บทที่ 1

บทนำ

ส้มโอ (Citrus grandis (L.) Osbeck) เป็นพืชที่จัดอยู่ในวงศ์ (Family) Rutaceae ในวงศ์นี้มีพันธุ์พืชอยู่ประมาณ 130 สกุล (Genus) และ 1500 ชนิด (Species) มีทั้งที่เป็นไม้ต้นสูงและเป็นไม้พุ่มขนาดเล็ก มีบางสกุลที่เป็นพันธุ์ไม้เศรษฐกิจ ได้แก่ พวกส้ม (Citrus spp.) ชนิดต่าง ๆ และที่นิยมปลูกกันทั่วไปมีประมาณ 20 ชนิด ส่วนมากนำผลมาใช้บริโภค โดยรับประทานสดหรือคั้นเอาน้ำมาดื่ม หรือบรรจุกระป๋องเก็บไว้ได้นาน ๆ กากที่เหลือจากการคั้นใช้เป็นอาหารสัตว์ ผิวเปลือก(peel) มีต่อมน้ำมันซึ่งสามารถสกัด มาทำอุตสาหกรรมน้ำหอม ดอกและใบก็สกัดน้ำมันหอมได้ด้วย นอกจากนี้ก็ยังใช้ในการทำอุตสาหกรรมกรดน้ำส้ม ทางด้านเกษตรกรรมก็ใช้บางพันธุ์เป็นต้นตอ (rootstock) เพื่อให้มีความแข็งแรงและมีความต้านทานโรคสูง

ถิ่นกำเนิดและการกระจายพันธุ์ของส้มชนิดต่าง ๆ

ส้มชนิดต่าง ๆ เชื่อว่าเป็นพันธุ์พืชพื้นเมืองที่อยู่ในเขตร้อนและเขตอบอุ่นของทวีปเอเชีย โดยเฉพาะเอเชียตะวันออกเฉียงใต้, จีนตอนใต้ และบริเวณใกล้เคียง จากแหล่งเหล่านี้จะมีการแพร่กระจายพันธุ์ไปยังส่วนอื่น ๆ ที่มีสภาวะทางธรรมชาติคล้ายคลึงกัน แหล่งกำเนิดของพันธุ์ส้มนั้นเชื่อกันว่าอยู่ในเขตมรสุมที่แห้งแล้งมากกว่าจะอยู่ในเขตมรสุมที่มีฝนตกชุก เนื่องจากในผลส้มนั้นมีเนื้อเยื่อที่เก็บน้ำไว้ได้มาก ซึ่งใช้เป็นอาหารของเมล็ดได้และอีกประการหนึ่งก็คือ การเจริญเติบโตของส้มจะไม่ต้องการความชื้นสูง จากการศึกษาพบว่า ส้มแต่ละพันธุ์จะมีความเหมาะสมในการปลูกแต่ละเขตเท่านั้น ยังไม่พบพันธุ์ส้มที่ปลูกได้ดีทุก ๆ เขต

ชาวยุโรปรู้จักมะนาวควาย (citron) มานานแล้ว คือประมาณ 200 ปีก่อนคริสศักราช Theophrastus เป็นผู้เขียนบรรยายไว้ ต่อมาอีกหลายศตวรรษจึงรู้จักส้มเปรี้ยว (sour orange) มะนาว (lemon) และประมาณปี ค.ศ. 1400 จึงรู้จักส้มหวาน (sweet orange)

ซึ่งชาวจีนรู้จักส้มหวานก่อนชาวยุโรป มีเอกสารเกี่ยวกับจีนสมัยโบราณ เมื่อประมาณ 314 ปีก่อนคริสศักราช ได้กล่าวถึงส้มและผลไม้ชนิดอื่น ๆ อีกมาก ชาวอียิปต์รู้จักมะนาวควายมาตั้งแต่สมัยฟาโรห์ มีหลักฐานคือ ตัวอย่างจำลองที่ Louvre Museum และพบภาพเขียนที่ karnak temple ตั้งแต่สมัยศตวรรษที่ 15 คำว่า "Citri" ในภาษาคอปติค (Coptic language) หมายความว่า ผลไม้เปรี้ยว (sour fruits)

สำหรับประเทศไทย กำหนดเวลาไม่ได้ว่าเริ่มรู้จักและปลูกส้มกันมาตั้งแต่สมัยใด แต่เชื่อว่าเมื่อชาวไทยอพยพลงมาจากจีนตอนใต้ได้นำเอาพันธุ์ส้มลงมาด้วย และเมื่อรวมเข้ากับพันธุ์ส้มที่มีอยู่ในประเทศไทยมาแต่เดิมแล้ว ก็ทำให้มีส้มชนิดต่าง ๆ พันธุ์ต่าง ๆ อยู่เป็นจำนวนไม่น้อย

