

# บทที่ 1

## บทนำ

### บทนำสั้นเรื่อง

ส้มเป็นไม้ผลยืนต้นในวงศ์ Rutaceae จากการรวบรวมข้อมูลโดย Davies และ Albrigo (1994) พบว่าส้มมีถิ่นกำเนิดในประเทศแถบเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ไปจนถึงทางทิศตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศอินเดียและประเทศพม่า นอกจากนี้ส้มยังสามารถเจริญเติบโตได้ดีทั้งในเขตร้อนและเขตกึ่งร้อนกึ่งหนาวของโลก และจากรายงานของ มงคล แซ่หลิม (2535) พบว่า ประเทศไทยน่าจะเป็นแหล่งกำเนิดของส้มหลายพันธุ์เนื่องจากไม้ป่าหลายชนิดในประเทศไทยมีลักษณะทางอนุกรมวิธานใกล้เคียงและอยู่ในตระกูลเดียวกับส้ม แต่การแพร่กระจายพันธุ์ส้มเข้ามายังประเทศไทยนั้นยังไม่มีหลักฐานปรากฏแน่ชัดว่าเริ่มปลูกส้มเป็นการค้ามาตั้งแต่สมัยใด

ปัจจุบันพืชวงศ์ส้มนับเป็นพืชเศรษฐกิจที่สำคัญชนิดหนึ่งของประเทศไทย พันธุ์ส้มที่ปลูกเป็นการค้า ได้แก่ ส้มตราหรือส้มเซ่งปลูกมากที่จังหวัดนครปฐม สมุทรสาครและราชบุรี ส้มแก้วปลูกมากทางภาคเหนือ ส้มโอมิแหล่งปลูกสำคัญที่อำเภอนครชัยศรี จังหวัดนครปฐม มะนาวปลูกกันทั่วไปแต่มะนาวพันธุ์ตาฮิติซึ่งเป็นมะนาวพันธุ์ต่างประเทศปลูกมากทางภาคเหนือ ส้มเขียวหวานปลูกมากที่เขตบางขุนเทียน กรุงเทพฯ จังหวัดแพร่ เชียงใหม่ สมุทรสาครและบางจังหวัดทางภาคใต้และส้มจุกปลูกมากทางภาคใต้ (มงคล แซ่หลิม, 2535)

พื้นที่ภาคใต้มีการปลูกส้มเพื่อการค้าหลายพันธุ์ ได้แก่ ส้มเขียวหวานปลูกมากที่จังหวัดสุราษฎร์ธานี นครศรีธรรมราชและยะลา ส้มโอปลูกมากที่จังหวัดสงขลา ยะลา ปัตตานีและนราธิวาส (มงคล ศรีวัฒนวรชัยและคณะ, 2522) ส่วนส้มพันธุ์พื้นเมืองที่มีรสชาติดีและมีชื่อเสียงของภาคใต้คือส้มจุก ซึ่งปลูกกันทั่วไปทางภาคใต้ตอนล่าง และส้มโชกุนซึ่งปัจจุบันปลูกกันเกือบทุกจังหวัด (เปรมปรี ฌ สงขลา, 2538)

ส้มโชกุนหรือเพชรยะลาจัดอยู่ในกลุ่มแทนเจอริน (tangerine) ซึ่งเป็นส้มกลุ่มที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจในพื้นที่เขตร้อน (มงคล แซ่หลิม, 2535) ส้มโชกุนเป็นส้มพันธุ์ลูกผสมที่ได้จากการผสมข้ามระหว่างพันธุ์บิกากากับพันธุ์ส้มเขียวหวานพื้นเมือง (นพรัตน์ บำรุงรักษ์, 2536) ลักษณะที่ได้จากการผสมข้ามทำให้ส้มโชกุนมีความแตกต่างจากส้มเขียวหวาน คือ ส้มโชกุนมีลักษณะทรงพุ่มที่แน่นทึบกว่าส้มเขียวหวาน กิ่งและใบของส้มโชกุนมีลักษณะตั้งขึ้นต่างจากส้มเขียวหวานที่ใบตก อีกทั้งใบส้มโชกุนยังมีสีเขียวเข้มและมีขนาดเล็กกว่า ผลของส้มโชกุนมีลักษณะคล้าย

ส้มเขียวหวานคือมีขนาดปานกลาง เปลือกบาง ปอกง่าย แต่มีเนื้อในแน่นกว่าส้มเขียวหวานโดยเมื่อเปรียบเทียบผลส้มโชกุนกับส้มเขียวหวานที่มีขนาดเท่ากัน ผลส้มโชกุนจะมีน้ำหนักมากกว่าช่วงการออกดอกของส้มโชกุนอยู่ในเดือนกุมภาพันธ์ถึงมีนาคม (พานิชย์ ยศปัญญา, 2542) ซึ่งจำนวนการออกดอกต่อต้นขึ้นกับสถานที่ปลูกและฤดูกาล (มงคล แซ่หลิม, 2535) ลักษณะของดอกส้มโชกุนเป็นดอกสมบูรณ์เพศและมีลักษณะพิเศษคล้ายกับที่พบในดอกของพีชวงศ์ส้มโดยทั่วไป (มงคล แซ่หลิม, 2535) คือมีโอกาสที่จะเกิดการผสมพันธุ์ไม่สมบูรณ์ได้ เพราะหลอดเรณู (pollen tube) จะถูกยับยั้งการเจริญที่ส่วนใดส่วนหนึ่งภายในเกสรเพศเมีย ส่งผลให้มีการติดผลลดลง (Davies and Albrigo, 1994; Roy and Goldschmidt, 1996)

เนื่องจากส้มโชกุนเป็นพืชเศรษฐกิจที่เพิ่งมีการปลูกอย่างจริงจังในระยะเวลาไม่นานนัก จึงทำให้การศึกษาวิจัยที่เป็นพื้นฐานของส้มพันธุ์นี้ยังมีจำกัด โดยเฉพาะข้อมูลในส่วนของดอก ส้มโชกุนยังไม่มีการศึกษามาก่อน ดังนั้นแนวทางในการศึกษาและนำไปสู่การปรับปรุงปริมาณการติดผลในเบื้องต้น จึงจำเป็นต้องทราบข้อมูลพื้นฐานของดอก ทั้งในส่วนของเกสรเพศผู้และเกสรเพศเมีย รวมทั้งปัจจัยร่วมที่ทำให้การถ่ายเรณูมีประสิทธิภาพสูงสุด เพื่อเป็นข้อมูลสำหรับการศึกษาแนวทางสู่การพัฒนาทางด้านผลผลิตทั้งเชิงปริมาณและคุณภาพของไม้ผลชนิดนี้ต่อไปในอนาคต

การศึกษาชีววิทยาของดอกส้มโชกุนจึงแบ่งออกเป็น 5 ส่วน ได้แก่ การศึกษาระยะการเจริญและการบานของดอก การศึกษาในเกสรเพศผู้ การศึกษาในเกสรเพศเมีย การศึกษาในต่อมน้ำหวานและการศึกษาแมลงที่เข้ามาเยี่ยมดอก ผลจากการศึกษาจะได้เป็นข้อมูลเบื้องต้นเกี่ยวกับดอก ส้มโชกุนว่ามีชีววิทยาอย่างไรและสามารถนำข้อมูลที่ได้จากการศึกษาในครั้งนี้ไปประยุกต์ใช้หรือเป็นแนวทางสำหรับการศึกษาในขั้นสูงต่อไป

## การตรวจเอกสาร

### 1. ข้อมูลการจำแนกพันธุ์ส้ม

ส้มจัดอยู่ในวงศ์ Rutaceae ประกอบด้วย 7 วงศ์ย่อย (subfamily) ในวงศ์ย่อยที่สำคัญคือ Aurantioideae มี 33 สกุล (genera) 2 เผ่า (tribes) 6 เผ่าย่อย (subtribes) 9 กลุ่มย่อย (subgroups) 203 ชนิด (species) 38 พันธุ์ (varieties) (มงคล แซ่หลิม, 2535)

