (นิรนาม, 2543) มะกรูด (*Citrus hystrix* DC. : Makrut) อยู่ในสกุล *Citrus* เป็นไม้ยืนต้นขนาดเล็ก ลำต้นมีหนาม ใบมีปีกล่างขนาดใหญ่กว้างใกล้เคียงกับปีกบน ผลกลม ผิวผลขรุขระ มีคอผลขนาดใหญ่ (สุรินทร์, 2543) ส้มโอ (*Citrus grandis* L. Osbeck. : Pummelo) อยู่ในสกุล *Citrus* กลุ่ม Pummelo เป็นไม้ผลขนาดกลาง ใบมีปีกล่างกว้าง ขนาดผลใหญ่ (ใหญ่ที่สุดในตระกูลส้ม) ผลกลมรูป obovate เปลือกผลหนา เมล็ดเป็นแบบ monoembryony ส้มสามใบลูกผสมสายพันธุ์ทรอยเยอร์ (*Citrus sinensis* L. Osbeck. x *Poncirus trifoliata* L. Raf. : Troyer) ซึ่งเป็นลูกผสมระหว่างกลุ่ม Sweet orange สกุล *Citrus* กับสกุล *Poncirus* เรียกลูกผสมนี้ว่า Citrange เป็นไม้ผลผลัดใบ มีใบเป็นใบประกอบ (trifoliate compound leaf) ส้มสามใบลูกผสมสายพันธุ์สวิงเกิล (*Citrus paradisi* x *Poncirus trifoliata* L. Raf. : Swingle) เป็นลูกผสมระหว่างกลุ่ม Grapefruit สกุล *Citrus* กับสกุล *Poncirus* เรียกลูกผสมนี้ว่า Citrumelo เป็นไม้ผลผลัดใบ ใบเป็นแบบ trifoliate (มงคล และวิจิตร, 2528) และทำการขยายพันธุ์ด้วยวิธีการต่อกิ่งแบบเสียบลิ่ม ซึ่งเป็นวิธีการขยายพันธุ์หนึ่งในการขยายพันธุ์แบบไม่ใช้เพศ เพื่อเพิ่มจำนวนต้นพืชจากต้นเดียวเป็นต้นพืชใหม่จำนวนมาก (หฤษฎี และคณะ, 2539)

3. อิทธิพลของต้นตอต่อต้นพันธุ์ดี

การผลิตส้มทั่วไปในเชิงการค้าผู้ผลิตมักประสบปัญหาต้นส้มทรุดโทรมเร็ว ทำให้ไม่คุ้มทุน และโรคเป็นสาเหตุหนึ่ง นอกเหนือจากสภาพแวดล้อม แมลง และการปฏิบัติของเกษตรกร (วิเชียร, 2517) ที่เป็นสาเหตุสำคัญของการทรุดโทรมเร็วของต้นส้มแล้ว เกษตรกรในปัจจุบันนิยมนำมาใช้แก้ไขปัญหานี้คือการต่อกิ่งพันธุ์ดีบนต้นตอส้มต้านทาน แต่จะเลือกต้นตอชนิดใดมาใช้ในการต่อกิ่งต้องคำนึงถึง อิทธิพลของต้นตอ เพราะต้นตอที่ใช้ส่วนใหญ่เป็นต้นตอพันธุ์พื้นเมืองหรือพันธุ์ลูกผสมพันพื้นเมือง ซึ่งต้นตอเหล่านี้มักให้ผลผลิตที่มีคุณภาพต่ำ เช่น ผลเล็ก เมล็ดมาก เปลือกหนา เป็นต้น และลักษณะประจำพันธุ์ดังกล่าวอาจถูกถ่ายทอดสู่กิ่งพันธุ์ดีได้หลังทำการต่อกิ่ง