ลักษณะโดยทั่ว ๆ ไปของส้ม เป็นไม้ต้นหรือไม้พุ่มขนาดเล็ก ขึ้นเขียวชอุ่มตลอดปี สูงประมาณ 10 เมตร อาจจะมีหนามหรือไม่มีแล้วแต่พันธุ์ มักจะพบต่อมในอวัยวะต่าง ๆ รากส่วนมากเป็นระบบรากแก้ว โดยมีรากแขนงแยกออกมาทางด้านข้างและมีรากขนอ่อนด้วย รากจะเจริญเติบโตในขอบเขตที่จำกัดต่างกับลำต้น ลำต้นจะมีกิ่งก้านสาขาแยกออกไปในระดับสูงประมาณ 1 เมตร เนื้อไม้แข็งมาก มีตาเกิดขึ้นที่บริเวณข้อของลำต้น ใบอาจจะเป็นชนิดสามใบ (trifoliate compound leaf) หรือลดรูปเหลือเพียงหนึ่งใบ (unifoliate) ก็มี ก้านใบอาจจะขยายตัวแผ่เป็นปีกขนาดต่าง ๆ เรียกว่า winged petiole ใบออกทะแยงกัน รูปร่างของใบมีหลายแบบ ขอบใบหยักหรือเรียบ ใบมีต่อมน้ำมันแทรกอยู่เต็มในชั้น palisade mesophyll ใบมีอายุอยู่ได้ประมาณหนึ่งปีหรือมากกว่านั้น ดอกออกเป็นดอกเดี่ยวหรือดอกช่อแบบ cyme หรือ panicle อาจจะออกที่ยอดหรือข้างต้นตามซอกของก้านใบ ในเขตอบอุ่นจะมีดอกมากในฤดูใบไม้ผลิ ขนาดดอกเส้นผ่าศูนย์กลาง 2.5-4 เซนติเมตร มีกลิ่นหอมหวาน ปกติมีทั้งสองเพศในดอกเดียวกัน แต่ C. medica และ C. limon จะมีดอกตัวผู้เนื่องจากรังไข่ฝ่อไป กลีบชั้นนอก (sepal) มี 3-5 กลีบ อาจจะแยกกันหรือติดกันเป็นรูปถ้วย กลีบชั้นใน (petal) มี 4-8 กลีบ ส่วนมากมี 5 กลีบ มีสีขาว สีชมพูหรือชมพูปนม่วง และมีต่อมน้ำมัน เกสรตัวผู้ (stamen) มีตั้งแต่ 10-30 หรือมากกว่า อาจจะอยู่เป็นกลุ่มโดยมีก้านชูอับเรณู (filament) ติดกันที่ฐาน มีสีขาว อับเรณู (anther) มี 2 เซล สีเหลือง เกสรตัวเมีย (pistil) ตั้งอยู่บน disc ซึ่งเป็นลักษณะอย่างหนึ่งของพันธุ์ไม้พวกนี้ disc เกิดอยู่เหนือฐานรองดอก (receptacle) รังไข่ (ovary) กลมสีเขียวอ่อน มี style ที่แข็งแรง

ยอดเกสรตัวเมีย (stigma) ซึ่งเป็นที่รองรับเรณู (pollen) มีลักษณะคล้ายหัวไม้ขีดไฟสีเหลือง ที่ปลายของเกสรตัวผู้และเกสรตัวเมียมีต่อมน้ำมันแทรกอยู่เต็ม ภายในรังไข่แบ่งออกเป็นห้องมีประมาณ 8-15 ห้อง ในแต่ละห้องมีไข่จำนวนไม่เท่ากัน ไข่ติดอยู่ตามแกนของรังไข่แบบ axile placentation ผลของส้มทางพฤกษศาสตร์เรียกว่า hesperidium ซึ่งเป็นผลพวก berry ชนิดพิเศษ คือที่เปลือกมีต่อมน้ำมันอยู่ทั่วไป เมื่อยังอ่อนผลส้มจะมีสีเขียว ภายในเซลมี chloroplast มาก เมื่อผลแก่กำลังสุก chlorophyll จะถูกทำลาย จะเห็นสีของ xanthophyll และ carotene เป็นสีเหลืองชัด ผลส้มจะโตเต็มที่ใช้เวลา 7-14 เดือน หลังจากเกิดการผสม แต่ส่วนมากผลอ่อนมักจะร่วงไปก่อน เวลาติดผลอาจจะมีเมล็ดหรือไม่มีเมล็ดก็ได้ ส้มที่มีเมล็ดหมายถึงส้มซึ่งเกิดจากดอกที่ถูกผสมพันธุ์ ส่วนผลส้มที่ไม่มีเมล็ดนั้นอาจเกิดขึ้นได้แบบ parthenocarpy คือ เกิดจากรังไข่เจริญขึ้นมาเป็นผลโดยที่ไข่ไม่ถูกผสมพันธุ์ หรืออาจจะเกิดจากเรณูตกบน stigma ต่อมาเรณูตายเสียก่อนที่จะผสมกับไข่ แต่รังไข่คงเจริญต่อไปเป็นผลได้ ส้มทุกชนิดเมล็ดเกิดขึ้นโดยไข่ถูกผสม บางชนิดเมล็ดหนึ่งเมล็ดเจริญไปเป็นต้นหนึ่งต้น เพราะมีเพียงหนึ่ง embryo เรียกว่า monoembryony แต่บางชนิดเมล็ดหนึ่งเมล็ดเจริญไปเป็นต้นได้หลายต้น เนื่องจากมีหลาย embryo (polyembryony) ตัวอย่างดังแสดงไว้ในตารางที่หนึ่ง ต้นหลายต้นนี้จะมีต้นที่เกิดปกติหนึ่งต้น นอกนั้นเกิดจาก nucellus และส่วนอื่น ๆ ถ้าต้นที่เกิดจาก nucellar embryo จะมีลักษณะกรรมพันธุ์เหมือนต้นแม่