นพรัตน์ บำรุงรักษ์ (2534) ได้แบ่งส้มออกเป็น 5 กลุ่ม ได้แก่

1. กลุ่มส้ม (orange) แบ่งเป็น 2 กลุ่มย่อย ได้แก่

1.1 ส้มหวาน (sweet orange) จัดเป็นชนิด *Citrus sinensis* Osbeck นิยมนำมาทำเป็นน้ำส้มคั้นเพราะคุณภาพดีและไม่ตกตะกอน ได้แก่ ส้มเกลี้ยง ส้มตราและส้มเมดิเตอร์เรเนียน (Navel orange)

1.2 ส้มเปรี้ยว (sour หรือ bitter orange) จัดเป็นชนิด *C. aurantium* Christm. มีความทนทานต่อสภาพแวดล้อมได้ดี นิยมนำมาทำแยม น้ำหอม

2. กลุ่มส้มเขียวหวานและส้มจีน จัดเป็นชนิด *C. nobilis* Loureiro. และ *C. reticulata* Blanco ส้ม 2 ชนิดนี้เปลือกเปลือกง่าย หากเปลือกมีสีแดงหรือสีส้มจัดเรียกว่า แทนเจอร์นิน (tangerine) ส่วนชนิดมีเปลือกสีเหลืองหรือสีเหลืองอมเขียวเรียกว่า แมนดาริน (mandarin)

### 3. กลุ่มส้มโอ

3.1 ส้มโอเล็ก (grape fruits) จัดเป็นชนิด *C. paradisi* Macf. ลักษณะผลกลม รสเปรี้ยวจัด นิยมนำมาทำส้มแช่อิ่ม

3.2 ส้มโอ (pummelo) จัดเป็นชนิด *C. maxima* (Burm.) Merr. ที่เป็น monoembryony

4. กลุ่มมะนาว (common acid member) มีรสเปรี้ยวจัด ได้แก่

4.1 ไซตรอน (citron) พบมากทางภาคเหนือของประเทศไทย มีอายุสั้น ลำต้นเล็กเป็นไม้เนื้ออ่อน มีหนามมาก

4.2 มะนาวฝรั่ง (lemon) จัดเป็น *C. limon* (L.) Burm.f. มีถิ่นกำเนิดทางภาคเหนือของประเทศไทย ลักษณะลำต้นใหญ่แข็งแรง ดอกมีแฉกสีม่วง ผลสีเหลืองอมเขียว ปลายผลมีลักษณะเป็นตุ่ม เมล็ดเรียวยาวเล็ก ส่วนใหญ่มีต้นอ่อนที่เกิดจากการผสมพันธุ์ (zygotic seedling) และมีเพียง 10 ถึง 15 เปอร์เซ็นต์ที่เป็นต้นอ่อนที่เกิดจากนิวเคลลัส (nucellar seedling) นิยมนำมาทำน้ำมะนาวและวิตามินซี

4.3 ไลม์ (lime: *C. aurantifolia* Christm.) มีถิ่นกำเนิดบริเวณภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย มักอ่อนแอต่อโรคแคงเกอร์ (canker) มีวิตามินซีต่ำกว่ามะนาวฝรั่ง ได้แก่

4.3.1 มะนาวเปรี้ยว (acid lime) มีรสเปรี้ยวจัด มีกรดซิตริก (citric acid) สูง ซึ่งอาจพบสูงถึง 60 เปอร์เซ็นต์ ที่นิยมนำมาปลูกมี 2 พันธุ์คือ มะนาวทั่วไป (Mexican lime) และมะนาวไข่ (Tahiti lime)

4.3.2 มะนาวหวาน (sweet lime) มีรสหวาน ปลูกมากทางตอนเหนือของประเทศอินเดียและลาตินอเมริกา

5. ส้มกินเปลือก (kamquats) ปลูกมากในประเทศไทยและญี่ปุ่น ลักษณะเป็นไม้พุ่มขนาดเล็กและมีหนามน้อย ใบไม้มีส่วนปีก (wing) ผลมีสีต่างๆ และมีลักษณะแตกต่างกัน เปลือกมีกลิ่นหอม แต่ไม่นิยมนำมาทำอาหาร

นอกจากนี้มงคล แซ่หลิม (2535) ยังรายงานว่า หากจัดกลุ่มของส้มตามหลักทางพืชสวน และความสำคัญทางเศรษฐกิจ สามารถแบ่งส้มออกเป็น 4 กลุ่มใหญ่ๆ คือ กลุ่มออเรนซ์ กลุ่มส้มโอ และเกรฟฟรุต กลุ่มที่มีรสเปรี้ยวและกลุ่มแมนดาริน ซึ่งส้มในกลุ่มแมนดาริน ประกอบด้วย 4 กลุ่มย่อย ได้แก่

1. ซัชซูมา (*C. unshiu* Marcovitch.) มีถิ่นกำเนิดในประเทศญี่ปุ่น เป็นส้มที่ทนต่อสภาพอากาศเย็นได้ดีที่สุดในประเทศญี่ปุ่นจึงปลูกส้มชนิดนี้มากถึง 80 เปอร์เซ็นต์ของจำนวนพื้นที่ปลูกส้มทั้งหมด ลักษณะโดยทั่วไปของส้มพันธุ์นี้คือ ลำต้นมีลักษณะเป็นไม้พุ่ม อาจมีหนามเล็กน้อย หรือไม่มีหนาม เจริญเติบโตช้า ใบมีสีเขียวเข้ม โคนและปลายใบเรียวแหลม ผลมีขนาดเล็กถึง กลางรูปร่างกลมป้อม ที่ขั้วผลอาจมีจุกหรืออาจไม่มีจุกก็ได้ ไม่มีเมล็ด ผิวผลเรียบแต่มีต่อมน้ำมัน ขนาดใหญ่ขนาดคนชั่ง มีจำนวนกลีบภายในผล 10 ถึง 12 กลีบและสามารถแยกออกจากกันได้ง่าย แกนผลกลวง ถู่น้ำหวานมีขนาดสั้นป้อม อายุการแก่ของผลสั้นถึงปานกลางและผลแก่ทั้งไว้บนต้นได้ไม่นานแต่สามารถนำมาเก็บรักษาได้นาน ส้มในกลุ่มนี้มีพันธุ์ใหม่ที่เกิดจากการกลายพันธุ์มากกว่า 100 พันธุ์ ซึ่งพันธุ์ที่นิยมปลูกได้แก่ โอวาริ ซิลเวอร์ จูแมน อุนชู โยเนซาวาอุนชู มียากาวาซาเซและอชิซาวา

2. คิงแมนดาริน (King of Siam: *C. nobilis* Loureiro) มีถิ่นกำเนิดในอินโดจีน ทางเหนือของประเทศญี่ปุ่นและทางใต้ของประเทศมาเลเซีย พันธุ์ที่สำคัญคือพันธุ์คิง ลักษณะโดยทั่วไปของส้มพันธุ์นี้คือ เป็นไม้พุ่มขนาดกลาง ลำต้นมีความแข็งแรงปานกลาง ไม่มีหนาม รูปร่างใบเรียวเป็นรูปหอก (lanceolate) ก้านใบยาว มีปีกที่ใบแคบ ผลมีขนาดใหญ่ รูปร่างของผลเป็นรูปไข่ (depressed globose) ด้านฐานของผลอาจมีจุก แต่โดยมากที่ขั้วผลด้านนี้จะบวมลีกลง เปลือกหนาล่อนและปอกง่าย ผิวที่ผลขรุขระ เมื่อผลสุกจัดจะมีสีเหลืองส้มถึงส้มเข้ม แกนผลกลวง เนื้อนุ่มมีน้ำน้อย ผลจะแก่ช้ากว่าส้มพันธุ์อื่นๆ ให้ผลตกและทนต่อสภาพอากาศเย็นได้ดี

3. เมดิเตอร์เรเนียนแมนดาริน (*C. deliciosa* Tenore.) ส้มกลุ่มนี้มีหลายชื่อซึ่งเรียกตามถิ่นที่ปลูก ได้แก่ เบาจี (อัลจีเรีย) โบรัม (ตุรกี) พาเทอร์โน (อิตาลี) ไนส์หรือโปรเวนซ์ (ฝรั่งเศส) และเม็กซิกาหรือโคริโอ (บราซิล) ส้มกลุ่มนี้มักไม่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจมากนัก แต่พันธุ์ที่นำมาปลูกเป็นไม้ประดับได้แก่ เมดิเตอร์เรเนียนหรือวิลโลลิฟ