3.1 อิทธิพลทางสัณฐานวิทยา

Samson (1980) รายงานคุณสมบัติของต้นส้มที่เหมาะสมต่อการผลิตเป็นต้นตอ ดังนี้ ต้องมีลักษณะ polyembryony สูง สามารถเชื่อมต่อกับกิ่งเลี้ยงได้ดีกับหลายๆพันธุ์ ต้านทานต่อโรคไวรัสและโรคแบคทีเรีย ทนต่อโรคเชื้อราและไส้เดือนฝอย ทนต่อสภาพแวดล้อมที่ไม่เหมาะสม และเจริญได้ดี

ในเรือนเพาะชำ มงคล และคณะ (2542) กล่าวถึงคุณสมบัติของต้นตอส้มที่ดีสำหรับนำมาขยายพันธุ์ไว้ว่า ต้องช่วยส่งเสริมการเจริญเติบโตของกิ่งพันธุ์ดีได้ จากการศึกษาเปรียบเทียบการเจริญเติบโตของต้นส้มจุกที่ต่อกิ่งบนต้นตอมะนาว ส้มเขียวหวาน และส้มโอ ด้วยการวัดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางลำต้น นับจำนวนกิ่ง นับจำนวนใบ วัดพื้นที่ใบ พื้นที่ราก วัดความสูง และชั่งน้ำหนักแห้งใบ น้ำหนักแห้งราก พบว่า ต้นส้มจุกที่ต่อบนต้นตอส้มเขียวหวานมีการเจริญเติบโตทุกๆ ด้านดีกว่าต้นส้มจุกที่ต่อกิ่งบนต้นตอมะนาวและส้มโอ และสัดส่วนระหว่างต้นต่อรากของต้นส้มจุกที่ต่อกิ่งบนต้นตอส้มทั้ง 3 ชนิด ไม่แตกต่างกัน คุณสมบัติของต้นตอที่ดีอีกประการหนึ่ง คือ ต้องช่วยส่งเสริมความแข็งแรง ส่งเสริมความต้านทานต่อโรคระบาดในแต่ละท้องถิ่น และไม่ส่งผลกระทบต่อผลผลิต ดังการทดลองของ Fallahi และคณะ (1989) ได้ศึกษาลักษณะผลผลิตของเกรฟฟรุ๊ตสายพันธุ์ Redblush (*Citrus paradisi* Macf.) เมื่อต่อกิ่งบนต้นตอส้ม 12 ชนิด ที่ปลูกทางตอนใต้ของรัฐอะริโซนา ประเทศสหรัฐอเมริกา พบว่า ต้นเกรฟฟรุ๊ตที่ต่อบนต้นตอสวีทไลม์ ต้นตอโวล์คาเมอร์เลมอน ให้ผลผลิตสะสมต่อต้นสูงแต่ผลมีขนาดเล็ก ต้นที่ต่อบนต้นตออะลีโมว์ ให้ผลผลิตสูง ส่วนต้นที่ต่อบนต้นตอคลีโอพัตราแมนดารินและต้นตอไทวานิกา ให้ผลผลิตต่ำที่สุด ในปีที่ 9 ต้นที่ต่อบนต้นตอซาเวจ ให้ผลผลิตน้อยแต่ผลผลิตมีปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ (Total Soluble