ส้มเป็นพืชที่มีการผสมพันธุ์ทั้งแบบผสมตัวเอง (self-pollination) และแบบข้ามต้น (cross-pollination) บางชนิด เช่น C. paradisi เป็น protandrous คือเกสรตัวผู้และเกสรตัวเมียเจริญเต็มที่พร้อมกัน ทำให้เพิ่มโอกาสในการผสมตัวเองได้มากขึ้น บางชนิดเกสรตัวผู้และยอดเกสรตัวเมียเจริญพร้อมกัน และยอดเกสรตัวเมียจะ receptive ได้ 6-8 วัน แมลงและผึ้งจะเป็นตัวช่วยในการถ่ายเรณู การงอกของเมล็ดส้มเป็นแบบ hypogeal ส่วนของ radicle จะเจริญไปเป็นรากแก้ว มีรากแขนงเกิดขึ้นเมื่อรากแก้วยาว 8-10 เซนติเมตร plumule จะเจริญเติบโต มี epicotyl และใบชูเหนือพื้นดินสองใบ สามารถปลูกส้มได้ตั้งแต่เขตเส้นรุ้ง $45^{\circ}N$ ถึง $35^{\circ}S$ ที่ปลูกเพื่อการค้าในเขตอบอุ่นที่มีระดับความสูง 2000 ฟุต เหนือระดับน้ำทะเล บริเวณเขตศูนย์สูตรที่ระดับสูง 6000 ฟุต ปลูกไม่ได้ผล ส้มมีความทนทานต่อความเย็นจัดจนน้ำเป็นน้ำแข็งได้

เพียงระยะสั้น ๆ เท่านั้น การเจริญเติบโตจะลดน้อยลงเมื่ออุณหภูมิต่ำกว่า 63.9 องศาเซลเซียส ปกติส้มไม่ต้องการความชื้นสูง ซึ่งจะทำให้เกิดโรคและแมลงรบกวน ปริมาณน้ำฝนควรมีประมาณ 35 นิ้วต่อปี บริเวณลมพัดแรงจะเป็นอันตรายต่อส้มอย่างมาก ไม่มีรายงานว่าเวลาที่รับแสงมีผลต่อการปลูกส้ม ส่วนดินที่ปลูกส้มควรมี pH 5-8 ส้มจะมีปฏิกริยาตอบสนองต่อธาตุบางอย่างรวดเร็วมาก เช่น ธาตุโบรอน, โซเดียมคาร์โบเนต, โซเดียมคลอไรด์

KEY TO CULTIVATED SPECIES OF CITRUS

(Purseglove, 1968)

A. Petioles wingless, without apparent articulation at top; fr. large with very thick peel and scant acid juice — C. medica

AA. Petioles clearly articulate with lamina, usually winged or margined.

B. Petioles narrowly margined. Fl. buds tinged reddish; stamens usually more than 5 times number of petals..... — C. limon

BB. Petioles with broad or narrow wings; fl. buds white; stamens usually 4-5 times number of petals.

C. Fls small, usually 2.5 cm or less across; fr. small, usually 4-6 cm in diameter; juicy, very sour..... — C. aurantifolia

CC. Fls larger; fr. usually much larger, juice sweet, mild or sour.

D. Lvs rather broadly winged.

E. Lvs subcordate, twigs and undersurface of lvs sparsely pubescent; fr. very large, usually 10-20 cm in diameter; pulp vesicles large, separating easily; seed monoembryonic. — C. grandis

EE. Lvs not subcordate, glabrous beneath; pulp vesicles coherent; seeds polyembryonic.

F. Fr. large, usually 9-13 cm in diameter; pulp vesicles rather large..... — C. paradisi

FF. Fr. medium sized, 4-6 cm in diameter with hollow core and small pulp vesicles; sour and bitter..... — C. aurantium

DD. Lvs narrowly winged.