4. แมนดาริน (*C. reticulata* Blanco) ลักษณะโดยทั่วไปของส้มกลุ่มนี้คือ ดอกและใบมีขนาดเล็ก ผลมีขนาดกลางถึงใหญ่ ผลมีเปลือกบางและล่อนจึงปอกออกได้ง่าย ผลมักไม่พาม ตัวอย่างส้มในกลุ่มนี้ได้แก่ ส้มเขียวหวานและส้มจิน ส่วนพันธุ์จากต่างประเทศที่นิยมปลูกมี 4 พันธุ์ ได้แก่

4.1 พันธุ์บัวดี เป็นพันธุ์ที่นิยมปลูกในรัฐควีนสแลนด์ ประเทศออสเตรเลีย มีลักษณะคล้ายพันธุ์แดนซี ลำต้นมีขนาดกลางถึงใหญ่ ไม่มีหนาม ใบเรียวยาวแคบ ลักษณะผลกลมแป้น ปลายผลนูนเล็ก เปลือกบางนุ่มปอกง่าย ผิวเปลือกเรียบมีสีส้มแดง มีเมล็ดมาก มักให้ผลปีเว้นปี

4.2 พันธุ์คลิเมนไทน์ เป็นพันธุ์ที่เชื่อว่ามีถิ่นกำเนิดในประเทศจีน แต่ในปัจจุบันปลูกมากในแถบเมดิเตอร์เรเนียน โดยทั่วไปสั้พันธุ์นี้ไม่มีเมล็ด แต่หากได้รับการผสมข้ามจะทำให้มีเมล็ดมาก ลำต้นมีขนาดกลางเป็นพุ่มทึบและไม่ค่อยมีหนาม มีความทนต่อสภาพอากาศเย็นได้ดี ผลมีขนาดเล็กถึงกลาง ผลมีรูปร่างได้หลายแบบ ที่บริเวณขั้วและปลายของผลจะนูนเล็ก ผิวผลเรียบเปลือกมีความหนาปานกลางมีสีส้มหรือส้มแดง ปอกเปลือกได้ง่าย ภายในผลมีจำนวนกลีบ 8 ถึง 12 กลีบ

4.3 พันธุ์แดนซี เป็นพันธุ์ที่มีถิ่นกำเนิดในประเทศอินเดีย เป็นพันธุ์ทางการค้าที่สำคัญพันธุ์หนึ่งของประเทศสหรัฐอเมริกา ลักษณะของลำต้นจะไม่มีหนาม ผลมีขนาดกลาง รูปร่างผลกลมแป้น ที่ขั้วผลอาจมีจุกและที่ปลายผลนูนเล็ก เปลือกบางเหนียวและล่อน ให้ผลดกปีเว้นปี

4.4 พันธุ์พองแกน เป็นพันธุ์ที่มีถิ่นกำเนิดในประเทศอินเดีย นิยมปลูกกันมากในแถบตอนใต้ของประเทศจีนและไต้หวัน และสามารถปลูกในเขตร้อนได้ดี เช่นที่ประเทศอินโดนีเซีย มาเลเซียและฟิลิปปินส์ ลำต้นไม่มีหนาม มีความแข็งแรงแต่ไม่ทนต่อสภาพอากาศเย็นและให้ผลเว้นปี ลักษณะผลมีขนาดใหญ่ รูปร่างผลกลมหรือกลมแป้น ปลายผลนูนเล็ก ที่ขั้วผลคล้ายสั้พันธุ์นาเวล เปลือกค่อนข้างบางมีสีส้มจัดและปอกง่าย ผลไม่มีแกน จำนวนกลีบภายในผลมี 10 กลีบ มีเมล็ดน้อย

สั้ในกลุ่มแมนดารินนอกจากที่กล่าวมาแล้ว 4 กลุ่ม ยังมีกลุ่มที่มีใบ ดอกและผลขนาดเล็กซึ่งได้ถูกจัดแยกไว้ มีจำนวน 16 ชนิดแต่ที่สำคัญมี 7 ชนิด ได้แก่ *C. amblycarpa* (Hassk.) Ochse, *C. depressa* Hayata, *C. kinokuni* hort. ex Tanaka, *C. lycopersicaeformis* (Lush.) hort. ex Tanaka, *C. oleocarpa* hort. ex Tanaka, *C. reshni* hort. ex Tanaka และ *C. sunki* (Hataya) hort. ex Tanaka

ส่วนพันธุ์สั้ที่มีลักษณะคล้ายกลุ่มแมนดาริน ได้แก่ พันธุ์กาลามอนดิน ไอโยและแรงเพอร์ ซึ่งพันธุ์เหล่านี้นิยมนำมาปลูกเป็นไม้ประดับและทำเป็นต้นตอของสั้พันธุ์อื่นๆ

## 2. พันธุ์สั้ในกลุ่มแมนดารินที่ปลูกในประเทศไทย

สั้ในกลุ่มแมนดารินที่ปลูกในประเทศไทย (มงคล แซ่หลิม, 2535) ได้แก่

1. ส้มเขียวหวาน จัดเป็นพวกแทนเจอร์น มีผลรูปทรงกลมแป้น นั่นคือส่วนสูงของผลจะสั้นกว่าเส้นผ่าศูนย์กลางของผล ด้านปลายผลจะราบหรือเว้าเป็นแอ่งตื้นๆ ฐานผลส่วนใหญ่มน บางสายพันธุ์จะมีลูกขนาดเล็กและเตี้ย ผิวที่ผลจะเรียบและมีคุ่มน้ำมัน ผลที่แก่จัดจะมีผิวสีเขียวอมเหลืองแต่ส้มเขียวหวานที่ปลูกในเขตอากาศเย็นจะมีผิวสีเหลืองส้ม ลักษณะของเปลือกมักบางล่อนและปอกง่าย ผัของกลีบบาง มีรคน้อย ชันน่ม ถู่น้ำหวานมีขนาดเล็กและสั้น มีน้ำมาก เนื้อผลมีสีส้ม รสชาติหวานอมเปรี้ยวเล็กน้อย

ประวัติการปลูกส้มเขียวหวานเชื่อกันว่ามีการนำพันธุ์มาปลูกจากประเทศจีนกว่า 100 ปีแล้ว เดิมเป็นการปลูกจากเมล็ด ต่อมาได้เกิดการกลายพันธุ์เป็น 6 สายพันธุ์ ได้แก่ พันธุ์ส้มเขียวหวาน พันธุ์เทพรส พันธุ์ชานน่ม พันธุ์หัวจุก พันธุ์บางมดและพันธุ์แดงหวาน แต่ปัจจุบันคงเหลือเพียงพันธุ์บางมดเท่านั้นเนื่องจากพันธุ์อื่นไม่นิยมปลูกและบริโภค

พันธุ์บางมดเริ่มปลูกเป็นพันธุ์การค้าในเขตตำบลบางมด เขตบางขุนเทียน กรุงเทพฯ เมื่อประมาณ 70 ปีมาแล้ว ต่อมาได้กระจายการปลูกไปยังจังหวัดใกล้เคียง ได้แก่ จังหวัดนครปฐม สมุทรสาคร สมุทรสงครามและราชบุรี ปัจจุบันส้มเขียวหวานที่ปลูกเป็นการค้าในประเทศไทย ได้แก่