Solid : TSS) สูงสุด ต้นที่ต่อบนต้นตอคาร์ริโซและต้นตอทรอยเยอร์ มีขนาดต้นใหญ่ที่สุด และต้นที่ต่อบนต้นตอสวิงเกิล มีเปอร์เซ็นต์กรดสูง Georgiou (2000) ได้ทดสอบอิทธิพลของต้นตอส้ม 11 ชนิด ที่มีต่อคุณภาพผลผลิตของส้มแมนดารินสายพันธุ์ Nova ในประเทศไซปรัส พบว่าต้นส้มที่ต่อบนต้นตอพาเลสไตน์สวีทไลม์ ให้ผลผลิตสะสมมากที่สุด รองลงมาคือต้นตอราฟเลมอน ต้นตอซาวร์ ออเรนจ์ ต้นตอโวล์คาเมอร์เลมอน ต้นตอเอสเทสราฟเลมอน ต้นตอยูมา ต้นตอแรงเพอร์ไลม์ ต้นตอทรอยเยอร์และต้นตอสวิงเกิล ตามลำดับ ส่วนอิทธิพลต่อขนาดต้น พบว่า ต้นตอซาวร์ออเรนจ์ ราฟเลมอนและพาเลสไทน์สวีทไลม์ ส่งผลให้ขนาดต้นใหญ่ที่สุดในขณะที่ต้นตอยูมาและคาร์ริโซส่งผลให้ขนาดต้นเล็กที่สุด เมื่อพิจารณาอิทธิพลต่อคุณภาพผลผลิต พบว่า ต้นตอคาร์ริโซและโวล์คาเมอร์ เลมอน ให้ขนาดผล น้ำหนักผล ปริมาณน้ำส้ม ความหวานและปริมาณกรดมากสุด สนั่น (2522) กล่าวว่าวัตถุประสงค์ในการต่อกิ่งและติดตาต้นพืชมีหลายประการ ได้แก่ เพื่อขยายพันธุ์ เพราะพืชบางชนิดไม่สามารถขยายพันธุ์ได้ด้วยการตอน ตัดชำ และการแบ่งแยกได้ เพื่อให้ได้รับประโยชน์จากการใช้ต้นตอบางชนิด เช่น เสริมความแข็งแรงราก เพื่อให้ทนต่อสภาพแวดล้อมที่ไม่เหมาะสมบางอย่างได้ เช่น ลักษณะการทนต่อสภาพดินเค็ม ดังการศึกษาของ Zekri (1993) ได้ศึกษาความสามารถในการต้านทานความเค็มของต้นตอส้ม 8 ชนิด โดยการปลูกต้นส้มในสารละลายโซเดียมคลอไรด์ เข้มข้น 50 $molm^{-3}$ พบว่า ต้นส้มคาร์ริโซ ต้นส้มทรอยเยอร์ และต้นส้มสวิงเกิลช่วยลดระดับความเสียหายจากเกลือได้ 30% ต้นส้มริดไพแนปเปิ้ล ต้นส้มคลีโอพัตราแมนดาริน และต้นส้มราฟเลมอน สามารถลดระดับความเสียหายได้มากถึง 65% เพื่อต้องการผลประโยชน์จากการใช้ต้นตอกลางซึ่งสามารถช่วยให้ลำต้นเตี้ย และช่วยเพิ่มความทนทานโรคได้ เพราะต้นตอกลางจะช่วยเชื่อมต้นตอและกิ่งพันธุ์ที่ต้องการ