E. Lvs usually small and narrow, 4-6 cm long; fr. with loose peel; embryos green..... — C. reticulata

EE. Lvs larger and broader; fr. with adherent peel; embryos white..... — C. sinensis

ตารางที่ 1 สภาพ embryo, ประโยชน์และแหล่งกำเนิดของส้มพันธุ์ต่าง ๆ (Purseglove, 1966)

SCIENTIFIC NAME	COMMON NAME	THAI NAME	USE	ORIGIN	EMBRYO
Citrus (L.)					
aurantifolia (Christon) Swing.	lime	มะนาว	*ed.fruit	E.Indies	monoembryo
aurantium (L.)	sour orange	ส้มเกลี้ยง	"	S.E.Asia	polyembryo
subop bergamia (Risso & Poit) wight, Arn.					
var. myrtifolia ker-gawl.					
var. simenisis (L.) = C. simensis (L.) Osbeck					
celebica koord				Philippines	
decumanus L. = C. grandis (L.) Osbeck					
grandis (L.) Osbeck	pummelo	ส้มโอ	*ed.fruit	Malaysia	monoembryo
hystrix DC.		มะกรูด	*ed.fruit	S.E.Asia	monoembryo
ichangensis Swing.				China	
indica Tan.				India	
japonica Thumb = Fortunella japonica (Thumb) Swing					
latipes (Swing.)Tan.					
limon (L.) Burm. f.	limon	มะนาวฝรั่ง	*ed.fruit	S.E.Asia	monoembryo
macroptera Montr.				S.E.Asia	
margasita Lour = Fortunella margarita (Lour) Swing.					
maxima (Burm.) Merr.= C. grandis (L.) Osbeck					
medica (L.)	citron	มะนาวควาย	*ed.fruit	S.W.Asia	monoembryo

ตารางที่ 1 (ต่อ)

SCIENTIFIC NAME	COMMON NAME	THAI NAME	USE	ORIGIN	EMBRYO
var. ethrog. Engl.					
var. sacrodactylis (Noot) Swing.	fingned citron				
micrantha wester nobilis Andrews non Lour = C. reticulata Blanco.				Philippines	
panadisi Macf.	grapefruit		*ed.fruit	W.Indies	
reticulata Blanco.	mandasia		*ed.fruit	China	polyembryo
var austera Swing.	sour mandasia				
reticulata X C.simensis	tangor		*ed.fruit		
reticulata X C.paradisi	tangella		*ed.fruit		
sinensis (L.) Osbeck	sweet orange			S.China	polyembryo
spp	citras				
tachibana (Mak.) Tan.	tachibana orange		*ed.fruit	China	

*ed.fruit = edible fruit.

ลักษณะทั่วไปทางพฤกษศาสตร์ของส้มโอ

ส้มโอเป็นไม้ยืนต้นสูงประมาณ 4.5-9 เมตร มีหนามที่ลำต้นและกิ่ง หรือบางทีอาจจะไม่มีหนาม ซึ่งเกิดจากการตัดพันธุ์และขยายพันธุ์โดยวิธีที่ไม่มีการผสมพันธุ์ กิ่งอ่อนเป็นเหลี่ยมค่อนข้างแบน มีขน ใบขนาดใหญ่เป็นแบบใบเดี่ยว ก้านใบแผ่เป็นปีกกว้าง ใบยาวประมาณ 10-15 เซนติเมตร ปลายใบมน หรือบางที่แหลมเล็กน้อย ด้านล่างใบสีเขียวอ่อนมีขน ดอกมักเป็นดอกช่อ บางสายพันธุ์ (cultivar) เป็นดอกเดี่ยว มีกลิ่นหอมไม่มากนัก กลีบดอกมีสีขาว จำนวน 4-5 กลีบ เกสรตัวผู้มีประมาณ 20-25 รังไข่รูปร่างกลม มีไข่มาก เมื่อไข่ถูกผสมจะเป็นแบบ monoembryony จำนวนโครโมโซม 2n = 18, 36 (Darlington and Janaki - Ammal, 1945) ลักษณะของผลมีแตกต่างกัน เนื้อ (vesicle) มีน้ำมาก มีสีต่าง ๆ กัน เช่น สีขาว สีชมพู ซึ่งเกิดจากพันธุ์ที่ต่างกัน

ส้มโอมีหลายสายพันธุ์ เช่น

ขาวพวง ผลมีจุก (knob top) ที่ด้านล่างของผลเป็นรอยนูน เนื้อสีขาว

ขาวแป้น ผลไม่มีจุก เนื้อสีขาว

ทองดี ผลกลมไม่มีจุก เนื้อสีชมพูอ่อน

สีนวล ผลกลมไม่มีจุก เนื้อสีชมพูมาก

น้ำดอกไม้ ผลกลมมีจุก เนื้อสีชมพูอ่อน

ขาวหอม ผลไม่มีจุก เนื้อสีขาวนวล รสหวาน มีเม็ดเล็กน้อย

และยังมีสายพันธุ์อื่น ๆ อีก

การปลูกและขยายพันธุ์ส้มโอ

เนื่องจากสิ่งแวดล้อมมีอิทธิพลทำให้เกิดพันธุ์ส้มโอที่แตกต่างกัน นอกเหนือไปจากลักษณะกรรมพันธุ์ การปลูกส้มโอจึงจำเป็นที่จะต้องศึกษาลักษณะดินฟ้าอากาศและทำเลที่เหมาะสม