- 1.1 ส้มบางมดหรือบางล่าง มีลักษณะเปลือกบาง ปลูกที่เขตบางขุนเทียน กรุงเทพฯ
- 1.2 ส้มบางบน มีลักษณะเปลือกหนา ปลูกที่ตำบลบางขุนนนท์ เขตรังสิต กรุงเทพฯ จังหวัดแพร่และเชียงใหม่
- 1.3 ส้มแหลมทองหรือแสงทอง ลักษณะผลมีขนาดใหญ่ ปลูกที่ราชบุรี แต่แหล่งปลูกเดิมอยู่ที่สมุทรสาคร
- 1.4 ส้มฟรีเมืองต์ เป็นส้มพันธุ์ลูกผสมจากส้มพันธุ์คลิเมนไทน์กับส้มพันธุ์ฟองแกน ได้มีการนำพันธุ์จากประเทศสหรัฐอเมริกาเข้ามาทดลองปลูก เนื่องจากส้มพันธุ์นี้สามารถปรับตัวได้ดีในสภาพอากาศทางภาคเหนือของประเทศไทย จึงยังคงมีเกษตรกรปลูกกันอยู่จนถึงปัจจุบัน
- 1.5 ส้มโชกุนหรือเพชรยะลา เป็นส้มที่ปลูกทางภาคใต้ของประเทศไทยโดยปลูกจากเมล็ด ลักษณะของผลจะมีขนาดใหญ่กว่าส้มเขียวหวานพันธุ์บางมดเล็กน้อย มีลักษณะพิเศษคือคุณภาพผลดีเยี่ยม ชันน่ม ปริมาณกรดและน้ำตาลสูงทำให้มีเปอร์เซ็นต์น้ำส้มสูง เนื้อสีเป็นสีส้มจัดด้วยลักษณะเหล่านี้จึงเป็นที่นิยมบริโภคกันมากในปัจจุบัน ส้มโชกุนเป็นส้มที่ปลูกได้ด้วยเมล็ด นำเข้ามาปลูกครั้งแรกที่จังหวัดยะลา โดยเป็นส้มที่เกิดจากการผสมพันธุ์ระหว่างพันธุ์บิกกาจากชวลาประเทศจีนกับส้มเขียวหวานพันธุ์พื้นเมือง (นพรัตน์ บำรุงรักษ์, 2536) ส้มโชกุนที่ปลูกในจังหวัดชุมพรเริ่มให้ผลผลิตครั้งแรกเมื่อต้นมีอายุประมาณ 3 ถึง 4 ปี แหล่งปลูกส้มโชกุนที่ให้ผลดีนั้นมีหลายพื้นที่ ได้แก่ ภาคเหนือที่จังหวัดลำปาง เชียงใหม่และเชียงราย ภาคตะวันตกที่จังหวัด

กาญจนบุรีและภาคใต้ที่จังหวัดยะลา สงขลาและชุมพร ซึ่งแหล่งปลูกส้มโชกุนในแต่ละพื้นที่นั้นมีชื่อได้เปรียบและเสียเปรียบที่แตกต่างกันไป เช่น รสชาติ สีผิวและความหอมของเปลือก โดยภาคใต้จะได้เปรียบในแง่ของการคงเอกลักษณ์ของผิวและกลิ่นหอมรวมทั้งคุณภาพของเนื้อที่มีรสชาติกลมกล่อม ส่วนทางภาคเหนือจะได้เปรียบในเรื่องสีผิวที่เป็นสีเหลืองทอง (เปรมปรี ฌ สงขลา, 2538) ลักษณะของส้มโชกุนนั้นมีความคล้ายกับส้มเขียวหวานมาก แต่ก็มีลักษณะที่แตกต่างไปจากส้มเขียวหวานและส้มอื่นๆ ได้แก่ ลำต้นมีความสูงและแข็งแรงกว่าส้มเขียวหวานทั้งด้านโครงสร้างและการต้านทานต่อโรค มีลักษณะทรงพุ่มสูงกว่าส้มเขียวหวานพันธุ์บางมด กิ่งและใบของส้มโชกุนมีลักษณะตั้งขึ้น ใบจะมีสีเขียวเข้มกว่าส้มเขียวหวานและมีใบเป็นทรงพุ่มมากกว่า ในขณะที่ใบของส้มเขียวหวานจะมีลักษณะตกหรือห้อยลงมา รูปร่างของใบส้มโชกุนมีลักษณะเรียวกว่าส้มเขียวหวานและมีกลิ่นหอมต่างไปจากส้มบางมด ส้มโชกุนที่ปลูกในจังหวัดสงขลาออกดอกในเดือนกุมภาพันธ์ถึงมีนาคม ดอกของส้มโชกุนมีสีขาวใหญ่กว่าดอกของส้มเขียวหวานบางมดเล็กน้อย รูปร่างและขนาดของผลไม่แตกต่างจากส้มเขียวหวานบางมดมากนักซึ่งขึ้นอยู่กับการบำรุงรักษา แต่ลักษณะที่มีความแตกต่างกันอย่างชัดเจนคือ ส้มโชกุนมีเปลือกบางกว่า เนื้อมีสีแดงเข้มกว่าปริมาณน้ำในผลมีมากกว่าและมีความหวานมากกว่าส้มเขียวหวานบางมด (พานิชย์ ยศปัญญา, 2542)

2. ส้มจุก เป็นส้มพันธุ์พื้นเมืองทางภาคใต้ของประเทศไทย โดยปลูกกันทั่วไปทางภาคใต้ตอนล่างจึงจัดได้ว่าเป็นไม้ผลเศรษฐกิจในระดับท้องถิ่นอีกพันธุ์หนึ่ง ปัจจุบันเกษตรกรผู้ปลูกส้มจุกมักประสบปัญหาโรคลำต้นโทรม ส่งผลให้มีพื้นที่ในการปลูกส้มพันธุ์นี้ไม่มากนักเมื่อเปรียบเทียบกับส้มโชกุนที่มีราคาจำหน่ายสูงกว่า ลักษณะผลของส้มจุกจะมีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางผล 6.5 ถึง 7 เซนติเมตร มีน้ำหนักผล 145 ถึง 190 กรัม เนื้อผลมีปริมาณน้ำตาล 8 เปอร์เซ็นต์ เปลือกหนา 0.3 ถึง 0.4 เซนติเมตร มีผิวขรุขระ มีคูน้ำมันที่ผิวขนาดใหญ่และถี่ ผลที่สุกแก่จะมีการเปลี่ยนสีผิวที่ผลเพียงเล็กน้อยเท่านั้น ฐานผลมีคอสองจึงเรียกชื่อตามลักษณะผลว่าส้มจุก ปลายผลราบหรือเว้าเล็กน้อย เปลือกผลล่อนปอกง่าย กลีบมีจำนวน 11 กลีบและแยกจากกันได้ง่าย ผนังกลีบหนาและเหนียว มีชั้นเหนียว ภู่งน้ำหวานค่อนข้างขาวและภายในมีน้ำมาก เนื้อผลมีสีเหลืองอ่อนและใส มีรสหวานอมเปรี้ยวโดยเฉพาะหากเก็บผลก่อนถึงระยะผลสุกจะทำให้ผลมีรสเปรี้ยวมาก มีเมล็ด 4 ถึง 5 เมล็ดต่อผล

3. ส้มแก้ว เป็นส้มพันธุ์พื้นเมืองทางภาคเหนือของประเทศไทย ผลมีกลิ่นหอมคล้ายส้มจุก ขนาดของผลใกล้เคียงกับส้มพันธุ์คิง มีน้ำหนักผลประมาณ 300 ถึง 310 กรัม ผลมีรูปทรงกลมแป้น มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 8 ถึง 9 เซนติเมตร สูง 7.5 เซนติเมตร เปลือกมีความหนา 1.5 ถึง 2 เซนติเมตร ผิวผลค่อนข้างเรียบและมีสีส้ม มีคูน้ำมันที่ผิวขนาดใหญ่และถี่ เปลือกล่อน

ปอกง่าย ฐานผลมนกเล็บมีจำนวน 11 กลีบ เนื้อผลสีส้มมีน้ำมาก ฉุนน้ำหวานมีขนาดใหญ่ รสชาติไม่หวานมากนัก มีปริมาณน้ำตาลประมาณ 8 เปอร์เซ็นต์ จำนวนเมล็ดมี 1 ถึง 2 เมล็ดต่อผล