เพื่อเร่งการเจริญของต้นกล้าให้ออกผลเร็วขึ้น เพื่อช่วยซ่อมแซมส่วนที่ได้รับอันตราย เช่น จากการเขตกรรม สัตว์กัดแทะ เพื่อประโยชน์ในการศึกษาโรควิสา และเพื่อประโยชน์ในการเปลี่ยนยอดพันธุ์เดิมเป็นต้น

3.2 อิทธิพลทางสรีรวิทยา

สรีรวิทยาเป็นการศึกษาหน้าที่และระบบการทำงานภายในต้นพืช เช่น การหายใจ การสังเคราะห์แสง การชักนำปากใบ และการใช้น้ำ เป็นต้น การเปลี่ยนแปลงทางสรีระของพืชเกิดจาก 2 ปัจจัย คือ พันธุกรรม เช่น พันธุ์ และสภาพแวดล้อม เช่น แสง อุณหภูมิ น้ำ และคุณภาพดิน เป็นต้น และการเปลี่ยนแปลงทางสรีระอาจส่งผลกระทบต่อการเจริญเติบโตพืชได้ เช่น ลำต้นแคระแกร็น ใบร่วง การออกดอก การร่วงของผล และอาจทำให้พืชตายได้ ดังนั้น จึงต้องศึกษาการทำงานภายในของพืชในทุกๆ ด้านที่เกี่ยวข้องต่อการแสดงออกของพืช แล้วนำมาประเมินผลเพื่อหาแนวทางป้องกันและแก้ไข ก่อนที่พืชจะแสดงอาการผิดปกติและหากพืชแสดงอาการผิดปกติแล้ว เกษตรกรจะได้แก้ไขได้ถูกวิธี ไม่เสียเวลาและสามารถ แก้ไขได้ทันท่วงที หรือจะนำข้อมูลทางสรีระที่ได้มาใช้ควบคุม ดูแลเกี่ยวกับการเจริญเติบโตเพื่อให้พืชมีการเจริญเติบโตอย่างที่ต้องการได้ เช่น เร่งการออกดอก การติดผลนอกฤดูกาล ควบคุมคุณภาพผลผลิต เป็นต้น และการขยายพันธุ์ด้วยการเสียบยอดอาจส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงทางสรีระภายในต้นพืชได้และอาจส่งผลต่อลักษณะคุณภาพผลผลิต เช่น ขนาด รสชาติ สีผิวผล และการแก่ของผลได้ ดังนั้นต้องคำนึงถึงสายพันธุ์หรือความใกล้ชิดระหว่างกิ่งพันธุ์กับต้นตอ และลักษณะประจำพันธุ์ก่อนเลือกพันธุ์ต้นตอนั้นๆ มาใช้ขยายพันธุ์ นอกจากนี้ต้องคำนึงถึงการเข้ากันได้ระหว่างต้นตอกับกิ่งพันธุ์ด้วย ถ้ารอยต่อเชื่อมกันได้สำเร็จเรียกว่า compatibility หรือ congeniality แต่ถ้ารอยต่อเชื่อมกันไม่สำเร็จเรียกว่า incompatibility หรือ uncongeniality (สนั่น, 2522) ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการประสานตัวของรอยต่อส่งผลต่อการเข้ากันได้และไม่ได้ของพืช ได้แก่ สภาพแวดล้อมขณะที่ทำการติดตา ต่อกิ่ง เช่น อุณหภูมิ ความชื้น ออกซิเจน สภาพการเจริญเติบโตของต้นตอ เทคนิคการขยายพันธุ์ ศัตรูพืช และการใช้สารเร่งเพื่อควบคุมการเจริญเติบโต (หฤษฎี และคณะ, 2539) และนอกจากปัจจัยข้างต้นแล้ว สนั่น (2522) กล่าวว่ายังต้องคำนึงถึง การจัดวางบริเวณเนื้อเยื่อเจริญของกิ่งพันธุ์กับต้นตอด้วย โดยให้แนวเนื้อเยื่อเจริญของทั้งต้นตอและกิ่งพันธุ์อยู่ใกล้กันมากที่สุดเพื่อให้เซลล์พาเร็นไคม่าที่เกิดจากต้นตอและกิ่งพันธุ์ประสานกันได้เร็วที่สุด เมื่อเซลล์พาเร็นไคม่าของต้นตอและกิ่งพันธุ์ เกิดการประสานตัวกันแล้วจะกลายเป็นท่อน้ำและท่ออาหาร ซึ่งเป็นทางผ่านของน้ำและธาตุอาหาร และสุดท้ายเซลล์แคลลัสที่อยู่ด้านนอกจะพัฒนากลายเป็นเปลือกต่อไป หฤษฎี และคณะ (2539) กล่าวว่าการประสานรอยต่อระหว่างต้นตอกับกิ่งพันธุ์ มี 4 ขั้นตอนหลักดังนี้ 1. แคมเบียมของทั้งต้นตอและกิ่งพันธุ์สร้างแคลลัส 2. ต้นตอและกิ่งพันธุ์สร้างแคลลัสเพิ่มขึ้นจนเต็มช่องว่างเพื่อยึดและใช้เป็นทางผ่านของน้ำและธาตุอาหาร เซลล์ที่ตายบริเวณรอยเฉือนจะเป็นสีน้ำตาล และมีการสร้างเพอริเดิร์ม สารซูเบอรินและเรซินมาเคลือบพอกที่แคลลัสชั้นนอก 3. แคมเบียมของต้นตอและกิ่งพันธุ์เปลี่ยนสภาพ (differentiate) เป็นแคมเบียมใหม่