ลักษณะดิน ส้มโอขึ้นได้ในที่ดินโปร่ง ร่วนซุย และระบายน้ำออกได้ง่าย พื้นดินที่เป็นดินเหนียวก็ปลูกส้มได้เหมือนกัน แต่ต้องทำให้พื้นดินชั้นล่างโปร่ง ระบายน้ำออกได้สะดวกและควรจะมีอินทรีย์วัตถุผสมอยู่ด้วยเป็นจำนวนมาก พันธุ์ส้มที่แตกต่างกันสามารถขึ้นได้ในดินที่มีความอุดม-

สมบูรณ์และชนิดของดินที่แตกต่างกันมาก (Webber and Batchalor, 1948) ส้มจะงอกงามได้ดีในดินร่วนปนทรายใกล้ฝั่งแม่น้ำ ถัดจากฝั่งแม่น้ำเข้าไปประมาณ 2-3 เมตร ระดับน้ำในดินควรจะอยู่ต่ำกว่าระดับผิวดินไม่น้อยกว่า 2.34 เมตร ถ้าเป็นดินเหนียวจะต้องมีการระบายน้ำได้ดี ส้มขึ้นได้ดีในดินที่มี pH 6 ดินที่เป็นด่างมากกว่า pH 8 และในดินที่มีธาตุโบรอนมากจะเป็นอันตรายต่อส้ม ส้มอาจจะตายได้ (สวัสดิ์, 2503) ปกติไม่ควรปลูกส้มในที่น้ำเค็มขึ้นถึง และไม่ควรอยู่ในที่มีฝนจัด แต่ถ้าจำเป็นต้องปลูกส้มในที่ดินดังกล่าวนี้ อาจทำได้โดยปลูกต้นไม้ป้องกันลม และหาทางระบายน้ำเค็มออก สำหรับดินที่ขาดแร่ธาตุเราก็สามารถแก้ไขโดยใส่ปุ๋ย

<u>ระดับความสูง</u> โดยทั่วไประดับความสูงมีความสำคัญเกี่ยวกับอุณหภูมิมากกว่า คือระดับความสูงต่างกันจะมีอุณหภูมิต่างกัน ส้มในเขตร้อนสามารถขึ้นได้ที่ระดับความสูง 1829.2 เมตร (หรือ 6000 ฟุต) เหนือระดับน้ำทะเล หรือในระดับที่สูงกว่านี้ บริเวณที่มีการผลิตส้มจำนวนมากออกจำหน่ายทั่วโลกโดยมากอยู่เหนือระดับน้ำทะเลประมาณ 457.3-762.2 เมตร (หรือ 1500-2500 ฟุต) (Webber and Batchalor, 1948)

<u>น้ำ</u> น้ำเป็นสิ่งจำเป็นสำหรับการเจริญเติบโตและการดำรงชีวิตของพืชมาก เพราะน้ำเป็นส่วนประกอบของเซล นอกจากนี้ยังเป็นตัวกลางสำคัญในการก่อให้เกิดขบวนการทางเคมีชีวะต่าง ๆ พืชได้รับน้ำมาหลายทาง เช่น ได้จากน้ำที่มีอยู่ในดิน จากฝน และจากไอน้ำที่มีอยู่ในอากาศ จำนวนน้ำฝนที่ตกสม่ำเสมอตลอดปีหนึ่ง ๆ เป็นสิ่งจำเป็นในการทำสวนส้มมาก ถ้าฝนตกน้อยก็มีการทดน้ำเข้าสวนส้ม เพราะส้มต้องการความชุ่มชื้นในดินพอสมควรและสม่ำเสมอตลอดปี

ส้มโอควรจะได้รับน้ำฝนปีหนึ่ง ๆ ราว 1000-1250 มิลลิเมตร หรือ 35 นิ้วขึ้นไป จนถึง 50 นิ้วเศษ และมีฤดูแล้งไม่มากนัก ควรจะอยู่ใกล้แม่น้ำหรือแหล่งที่มีน้ำตลอดปี เพราะจะได้สามารถทดน้ำจากแหล่งน้ำเหล่านี้มาใช้ได้โดยสะดวกเมื่อถึงคราวจำเป็น (สวัสดิ์, 2503)

<u>อุณหภูมิ</u> ส้มโอขึ้นได้ในระดับอุณหภูมิที่กว้างมาก โดยเฉพาะในเขตร้อนและเขตอบอุ่น อุณหภูมิเป็นปัจจัยสำคัญในการแพร่กระจายพันธุ์ส้ม ถ้าอุณหภูมิต่ำกว่าศูนย์องศาเซลเซียส และติดต่อกันเป็นเวลานานจะเป็นอันตรายมาก ถ้าอุณหภูมิสูงเกินไปและไม่ได้รับการทดน้ำหรือฉีดน้ำช่วยจะทำให้ใบและผลถึงไหม้ได้ บางทีจะทำให้ดอกร่วงเมื่ออากาศแห้งแล้งมาก (สวัสดิ์, 2503)