### 3. การศึกษาทางด้านชีววิทยาของดอก

#### 3.1 การศึกษาระยะการเจริญและการบานของดอก

ดอกมีกำเนิดมาจากตาซึ่งอาจจะเป็นตาดอกหรือตาผสมที่อยู่ในตำแหน่งปลายยอดหรือด้านข้างของกิ่ง โดยเนื้อเยื่อบริเวณนี้คือเนื้อเยื่อเจริญที่สร้างต้น (vegetative meristem) จะมีการเปลี่ยนแปลงไปเป็นเนื้อเยื่อเจริญที่สร้างส่วนสืบพันธุ์ (reproductive meristem) ซึ่งการเปลี่ยนแปลงของเนื้อเยื่อบริเวณตาดอกนี้อาจเกิดขึ้นภายใน 2 ถึง 3 วันหรือนานหลายปีขึ้นอยู่กับชนิดของพืช สิ่งแวดล้อมและพันธุกรรม (เทียมใจ คมกฤต, 2539) มีหลายปัจจัยที่มีความเกี่ยวข้องกับการเกิดดอก เช่น อายุของพืช อาหารสะสมภายในลำต้นและสภาพแวดล้อม เป็นต้น (พีรเดช ทองอำไพ, 2537) ในส่วนของกระบวนการบานของดอกนั้น มักมีช่วงเวลาการบานที่แตกต่างกันไปในแต่ละพื้นที่ เนื่องจากความแตกต่างกันของสภาพแวดล้อม อุณหภูมิและความชื้นในดิน เช่น หากอุณหภูมิในพื้นที่เพิ่มขึ้นก็จะเร่งให้มีจำนวนดอกบานพร้อมกันมากขึ้น (Fægri and van der Pijl, 1979; Roy and Goldschmidt, 1996; Petanidou, 2001) มีการศึกษาระยะการเจริญและการบานของดอกในไม้ผลหลายชนิด เช่น ดอกพุศทรา (*Zizyphus mauritiana* Lank.) พันธุ์ Chico แต่ละต้นในรัฐฟลอริดา (Florida) ประเทศสหรัฐอเมริกา ใช้เวลาในการบานประมาณ 3 เดือน ดอกบานมากที่สุดที่เวลา 7.00 ถึง 10.00 นาฬิกา (Lyrene, 1983) ส่วนมะนาว (*Citrus aurantifolia* Swingle.) พันธุ์ Kagzi ดอกจะบานมากที่สุดที่เวลา 10.00 ถึง 12.00 นาฬิกา (Rohidas and Chakrawar, 1989) สำหรับการบานของดอกมะม่วงหิมพานต์ (*Anacardium occidentale* L.) ในดอกกะเทยจะเริ่มบานหลังจากดอกเพศผู้ที่เวลา 9.00 ถึง 13.00 นาฬิกา และดอกกะเทยจะบานมากที่สุดที่เวลา 10.00 ถึง 11.00 นาฬิกา (วิจิตต์ วรรณชิต, 2535) ส่วนการเจริญของดอกส้มโอพันธุ์หอมหาดใหญ่ (*Citrus grandis* L. Osbeck cv. Hom Hat Yai) ที่จังหวัดสงขลา แบ่งได้เป็น 7 ระยะ โดยมีระยะเวลาตั้งแต่ดอกเจริญขึ้นมาให้เห็นจนกระทั่งดอกเริ่มบานนาน 57 ชั่วโมงและจากระยะดอกเริ่มบานถึงระยะการติดผลนาน 67 ชั่วโมง ส้มโอพันธุ์หอมหาดใหญ่แต่ละต้นมีช่วงเวลาการบานเฉลี่ย 14 วันและดอกจะบานมากที่สุดในวันที่ 6 ช่วงการบานเต็มทีของดอกในรอบวันอยู่ที่เวลา 14.00 นาฬิกา (ไมตรี แก้วทับทิม, 2539) นอกจากนี้การเจริญของดอกลองกองแห้ง ลางสาดพื้นเมืองและดูงูน้ำที่จังหวัดสงขลา สามารถแบ่งระยะการเจริญตามลักษณะการเผยวงดอกแต่ละชั้นได้เป็น 4 ระยะ



จากระยะที่เกิดดอกถึงระยะติดผลของคอกลองกอง คุงู (*Aglaia dookoo* Griff.) และกลางสาด (*A. domestica* Pelleg.) ใช้เวลา 45, 46 และ 44 วัน ตามลำดับ (อุไรวรรณ นามศรี, 2542)

### 3.2 การศึกษาในเกสรเพศผู้ (stamen)

เกสรเพศผู้เกิดจากการเจริญของโปรโตเดิร์ม (protoderm) ซึ่งเป็นเนื้อเยื่อเจริญกำเนิดผิวเนื้อเยื่อชั้นรองจากเนื้อเยื่อเจริญกำเนิดผิวของอับเรณูที่อ่อนนี้ คือเนื้อเยื่อสร้างเรณู (sporogenous tissue) เนื้อเยื่อสร้างเรณูนี้ถูกสร้างในบริเวณของอับเรณู นั่นคือ บริเวณที่จะกลายเป็นอับของไมโครสปอร์ (microsporangium) แต่ละบริเวณเหล่านี้จะมีแถวของจุดกำเนิดเนื้อเยื่อชั้นบน (hypodermis) เนื้อเยื่อนี้จะมีการแบ่งเซลล์ขนานกับผิว (periclinal) ได้เป็นผนังเซลล์หนา 2 ชั้น ผนังเซลล์ชั้นในคือ primary sporogenous cells ซึ่งจะมีการเจริญต่อไปเป็นเซลล์กำเนิดไมโครสปอร์ (pollen mother cells หรือ microspore mother cells) ส่วนผนังเซลล์ชั้นนอกคือ primary parietal cells ซึ่งจะมีการเจริญต่อไปเป็นโพรงอับเรณู (pollen sac) ในขณะที่มีการเจริญของผนังเซลล์ทั้งสองชั้นนี้ ส่วนของทาพีตัม (tapetum) ก็จะมีการเจริญไปพร้อมๆ กัน โดยแต่ละเซลล์ของทาพีตัมอาจมีมากกว่า 1 นิวเคลียส นั่นคืออาจมีได้ 2 นิวเคลียส (binucleate) หรือหลายนิวเคลียส (multinucleate) หน้าที่ของทาพีตัมคือเป็นแหล่งอาหารของเซลล์กำเนิดไมโครสปอร์ สามารถแบ่งชนิดของทาพีตัมเป็น 2 ชนิด ได้แก่ glandular tapetum (secretory tapetum) ทำหน้าที่โดยการสลายเซลล์ (autolysis) เพื่อเป็นแหล่งอาหารแก่เซลล์กำเนิดไมโครสปอร์ ส่วนชนิดที่สองคือ amoeboid tapetum (plasmodial tapetum) ทำหน้าที่โดยการมีส่วนของโปรโทพลาสต์ (protoplast) แทรกซึมไปตาม pollen mother cells เพื่อส่งอาหาร (Fahn, 1982)

เซลล์กำเนิดไมโครสปอร์มีโครโมโซม 2 ชุด (diploid pollen mother cells) จะแบ่งตัวแบบไมโอซิส (meiosis) เป็นกลุ่มๆ ละ 2 เซลล์ติดกัน (2-haploid microspores: dyad) แบ่งขั้นที่สองได้กลุ่มละ 4 เซลล์ติดกัน (4-haploid microspores: tetrad) แต่ละเซลล์ที่แบ่งได้มี 1 นิวเคลียส และมีสารแคลโลส (callose) มาพอกที่ผนังเซลล์ รูปร่างของกลุ่มที่มี 4 เซลล์ติดกันนี้มีความแตกต่างกันในพืชแต่ละสปีชีส์และแตกต่างกันได้แม้ในสปีชีส์เดียวกัน เช่น รูปร่างแบบพีระมิด (tetrahedral) รูปร่างแบบสองด้านติดกัน (isobilateral) รูปร่างแบบตรงข้ามสลับตั้งฉาก (decussate) รูปร่างแบบตัวที (T-shaped) และรูปร่างแคบ (linear) ต่อมาเซลล์ทั้งสี่จะแยกจากกันกลายเป็นไมโครสปอร์ (microspores) เม็ดเดี่ยว ในแต่ละไมโครสปอร์มีการแบ่งตัวแบบไมโทซิส (mitosis) ได้ 2 นิวเคลียส นั่นคือ tube nucleus (vegetative cell) และ generative nucleus จึงเรียกแต่ละไมโครสปอร์ในระยะที่นี้ว่าเรณู (pollen) เรณูที่เจริญเต็มที่มักพบสาร pectocellulosic ที่ผนังชั้น