บริเวณริมนอกสุด โดยแคมเบียมใหม่จะเกิดผ่านแคลลัสของทั้งต้นตอและกิ่งพันธุ์หรือเรียกว่าแคลลัสบริดจ์ (callus bridge) ทำให้มีการเชื่อมต่อกันระหว่างต้นตอและกิ่งพันธุ์ ขั้นตอนสุดท้าย 4. แคมเบียมใหม่สร้างท่อน้ำและท่ออาหารใหม่มาต่อกับท่อน้ำและท่ออาหารเก่าของต้นตอและกิ่งพันธุ์ และการตรวจสอบการเข้ากันได้ของต้นตอและกิ่งพันธุ์ทำได้โดยการสังเกตการเจริญเติบโตหรืออาการผิดปกติภายนอก เช่น เกิดรอยบุ๋มตามลำต้น รอยต่อบางส่วนมีการแยกจากกัน เป็นต้น หรือทำการตรวจสอบด้วยการศึกษาทางเนื้อเยื่อวิทยาของรอยต่อ ดังเช่นการศึกษาของ มงคล และคณะ (2533) ได้ศึกษาหาต้นตอมังคุดที่เหมาะสมต่อสภาวะแห้งแล้งและในดินที่มีความสมบูรณ์ต่ำของภาคใต้ ด้วยการศึกษาการประสานตัวของรอยต่อระหว่างกิ่งมังคุดกับพืชในสกุลมังคุด คือ พะวาและมะพูด อายุ 6 เดือนหลังเสียบยอด โดยวิธีทางไมโครเทคนิค พบว่า การต่อกิ่งระหว่างมังคุดกับต้นตอพะวามีการเชื่อมต่อกันระหว่างเนื้อไม้ได้ดี และมังคุดกับมะพูดมีการสร้างแคลลัสได้ดีเช่นกัน แต่บริเวณรอยต่อมีการสะสมสารพวกลิกนินและซูเบอร์รินในปริมาณสูงจึงทำให้กลุ่มแคลลัสที่สร้างตายและเกิดเป็นโพรงในเวลาต่อมา หรือตรวจสอบจากเปอร์เซ็นต์ความสำเร็จในการต่อกิ่ง ดังการศึกษาของ Randhawa และ Kishore (1981) ในแอปเปิ้ลพันธุ์ Starking Delicious (*Malus pumila*) และแพร์ (*Purus pashia*) ที่ต่อกิ่งบนต้นตอพันธุ์พื้นเมืองบางชนิด พบว่า แอปเปิ้ลที่ต่อกิ่งบนต้นตอ *Crataegus crenulata* และ *Malus baccata* ประสบความสำเร็จในการต่อกิ่ง 77 เปอร์เซ็นต์ และต้นตอชนิดอื่นๆ ให้เปอร์เซ็นต์ความสำเร็จในการต่อกิ่งเพียง 13 - 50 เปอร์เซ็นต์ สำหรับแพร์นั้น พบว่า ต้นที่ต่อกิ่งบนต้นตอพวก *Docynia hookeriana* มีเปอร์เซ็นต์ความสำเร็จสูงสุด เท่ากับ 80 เปอร์เซ็นต์ แต่ต้นที่ต่อบนต้นตอ *Sorbus lanata* มีเปอร์เซ็นต์ความสำเร็จต่ำสุดเท่ากับ 33 เปอร์เซ็นต์ และนอกจากวิธีการตรวจสอบการเข้ากันได้ข้างต้นแล้วสามารถตรวจสอบจากความสามารถการใช้น้ำของพืชได้ วิชณีย์ (2543) ทำการศึกษาอัตราการไหลของน้ำในต้นลองกองทุเรียน เงาะ และมังคุดด้วยการใช้วิธีพัลส์ความร้อน และวัดข้อมูลพื้นฐานทางสรีรวิทยาด้านต่างๆ เช่น ค่าศักย์ของน้ำในใบ ค่าชักนำปากใบ ค่าการตอบสนองของคลอโรฟิลล์ฟลูออเรสเซนซ์ เป็นต้น