โรคที่เป็นอุปสรรคในการปลูกส้มมีอยู่มากมายหลายชนิด ทั้งที่เกิดจากเชื้อรา แบคทีเรีย ไวรัส ดังแสดงไว้ในตารางที่ 2

ตารางที่ 2 โรคที่พบทั่วไปในส้ม (Knorr, 1973)

Diseases	Casual agents	References
Canker	Xanthomonas citri	Facett, 1936.
Greening	Mycoplasma-like organism	Fraser et al., 1966.
Melanose	Phomopsis citri	Bach and Wolf, 1928; Yamada and Yamamoto, 1961.
Tristeza	Viral	Wallace, 1968; Bar-Joseph and Loebenstein, 1970.
Black spot	Guignardia citricarpa	Kiely, 1970; Knorr, 1965.
Pink diseases	Corticium salmonicolor	Knorr, 1965; Fawcett, 1936.
Foot rot	Phytophthora pasasitica	Carpenter and Furr, 1962; Cohen, Grimm and Bistline, 1964.
Green mold	Penicillium digitatum	Fawcett, 1936.
Stubborn	Mycoplasma-like organism	Calavan, 1968b; Calavan and Carpenter, 1965, Chapot and Dehecchi, 1964.
Wind scar	Wind rub and blowing sand	Fawcett, 1936; Knorr, Suit and Duchasme, 1957.

การขยายพันธุ์ส้มโอได้ทำกันมาเป็นเวลานานแล้ว โดยคัดเลือกต้นที่ดีนำไปปลูก หรือคัดเลือกพ่อพันธุ์แม่พันธุ์ที่ดีนำมาผสมกัน เพื่อให้ได้ผลผลิตที่มีคุณภาพดีและมีความต้านทานโรคสูง การขยายพันธุ์แบบอื่นที่นิยมทำกันมากคือ การตอน (layerage) การต่อกิ่งและการทาบกิ่ง (grafting) การติดตา (budding) ในปัจจุบันนี้ได้มีการนำเอาวิธีการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืชมาใช้ขยายพันธุ์พืชแทบทุกชนิด โดยเริ่มจาก Haberlandt(1914) ซึ่งเป็นคนแรกที่ได้ศึกษาวิธีเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อของพืช หลังจากนั้นการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อของพืชก็เจริญก้าวหน้าขึ้นเรื่อย ๆ เซลของพืชที่นำมาเพาะเลี้ยงในหลอดทดลองมี totipotency จากหนึ่งเซลสามารถมีการเปลี่ยนแปลงให้เป็นต้นที่ปกติหรือ embryoid ได้ (Vasil and Hidebrandt, 1966) จึงเชื่อว่า การขยายพันธุ์ส้มโออีกแบบหนึ่งอาจจะกระทำได้โดยวิธีเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ

<u>การสำรวจการวิจัยอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องซึ่งได้กระทำมาแล้ว</u>

มีผู้ทำการศึกษาการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อของพืชในวงศ์ Rutaceae โดยเฉพาะในเรื่องการเกิด adventive embryo ซึ่งหมายถึง asexual embryogenesis เชื่อกันว่าเกิดมาจาก somatic cell ของ ovule เช่น nucellus, integument และส่วนอื่น ๆ ของ ovule ผู้ที่เพาะเลี้ยงสำเร็จเป็นคนแรกคือ Rangaswamy (1958, 1959) Maheshawari and Rangaswamy (1959) โดยตัดส่วน nucellus ของ <u>Citrus microcarpa</u> ซึ่งเป็นพันธุ์ที่เป็น polyembryony มาเพาะเลี้ยง explant จะถูกกระตุ้นให้พัฒนาเป็นต้นจำนวนมาก Rangaswamy บันทึกไว้ว่า ตอนแรกเซลจะ proliferate ได้รูปร่างเฉพาะซึ่งเขาเรียกว่า pseudobulbil ต่อไปจึงเจริญเป็น embryoid Sabharwal (1963) ได้ขยายงานของ Rangaswamy โดยทดลองกับพวกส้มที่เป็น polyembryony อื่น ๆ ได้แก่ <u>C. reticulata</u>, <u>C. aurantifolia</u> และรายงานว่า adventive embryo เจริญมาจากเซลที่ตัดมาจาก proembryo หรือ embryo ไม่ใช่มาจากเซลของ nucellus นักวิทยาศาสตร์หลายคนยืนยันและสนับสนุนการสังเกตของ Sabharwal โดยทดลองกับพืช polyembryony อื่น ของวงศ์ Rutaceae เช่น Singh (1963), Button and Barman (1971), Kochba <u>et al</u>., (1972) ทุกคนรายงานเหมือนกันว่าอาจมีการเกิดแคลลัส, pseudobulbil ก่อนที่จะเจริญเปลี่ยนแปลงเป็น embryoid