อินทีน (intine) ส่วนที่ผนังชั้นเอกซัน (exine) พบสาร sporopollenin เป็นสารประกอบหลัก ซึ่งข้อมูลเกี่ยวกับสารประกอบนี้มีการศึกษากันไม่มากนัก แต่คาดว่าสารประกอบชนิดนี้น่าจะเป็นสาร oxidative polymers ของสาร carotenoid esters (Fahn, 1982)

เมื่อเรณูเจริญเต็มที่และมีความพร้อมในการถ่ายเรณู เรณูจะมีการเจริญของ pollen tube เกิดขึ้น จากนั้น generative nucleus จะมีการแบ่งตัวแบบไมโทซิสอีกครั้งได้ 2 สเปิร์ม (2-sperms) แต่ละสเปิร์มมี 1 นิวเคลียส ส่วน tube nucleus จะทำหน้าที่สลายผนังอวูล (integument) เพื่อให้แต่ละสเปิร์มจาก generative nucleus เข้าไปผสมกับเซลล์ไข่ (egg cell) เกิดเป็นไซโกต (zygote) ที่มีโครโมโซม 2 ชุด และผสมกับ polar nuclei เกิดเป็นเอนโดสเปิร์ม (endosperm) ที่มีโครโมโซม 3 ชุด ตามลำดับ

Clement, Burrus และ Audran (1996) รายงานว่า การเจริญของเรณูในพืชสกุล *Lilium* แบ่งออกเป็น 2 ระยะ คือ

1. ระยะที่เรณูกำลังเจริญ (growth phase) นับตั้งแต่ระยะที่เป็นเซลล์กำเนิดไมโครสปอร์ (microspore mother cell) ถึงระยะแวคิวโอเลท ไมโครสปอร์ (vacuolated microspore)

2. ระยะที่เรณูเจริญเต็มที่ (maturation phase) นับตั้งแต่ระยะสปอร์ไรต์ ไมโครสปอร์ (sporal microspore) ถึงระยะเป็นเรณูที่สมบูรณ์ (mature pollen grain) ซึ่งในระหว่างที่มีการเจริญของเรณูในระยะแรกนั้น พบว่าส่วนของอับเรณูและก้านชูอับเรณูจะมีการสะสมแป้งไว้มาก แต่เมื่อเข้าสู่การเจริญในระยะที่สองการสะสมแป้งจะเกิดขึ้นน้อยที่บริเวณเกสรเพศผู้ แต่มีการสะสมเพิ่มขึ้นมากที่บริเวณกลีบดอกและเกสรเพศเมีย ซึ่งแป้งจะถูกลำเลียงจากก้านดอกขึ้นไปบริเวณตาดอก

หลังจากที่เรณูถูกปลดปล่อยออกมาจากอับเรณูด้วยการแตกของผนังที่กั้นระหว่างโพรงอับเรณูตรงบริเวณที่เรียกว่าเซลล์ปาก (stomium) แล้ว ค่าความมีชีวิตของเรณูจะลดลง (Shivanna and Rangaswamy, 1993; Thomson *et al.*, 1994) โดยทั่วไปแล้วที่อุณหภูมิปกติเรณูจะมีชีวิตอยู่ได้แตกต่างกัน และมีชีวิตได้นานมากที่สุด 1 ถึง 2 วัน (ลาวัลย์ รักศักดิ์, 2539) เช่น เรณูของดอกทุเรียน (*Durio zibethinus* L.) ที่ถูกปลดปล่อยออกมาใหม่ๆ มีค่าความมีชีวิต 90 เปอร์เซ็นต์ แต่เมื่อเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิห้องนาน 20 ชั่วโมง ค่าความมีชีวิตของเรณูจะลดลงเหลือ 85 เปอร์เซ็นต์ (ทรงพล สมศรี, 2530)

การทดสอบความมีชีวิตของเรณูที่เริ่มปลดปล่อยออกมาจากอับเรณูโดยใช้วิธีการทดสอบด้วยสีฟลูออเรสซินไดอะซีเตดของดอกมะม่วงหิมพานต์ ผลการทดสอบคือ เรณูมีค่าความมีชีวิตสูงกว่า 90 เปอร์เซ็นต์ แต่เมื่อปล่อยไว้นาน 48 ชั่วโมงค่าความมีชีวิตจะลดลงเหลือเพียง 22.4 เปอร์เซ็นต์ (วิจิตต์ วรรณชิต, 2535) เช่นเดียวกับดอกส้มโอพันธุ์หอมหาคาใหญ่ที่มีค่าความมีชีวิตสูง

ถึง 100 เปอร์เซ็นต์ แต่เมื่อเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 3, 9, 24 และ 48 ชั่วโมงตามลำดับ ค่าความมีชีวิตจะค่อยๆ ลดลงเหลือ 65.02 เปอร์เซ็นต์ที่ชั่วโมงที่ 48 (ไมตรี แก้วทับทิม, 2539)

### 3.3 การศึกษาในเกสรเพศเมีย (pistil)

เกสรเพศเมียเป็นส่วนของดอกที่อยู่ชั้นในสุด เกิดจากใบที่เปลี่ยนแปลงไป โดยมีลักษณะคล้ายขอบใบโอบเข้าหากันเกิดเป็นช่อง (locule) ภายในช่องนี้เป็นที่อยู่ของอวูล ลักษณะที่คล้ายขอบใบโอบเข้าหากันมี 2 แบบ คือ แบบแรก ส่วนปลายของส่วนที่คล้ายขอบใบโอบเข้ามาแล้วบรรจบกันตามยาว (conduplicate) ขอบของการมาบรรจบกันจะเรียบ แบบที่สอง ส่วนปลายของส่วนที่คล้ายขอบใบจะม้วนเข้าหากัน (insolution) ทำให้ส่วนปลายของขอบที่มาชิดกันมีลักษณะเหมือนผิวใบด้านล่าง (เทียมใจ คมกฤส, 2539)

เกสรเพศเมียประกอบด้วยยอดเกสรเพศเมีย (stigma) ก้านเกสรเพศเมีย (style) และรังไข่ (ovary) ซึ่งลักษณะของแต่ละส่วนนั้นมีความแตกต่างกันในพืชแต่ละกลุ่ม เกสรเพศเมียมีความสำคัญทางด้านการสืบพันธุ์แบบอาศัยเพศของพืชนอกเหนือไปจากส่วนของเกสรเพศผู้ เนื่องจากช่วงเวลาพร้อมรับการถ่ายเรณูของเกสรเพศเมีย (pistil receptivity) เป็นปัจจัยหนึ่งที่มีบทบาทให้พืชเกิดการผสมตัวเอง (self pollination) และการผสมข้าม (cross pollination) (Fægri and van der Pijl, 1979)

บริเวณเนื้อเยื่อชั้นผิว (epidermis) ของยอดเกสรเพศเมียมีต่อมขับสารที่มีลักษณะเป็นปุ่มเล็ก (papillae) และมีรูปร่างได้หลายแบบ ในไม้ดอกทั่วไปแบ่งได้เป็น 2 แบบ คือ ยอดเกสรแบบเปียก (wet stigma) และยอดเกสรแบบแห้ง (dry stigma)

ยอดเกสรแบบเปียกอาจมีลักษณะเป็นปุ่มหรือไม่มีก็ได้ เมื่อเซลล์ปุ่มเหล่านี้มีการเจริญเต็มที่ ผิวหน้าที่เคลือบด้านบนของเซลล์ปุ่มจะสลายตัวแล้วขับของเหลวพวก phenolic, lipophilic, polysaccharide และอื่นๆ ออกมาขึ้นกับชนิดของพืช