3.3 อิทธิพลทางชีวเคมี

การประเมินการเปลี่ยนแปลงภายในของพืชหลังการต่อกิ่งนอกจากใช้วิธีทางสัณฐานวิทยา และสรีรวิทยาแล้ว การนำวิธีทางชีวเคมีมาใช้ทดสอบจะช่วยให้การประเมินมีประสิทธิภาพมากขึ้น วิธีทางชีวเคมีที่นิยมใช้ คือ การศึกษาเอนไซม์ด้วยการวิเคราะห์ไอโซไซม์และการศึกษาธาตุอาหารด้วยการวิเคราะห์ปริมาณธาตุอาหารในพืช การวิเคราะห์ไอโซไซม์เป็นการศึกษาเอนไซม์ ซึ่งทำหน้าที่สำคัญในพืช ได้แก่ เป็นตัวเร่งปฏิกิริยาในขบวนการต่างๆ ภายในพืช และเอนไซม์ส่วนใหญ่เป็นองค์ประกอบที่สำคัญของโปรตีนหรือธาตุอาหารหลายๆ ชนิด ซึ่งถ้าพืชมีการเจริญเติบโตที่เปลี่ยนแปลงไป เช่น ต้นแคระแกร็น ใบเหลือง ผลร่วง เป็นต้น อาจพิจารณาจากปริมาณธาตุอาหารในพืชและกิจกรรมของเอนไซม์เพื่อใช้เป็นตัวบ่งชี้การเปลี่ยนแปลงที่ไม่ปกตินั้นๆ ได้ ดังการศึกษาของ Moreno และคณะ (1994) ทำการทดสอบการเข้ากันได้ระหว่างกิ่งพันธุ์พีชกับต้นตอพลัม 2 พันธุ์ พบว่า หลังต่อกิ่ง 3 เดือน

ในกลุ่มที่เข้ากันไม่ได้มีปริมาณกรดอะมิโนอิสระและความเข้มข้นโปรตีนในทุกอวัยวะของต้นตอลดต่ำลง และจากการศึกษาของ Santamour (1988) พบว่า ต้นโอ๊คแดง 2 สายพันธุ์ที่เข้ากันไม่ได้จะมีรูปแบบไอโซไซม์ที่ย้อมด้วยระบบเปอร์ออกซิเดสต่างกัน

3.3.1 ไอโซไซม์

ไอโซไซม์ คือ เอนไซม์ชนิดต่างๆ ในสิ่งมีชีวิตชนิดหนึ่ง ซึ่งกระตุ้นหรือทำปฏิกิริยาอย่างเดียวกันแต่มีรูปร่างหรือมวลต่างกัน หรือมีรูปแบบต่างๆ กัน ซึ่งมีความจำเพาะต่อเนื้อเยื่อหรือเซลล์ ความแตกต่างดังกล่าวเกิดจากกลไก 2 ประการ คือ พันธุกรรม ซึ่งเป็นการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพและทางเคมีของโพลีเพบไทด์ในกระบวนการแปลรหัสข้อมูลทำให้รูปร่างเอนไซม์เปลี่ยนไป และสภาพแวดล้อม ซึ่งเกิดภายหลังจากการแปลรหัสพันธุกรรมเป็นสาย โพลีเพบไทด์ หรือเรียกว่า post translational modification ตำแหน่งของไอโซไซม์ในเซลล์ส่วนใหญ่อยู่ในไซโตพลาสซึมหรืออาจอยู่ในของเหลวภายในเซลล์หรืออยู่ติดกับเซลล์เมมเบรน ไอโซไซม์ของพืชชั้นสูงค่อนข้างคงที่ สามารถพบได้ทั่วไปในชนิดต่างๆ ไอโซไซม์ในไซโตพลาสซึมมักมีความผันแปรมากกว่าไอโซไซม์ในอวัยวะที่จำเพาะ (Markert and Moller, 1959 อ้างโดย ธีระชัย, 2540) จากรูปแบบไอโซไซม์ที่แตกต่างกันในพืชแต่ละชนิดสามารถนำมาใช้ในการจำแนกสายพันธุ์พืชได้ สมปอง และคณะ (2538) ทำการตรวจสอบพันธุ์ *Lansium domesticum* Correa. 4 ชนิด คือ ลองกอง ลางสาด ดูกูและดูกูแปรแมร์ของอำเภอนาทวีและอำเภอสะเดา จังหวัดสงขลา พบว่า ไอโซไซม์ 4 ระบบ จาก 8 ระบบ คือ เปอร์ออกซิเดส แอซิดฟอสฟาเตส เอสเตอเรส และฟอสโฟกลูโคไอโซเมอเรส มีรูปแบบไอโซไซม์ชัดเจนที่สุด King และคณะ (1996) ได้ทำการแยกสายพันธุ์ส้มในประเทศออสเตรเลีย กลุ่ม ดิพลอยด์ และทริพลอยด์ พบว่าไอโซไซม์ 4 ระบบคือ มาเลทดีไฮโดรจีเนส 6-ฟอสโฟกลูโคเนทดีไฮโดรจีเนส ชิคิเมทดีไฮโดรจีเนส และฟอสโฟกลูโคไอโซเมอเรส สามารถใช้จำแนกกลุ่มของส้มได้ชัดเจน Elisiaria และคณะ (1999) ได้ทำการศึกษาสายพันธุ์ต้นกำเนิดของส้มแมนดารินสายพันธุ์คาร์วอลเฮียส ซึ่งเป็นพันธุ์ผสมจากส้ม 12 ชนิด พบว่า ไอโซไซม์ 6 ระบบ คือ มาเลทดีไฮโดรจีเนส ไอโซซิเทรตดีไฮโดรจีเนส กลูตาเมทออกซาโลอะซิเตท ทรานซามิเนสฟอสโฟกลูโคมิวเตส ฟอสโฟกลูโคไอโซเมอเรส และลิวซีนเอมีนเพบติเดส สามารถใช้แยกสายพันธุ์ส้มแมนดารินและลูกผสมได้ดีที่สุด มาลี (2541) ได้นำไอโซไซม์ 4 ระบบ คือ เปอร์ออกซิเดส เอสเตอเรส แอลกอฮอล์ดีไฮโดรจีเนสและฟอสโฟกลูโคสมิวเทส มาใช้ในการทดสอบการเจริญเติบโตของต้นส้มโชกุนที่ต่อกิ่งบนต้นตอส้ม 8 ชนิด คือ ส้มเขียวหวาน มะสัง ส้มฟรีมองต์ มะกรูด ส้มซ่า ส้มโอ มะขวิด และมะนาว เป็นเวลา 5 เดือน พบว่า ระบบเปอร์ออกซิเดสมีรูปแบบเอนไซม์ชัดเจนที่สุดและสามารถบ่งชี้การมีอิทธิพลของต้นตอได้ดีที่สุด โดยดูจากรูปแบบไอโซไซม์ที่เปลี่ยนแปลงไป แต่เทคนิคนี้ยังคงมีการนำมาใช้เป็นตัวบ่งชี้ถึงอิทธิพลของต้นตอต่อกิ่งพันธุ์น้อย ส่วนใหญ่มักใช้ไอโซไซม์ในการใช้แยกสายพันธุ์พืชต้นกำเนิดของลูกผสมมากกว่า เนื่องจากเทคนิคนี้ไม่สามารถบอกได้ว่าอิทธิพลหรือแถบเอนไซม์ที่ปรากฏเป็นอิทธิพลแบบใดต่อการเจริญเติบโตหรือการให้ผลผลิตของกิ่งพันธุ์