ยอดเกสรแบบแห้ง ประกอบด้วยเซลล์ปุ่มที่มี 1 เซลล์ (unicellular) หรือหลายเซลล์ (multicellular) และมีผิวเคลือบคิวทินหนา สารที่ขับออกมาจากเซลล์นี้มักเป็นสารประกอบโปรตีน สารที่ขับออกมาทั้งจากยอดเกสรแบบเปียกและแบบแห้งมีคุณสมบัติในการป้องกันการระเหยของน้ำให้กับยอดเกสรเพศเมียและยังช่วยส่งเสริมหรือยับยั้งการงอกของหลอดเรณูผู้ก้านเกสรเพศเมียอีกด้วย (Cresti, Blackmore and van Went, 1992)

ถัดลงไปทีบริเวณกึ่งกลางก้านเกสรเพศเมีย มีเนื้อเยื่อซึ่งทำหน้าที่เป็นทางผ่านและเป็นแหล่งอาหารของหลอดเรณู (Fahn, 1982) ลักษณะที่พบในไม้ดอกโดยทั่วไปมี 2 แบบ คือ ก้านเกสร

ที่เป็นช่อง (hollow style) และก้านเกสรแบบทึบ (solid style) เนื้อเยื่อที่บุภายในช่องคือ transmitting ซึ่งแต่ละเซลล์ของเนื้อเยื่อนี้เป็นเซลล์ยาว มีผนังเซลล์ปฐมภูมิ (primary wall) 1 ชั้น ในระยะที่เกสรเพศเมียพร้อมทำหน้าที่เซลล์เหล่านี้จะขับของเหลวออกมาเพื่อส่งเสริมหรือยับยั้งการงอกของหลอดเรณูผู้รับไข (Cresti, Blackmore and van Went, 1992)

### 3.4 การศึกษาโครงสร้างและหน้าที่ของต่อมน้ำหวาน (nectary)

ในส่วนต่างๆ ของพืช เช่น ลำต้น ใบและดอก มักพบโครงสร้างที่ทำหน้าที่เก็บสารต่างๆ การที่พืชสามารถเก็บสารต่างๆ ได้นั้น เกิดจากการที่พืชได้แยกสารเหล่านี้ออกจากโพรโทพลาสต์ของพืชมาอยู่ในต่อม (gland) สารที่ถูกขับออกมาจากต่อมอาจอยู่ในสภาพเกลือต่างๆ ดังที่พบในต่อมเกลือ (salt gland) หรือเป็นสารละลายน้ำตาลจากต่อมน้ำหวาน

ต่อมน้ำหวานเป็นต่อมที่ขับสารละลายที่มีน้ำตาลละลายอยู่ หากตำแหน่งของต่อมนี้อยู่บนส่วนของดอก เรียกต่อมนี้อีกว่า floral nectary หากพบที่ส่วนอื่นที่ไม่ใช่ส่วนของดอก เรียกต่อมนี้อีกว่า extrafloral nectary สารละลายน้ำตาลจะถูกขับออกมาทางโฟลเอ็ม (phloem) และไซเล็ม (xylem) หากมีจำนวนไซเล็มมากกว่าโฟลเอ็ม พบว่าปริมาณน้ำตาลในสารละลายน้ำหวานจะลดลงเหลือเพียง 8 เปอร์เซ็นต์ (เทียมใจ คมกฤต, 2539)

วิธีการขับน้ำหวานออกจากต่อมน้ำหวานนั้น เกี่ยวข้องกับชนิดของเนื้อเยื่อที่ประกอบขึ้นมาเป็นต่อมน้ำหวาน เช่น กรณีที่น้ำหวานที่ถูกขับออกมาอยู่ในช่องว่างระหว่างเซลล์และผ่านออกมาภายนอกทาง modified stomata พบว่าชนิดของเนื้อเยื่อที่ประกอบขึ้นมาเป็นต่อมน้ำหวานนี้คือเนื้อเยื่อพาเรงคิมา ลักษณะของเซลล์ที่มีต่อมน้ำหวาน (nectariferous cells) จะมีผนังบาง นิวเคลียสมีขนาดใหญ่ ไซโทพลาซึมเต็มเซลล์และแวคิวโอลเล็ก (Nepi, Ciampolini and Pacini, 1996) ดังเช่น ดอกเพศผู้ของพืชวงศ์แตงชนิด *Cucurbita pepo* L. มีต่อมน้ำหวานที่ประกอบด้วยเซลล์พาเรงคิมาและภายในเซลล์นี้มีเม็ดแป้งจำนวนมาก เมื่อทำการศึกษากลไกการขับน้ำหวาน พบว่าก่อนถึงระยะดอกบานเต็มที่นั้น เม็ดแป้งที่อยู่ในเซลล์พาเรงคิมาเหล่านี้จะถูกสลายพันธะด้วยน้ำ (hydrolysis) กลายเป็นสารละลายน้ำตาลและถูกขับออกมาทาง modified stomata ที่ผิวหน้าของต่อมน้ำหวาน ซึ่งน้ำหวานที่ถูกขับออกมานี้ บางส่วนจะกลายเป็นอาหารของชีวพาหะที่เข้ามาเยี่ยมดอก แต่บางส่วนจะถูกดูดกลับและสะสมไว้ที่เซลล์พาเรงคิมาเช่นเดิม (Nepi, Ciampolini and Pacini, 1996) ส่วนต่อมน้ำหวานในดอกแยกเพศที่อยู่ร่วมต้นเดียวกัน (monoecious) ของ *Ecballium elaterium* A. Rich มีขนาดใหญ่และภายในเซลล์ที่มีน้ำหวานจะมีพลาสโมเดสมาดา (plasmodesmata) จำนวนมาก ซึ่งต่างกับในดอกเพศเมียที่พบว่า มีต่อมน้ำหวานขนาดเล็กกว่าและ

ไม่สามารถวัดปริมาณการขับน้ำหวานจากดอกเพศเมียนี้ได้ กระบวนการการขับน้ำหวานของต่อมน้ำหวานในดอกเพศผู้เริ่มจากการที่มีการสะสมเม็ดแป้งในพลาสติด (plastids) ซึ่งอยู่ภายในเซลล์ที่มีน้ำหวานจากนั้น น้ำหวานจึงถูกทำลายโดยโพลีเอมออกสู modified stomata ที่ผิวหน้าของต่อมน้ำหวาน (Fahn and Shimony, 2001) สำหรับต่อมน้ำหวานของพืชเฉพาะถิ่นแถบเมดิเตอร์เรเนียนชนิดหนึ่ง *Rosmarinus officinalis* L. มีต่อมน้ำหวานอยู่ที่ฐานรองดอก รูปร่างของต่อมน้ำหวานมี 4 พู แต่ละพูมีขนาดแตกต่างกันและพูที่พบว่ามี modified stomata มีเพียง 1 พูซึ่งเป็นพูที่มีขนาดใหญ่ที่สุด ท่อลำเลียงภายในต่อมน้ำหวานประกอบด้วยโพลีเอมเพียงอย่างเดียว เม็ดแป้ง (starch grains) ที่พบในเซลล์ของต่อมน้ำหวานในระยะก่อนดอกบานมีจำนวนมากกว่าในระยะที่ดอกบานเต็มที่ ส่วนการขับน้ำหวานออกจากเซลล์ภายในต่อมน้ำหวานนั้น ยังคงไม่สามารถระบุได้ว่าเป็นการหลั่งผ่านเยื่อหุ้มเซลล์ (eccrine secretion) โดยตรงหรือเป็นการหลั่งผ่านถุงขนาดเล็ก (granulocrinous secretion) ออกนอกเซลล์ (Zer and Fahn, 1992) รูปร่างต่อมน้ำหวานนั้นมีหลายลักษณะและประกอบด้วยหลายเซลล์ (multicellular) เช่น ต่อมน้ำหวานรูปจาน (disc shape) ที่พบใน *Echium plantaginum* ซึ่งเป็นพืชที่อยู่ในวงศ์ Boraginaceae และเมื่อทำการศึกษาด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด (Scanning Electron Microscope: SEM) พบว่ามี modified stomata อยู่ที่บริเวณส่วนปลายของต่อมน้ำหวาน จะทำหน้าที่เป็นทางผ่านของน้ำหวานที่หลั่งออกมาจากต่อมน้ำหวาน แต่สำหรับในพืชบางชนิดเช่น *Vicia faba* น้ำหวานจะหลั่งออกมาทางต่อมขน (secretory hairs หรือ trichomes) (Roubik, 1995)