3.3.2 การเปลี่ยนแปลงธาตุอาหาร

ธาตุอาหารที่จำเป็นต่อการเจริญเติบโตของพืชมี 16 ธาตุ แบ่งได้เป็น 2 กลุ่ม ตามปริมาณความต้องการพืช คือ ธาตุที่พืชต้องการปริมาณมาก (macronutrient elements) ได้แก่ ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม คาร์บอน ไฮโดรเจน ออกซิเจน แคลเซียม แมกนีเซียม และกำมะถัน ธาตุที่พืชต้องการปริมาณน้อย (micronutrient element) ได้แก่ เหล็ก แมงกานีส สังกะสี ทองแดง โบรอน โมลิบดินัมและคลอรีน การเจริญเติบโตแต่ละช่วง พืชต้องการธาตุอาหารหลายชนิดและในปริมาณที่แตกต่างกัน และหากพืชได้รับธาตุอาหารในปริมาณที่ไม่เพียงพอหรือมากเกินไปอาจทำให้การเจริญเติบโตผิดปกติ เช่น ใบเหลือง ต้นแคระแกร็น ปลายใบไหม้ ใบขนาดเล็ก ใบอ่อนตาย เกิดยางไหล และในพืชตระกูลส้มมีอาการก้านใบแตก รากกลวง และตาย เป็นต้น ดังนั้นเกษตรกรควรทราบชนิดและปริมาณธาตุอาหารที่พืชต้องการในแต่ละช่วงการเจริญเติบโตของพืชนั้นๆ ก่อน เพื่อการดูแลที่เหมาะสม ซึ่งจะส่งผลให้พืชมีการเจริญเติบโตและการให้ผลผลิตที่ดีได้ สำหรับพืชที่ขยายพันธุ์ด้วยการต่อกิ่งนั้น การวิเคราะห์ธาตุอาหารในพืช อาจช่วยบ่งชี้ถึงการเข้ากันได้ระหว่างต้นตอและกิ่งพันธุ์ เนื่องจากธาตุอาหารส่วนใหญ่ได้จากราก ฉะนั้นปริมาณธาตุอาหารที่ปรากฏในของเหลวในเซลล์ท่อลำเลียงน้ำของใบเปลือกลำต้น แผ่นใบ ก้านใบ จะเป็นตัวบอกถึงการเจริญของรอยต่อระหว่างต้นตอและกิ่งพันธุ์ และเมื่อจะวิเคราะห์ธาตุอาหารต้องคำนึงถึงชนิดและอายุควบคู่กับตำแหน่งพืชด้วยเนื่องจากพืชแต่ละชนิดมีตำแหน่งในการสะสมอาหารต่างกัน เช่น กล้วยอายุ 6 - 9 เดือน จะใช้ใบแก่ทดสอบ มะละกอในระยะเจริญเติบโตเต็มที่ใช้ก้านใบทดสอบ ส้มระยะที่เจริญเต็มที่ใช้ใบเพสลาดทดสอบ เป็นต้น สำหรับพืชที่ขยายพันธุ์ด้วยการต่อกิ่งจะนิยมนำใบมาใช้ทดสอบเพื่อหาปริมาณธาตุอาหารในพืช (ศรีสม, 2544)

วัตถุประสงค์

1. เพื่อหาชนิดของต้นตอส้มที่ช่วยส่งเสริมการเจริญเติบโตของต้นส้มจุกเสียบยอด
2. เพื่อหาอิทธิพลของต้นตอที่มีต่อลักษณะทางสัณฐานวิทยา สรีรวิทยาและชีวเคมีของต้นส้มจุกเสียบยอด