น้ำหวานที่มีภายในต่อมน้ำหวานของพืชสกุล *Citrus* ในระยะที่ยังเป็นตาดอก มีความเข้มข้น 13 ถึง 17 เปอร์เซ็นต์ และความเข้มข้นนี้จะเพิ่มขึ้นเป็น 31 เปอร์เซ็นต์ในดอกที่บานเต็มที่ แต่ในสับบางชนิดก็มีความเข้มข้นของน้ำหวานที่แตกต่างกันไป เช่น *C. aurantium* Christm. 15 เปอร์เซ็นต์ *C. limon* (L.) Burm.f. 15 ถึง 18 เปอร์เซ็นต์ *C. paradisi* Macf. 16 เปอร์เซ็นต์ *C. reticulata* Blanco 22 เปอร์เซ็นต์ *C. sinensis* Osbeck 11 ถึง 18 เปอร์เซ็นต์ (Free, 1976) ส่วนความเข้มข้นของน้ำตาลซูโครส (sucrose) กลูโคส (glucose) และฟรุคโตส (fructose) ในต่อมน้ำหวานของดอกส้ม 3 ชนิด ได้แก่ *C. macrophylla* Wester, *C. depressa* Hayata และพันธุ์ Fairchild มีเปอร์เซ็นต์เฉลี่ยของน้ำตาลซูโครสที่เปลี่ยนแปลงไปจากเดิม 83 เปอร์เซ็นต์ลดลงเหลือ 56 เปอร์เซ็นต์ ส่วนในดอก *C. macrophylla* Wester นั้น จะปริมาณน้ำตาลซูโครสสูงที่สุดจึงมีแมลงเข้ามาเยี่ยมมากที่สุด (Loper, Waller and Berdel, 1976) และในดอกส้มโอพันธุ์หอมหาคใหญ่จะขับน้ำหวานออกมาสูงสุดหลังจากที่ดอกบานได้ไม่นาน ปริมาณน้ำหวานเฉลี่ยต่อดอกวัดได้ 6.25 ไมโครลิตร (วิจิตต์ วรรณชิต, 2538)

### 3.5 การศึกษาชีวพาหะที่เข้ามาเยี่ยมดอก

เนื่องจากน้ำหวานเป็นแหล่งอาหารที่สำคัญอีกแหล่งหนึ่งนอกเหนือจากเรณู จึงถือได้ว่าเป็นผลผลิตของพืชที่ขับออกมาแล้วทำให้เกิดปฏิสัมพันธ์และกระบวนการปรับตัวร่วมกันระหว่างพืชและสัตว์ (Corbet, 1978) จึงได้มีการศึกษาเกี่ยวกับชีวพาหะที่เข้ามาเยี่ยมดอกในไม้ผลหลายชนิดรวมถึงพืชตระกูลส้มด้วย โดยแมลงมักเข้ามาเยี่ยมดอกส้มตรงตำแหน่งอับเรณูและต่อมน้ำหวาน แมลงที่มีพฤติกรรมเช่นนี้และพบมากในทวีปอเมริกาเหนือคือ bumble bees ส่วนที่ประเทศอียิปต์ พบแมลงในอันดับ Hymenoptera 54 เปอร์เซ็นต์ ประกอบด้วย honey bees, *Andrena erincia* และ *Xylocopa aestuans* แมลงในอันดับ Diptera 34 เปอร์เซ็นต์ ประกอบด้วย *Eristalis* sp., *Musca* sp. และ *Syrphus* sp. แมลงในอันดับ Lepidoptera 8 เปอร์เซ็นต์ซึ่งพบชนิด *Pieris rapae* มากที่สุด แมลงชนิดนี้มีพฤติกรรมที่มักบินไปมาระหว่างต้นทำให้เกิดการผสมข้าม แมลงในอันดับ Neuroptera 4 เปอร์เซ็นต์และแมลงในอันดับ Coleoptera 3 เปอร์เซ็นต์ แมลงที่พบทั้งหมดนี้จะเข้ามาเยือนดอกที่เวลา 9.00 ถึง 15.00 นาฬิกา โดยใช้เวลาในการเข้ามาที่ตำแหน่งอับเรณูนาน 5 ถึง 8 วินาทีต่อดอก และจะเข้ามาที่ตำแหน่งต่อมน้ำหวานนาน 15 ถึง 20 วินาทีต่อดอก (Free, 1970) นอกจากนี้แมลงที่ช่วยในการถ่ายเรณูให้กับดอกส้มโอพันธุ์หอมหาดใหญ่ที่ปลูกในจังหวัดสงขลามี 4 กลุ่ม ได้แก่ ชันโรง (*Trigana alliceae* Cockerell และ *T. laeviceps* Smith) มดดำ (*Iridomyrmex* sp.) แมลงวันผลไม้ (*Surphus* sp.) และด้วงวง (Weevil) นอกจากนี้ยังพบเพี้ยไฟ (อันดับ Thysanoptera) จำนวนมากแต่ไม่ได้ช่วยในการถ่ายเรณู แมลงที่ช่วยในการถ่ายเรณูสูงสุดคือชันโรง รองลงมาคือแมลงวันผลไม้ (วิจิตต์ วรรณชิต, 2538) ส่วนพืชในวงศ์ Cucurbitaceae ชนิด *Ecballium elaterium* A. Rich มีแมลงขนาดเล็กในอันดับ Hemiptera อาศัยอยู่บริเวณด้านในของดอกเพศผู้และดอกเพศเมีย จำนวนแมลงที่พบในดอกเพศผู้ มีมากกว่าในดอกเพศเมียสองเท่าและคาดว่าแมลงเหล่านี้จะนำไปสู่การถ่ายเรณูระหว่างดอกทั้งสองเพศนี้ได้ (Fahn and Shimony, 2001) ซึ่งนอกจากนี้ยังพบว่าปริมาณน้ำหวานที่แมลงดูดไปนั้น มีความสอดคล้องกับจำนวนแมลงเอง จากการศึกษาปริมาณน้ำหวานในดอกบลูเบอร์รี่ (blue berries) แบลคเบอร์รี่ (black berries) และส้มกับการดูดน้ำหวานไปใช้ของผึ้ง โดยนำผลการทดลองมาทำการตรวจสอบความเข้มข้นของน้ำตาลในต่อมน้ำหวาน พบว่าปริมาณน้ำหวานที่ถูกดูดไปใช้มีความสอดคล้องกับจำนวนผึ้งแม้ว่าในบางช่วงเวลาเช่นในช่วงเที่ยงจะมีลมพัดแรงและเป็นอุปสรรคสำคัญในการบินของผึ้งก็ตาม (Morse et al., 1993)

## วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาลักษณะทางชีววิทยาของส่วนสืบพันธุ์ภายในดอก ซึ่งเป็นปัจจัยหลักที่ทำให้เกิดการติดผลของส้มโชกุน
2. เพื่อศึกษาปัจจัยร่วมซึ่งทำให้การถ่ายเรณูมีประสิทธิภาพอันได้แก่ ระยะการเจริญและการบานของดอก ลักษณะของตอมน้ำหวาน ปริมาตรและความเข้มข้นของน้ำหวานและชนิดของแมลงที่เข้ามาเยี่ยมดอกส้มโชกุน

## ประโยชน์ที่ได้รับจากการศึกษา

1. ทำให้ทราบข้อมูลเบื้องต้นทางด้านชีววิทยาของดอกส้มโชกุนซึ่งเป็นไม้ผลท้องถิ่นที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจของภาคใต้
2. สามารถนำข้อมูลที่ได้จากการศึกษาเบื้องต้นนี้ไปประยุกต์ใช้ในการศึกษาวิจัยขั้นสูงเพื่อการปรับปรุงวิธีการในการเพิ่มคุณภาพและผลผลิตของส้มโชกุนให้ดียิ่งขึ้น