Rangan et al., (1968) เป็นคนแรกที่นำเอา nucellus ของส้มชนิดที่เป็น monoembryony มาเพาะเลี้ยงไว้สำเร็จ โดยใช้ C. limon L. Burn "Ponderosa" และ C. reticulate X C. simensis (temple - tangor) เขาสังเกตเห็นข้อแตกต่างที่ผิดไปจากส้มพันธุ์ polyembryony คือ พันธุ์ monoembryony เมื่อนำมาเพาะเลี้ยงจะเกิด embryo ได้โดยตรงจาก nucellus โดยไม่ผ่านการเกิดแคลลัสหรือ pseudobulbil ต่อมาได้มีผู้เพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อส้มชนิดที่เป็น monoembryony อื่น ๆ เช่น C. aurantifolia "Bearssline", C. grandis, C. limon "Meyer", C. reticulate "Algerian" (Rangan et al., 1969; Bitter et al., 1970).

สรุปการเกิด embryoid จากการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อของส้มดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 การเกิด adventive embryogenesis จากการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อของสัมพันธุ์ต่าง ๆ (Esan, 1972)

Plant	Tissue or Organ Source of Embryo	Remarks	Reference
Citrus aurantifolia	Nucellus	Monoembryonic variety through direct embryogenesis, no callus; malt extract beneficial	Bitters et al., 1970
"	"	Polyembryonic explant used; only micropylar halves, longitudinal section produced callus & some embryos	Sabharwal, 1962
"	"	Via callus	Singh, 1963
grandis	"	Monoembryonic species direct embryogenesis, no callus, malt extract beneficial	Rangan et al., 1968; Bitters et al., 1970
kharna	"	Via callus	Singh, 1963
limon	"	Monoembryonic, variety Ponderosa	Rangan et al., 1968, 1969; Bitters et al., 1970
"	"	Monoembryonic, variety Meyer	Bitters et al., 1970
microcarpa	Ovule & nucellus	Via pseudobulbils explants with proembryos used, casein hydrolysate beneficial	Maheshwari & Rangaswamy, 1958; Rangaswamy, 1958
"	"	Adverse effects of gibberellin, coconut endosperm & malt extract	Rangaswamy, 1961

ตารางที่ 3 (ต่อ)

Plant	Tissue or Organ Source of Embryo	Remarks	Reference
microcarpa	Ovule	Via callus & pseudobulbils, explants from pollinated flowers	Johri, 1961
paradisi	Ovule and nucellus		Kochba et al., 1972
Citrus reticulata	Nucellus	Monoembryonic, variety Algerian; direct embryogenesis	Bitters et al., 1970
"	"	Polyembryonic variety, via callus and pseudo bulbil	Sabharwal, 1963;
" x C. sinensis	"	Monoembryonic hybrid Temple tangor; direct embryogenesis	Rangan et al., 1968, 1969; Bitters et al., 1970
sinensis	Ovule	Ovules from unpollinated flower buds; no callus; polyembryonic variety Robertson	Bitter et al., 1970
"	"	Polyembryonic fruits harvested 8 weeks after anthesis, unpollinated; via callus; malt extract and adenine sulfate beneficial; Washington Navel	Button & Bornman, 1971
"	Ovule and nucellus	1-8 week-old parthenocarpic fruits; via callus, malt extract beneficial; poly-embryonic variety	Kochba et al., 1971
"	Nucellus	Via callus; 1st report other than in Citrus	Singh, 1963

Chaturvedi และ Mitra (1974) ได้แยกเอาส่วนต่าง ๆ คือ ต้นและใบจากต้นอ่อนของส้มโอที่อยู่ในหลอดทดลองมาทำให้เกิดแคลลัส โดยเพิ่มปริมาณ thiamine, pyridoxine HCl และ nicotinic acid เป็น 2 เท่า ของสารเหล่านี้ที่มีสูตร MS และเพิ่มฮอร์โมน kinetin 0.25 มก./ล. NAA 2.5 มก./ล., 2,4-D 0.25 มก./ล. เมื่อต้องการจะเพิ่มปริมาณแคลลัสให้มากขึ้นก็นำมาเพาะเลี้ยงในอาหารมี NAA 0.5 มก./ล. หน่อจะเกิดได้มากที่สุดในอาหารที่มี BA 0.25 มก./ล., NAA 0.1 มก./ล. แคลลัสที่ตัดมาจากบริเวณใกล้หน่อก็จะทำให้เกิดเป็นหน่อได้ในอาหารเดียวกันนี้ ส่วนการเกิดรากนั้นจะเกิดได้ในอาหารที่มี NAA 0.1-0.3 มก./ล. การเพาะเลี้ยง stem-callus นาน ๆ จะทำให้แคลลัสเปลี่ยนแปลงสภาพไปจากการเป็นแคลลัสที่อยู่อัดกันแน่น (compact callus) เป็นแคลลัสที่อยู่กันหลวม ๆ (friable callus) โดยเฉพาะการเปลี่ยนย้ายอาหารเป็นเวลานาน ถึง 2 ปี (Chaturvedi et al., 1974) ซึ่งจะทำให้แคลลัสเสียความสามารถทาง regeneration คือไม่สามารถทำให้เกิดหน่อและรากได้ นอกจากนี้ยังพบว่า ปริมาณไนโตรเจน, โปรตีน, กรดฟรีอมิโน และน้ำตาลก็มีน้อยกว่าพวกแคลลัสที่อยู่อัดกันแน่นด้วย

การเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อนี้ใช้เป็นวิธีขยายพันธุ์พืชได้เป็นอย่างดี เพราะจากการทดลองเชื่อว่า แคลลัส 1 กรัม จะให้ต้นส้มโอได้ประมาณ 400 ต้น ในระยะเวลา 5-6 เดือน (Chaturvedi and Mitra, 1974) ปริมาณไวรัสในแคลลัสจากการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อก็มีน้อยมาก เมื่อเทียบกับในพืชทั่วไป (Kassanis, 1957) ในระหว่างที่มีการเปลี่ยนย้ายอาหารก็จะทำให้ปริมาณไวรัสลดน้อยลงจนกระทั่งไม่มีไวรัสเลย (Black, 1957) และจากการทดลองพบว่า ต้นยาสูบและมะเขือเทศที่ปราศจากไวรัส ได้มาจากแคลลัสที่มีไวรัสตอนเริ่มต้นเพาะเลี้ยง แล้วค่อย ๆ น้อยลงจนไม่มีไวรัส (Svoboclova, 1966)

001594

การใช้สูตรอาหารที่เหมาะสมในการเพาะเลี้ยงส้มก็เป็นสิ่งสำคัญที่ทำให้ประสพผลสำเร็จ แต่เดิมส่วนมากมักจะสนใจเพาะเลี้ยง nucellus และ embryo ของส้มเท่านั้น ปัจจุบันมีการวิจัยโดยใช้เนื้อเยื่อของดอกและผลมาเพาะเลี้ยง Gurgel (1951) เพาะเลี้ยง embryo ในอาหารสูตรของ Sach ได้สำเร็จ Stevenson (1956) ใช้สูตรอาหารของ White ศึกษาการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อของดอก, ผล และเมล็ดของส้ม Rangaswamy (1959) ใช้สูตรอาหารของ

White และสูตรของ La Rues เพาะเลี้ยง

ในปัจจุบันนี้มีการใช้สูตรอาหาร Murashige and Skoog กันมากดัดแปลงโดยเติมฮอร์โมนและสารอื่น ๆ สำหรับส้มที่เป็น monoembryony จะต้องเติม malt extract ซึ่งจะทำให้ส้มมีหน่อที่แข็งแรงนำไปปลูกได้ (Grinblat, 1971) ปริมาณน้ำตาลที่ใช้ก็มีมากคือใช้ 5 เปอร์เซนต์ ซึ่งมากกว่าการเพาะเลี้ยงพืชชนิดอื่น

อย่างไรก็ตาม ถึงแม้การเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อของส้มจะประสพความสำเร็จอย่างมากมายในปัจจุบัน แต่ก็ยังมีปัญหาที่ยังไม่สามารถให้คำตอบได้ ตัวอย่างเช่น ทำไมแคลลัสกลุ่มเดียวกันจึง**เจริญเติบโตเปลี่ยนแปลงต่างกัน** ทำไมบาง explant เจริญไปเป็นราก บาง explant เจริญไปเป็นหน่อ บางที่ก็ไม่เป็นทั้งสองอย่าง (Grinblat, 1972) ปริมาณของสารที่ใช้ชักนำให้เป็นรากและหน่อก็มีแตกต่างกันด้วย ดังเช่น Grinblat (1972) ได้ใช้ปริมาณของ NAA 0.1 มก./ล. BA 10 มก./ล., malt extract 500 มก./ล. จะทำให้เกิดหน่อใน C. madurensis ได้อย่างมากมาย ส่วนรากจะชักนำให้เกิดได้ดีเมื่อมี NAA 0.1 มก./ล. และ malt extract 500 มก./ล. Chaturvedi et al. (1974) ได้ทดลองเพาะเลี้ยง stem callus ของส้มโอ การชักนำให้เกิดหน่อนั้นใช้ปริมาณสาร BA 0.25 มก./ล. NAA 0.1 มก./ล. และ malt extract 500 มก./ล. การเกิดรากนั้นอาจจะทำได้โดยการเปลี่ยนย้ายอาหารหลาย ๆ ครั้ง

วัตถุประสงค์และขอบเขตการวิจัย

การวิจัยเรื่องนี้ เพื่อศึกษาวิธีเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อส้มโอจากอวัยวะส่วนต่าง ๆ เพื่อนำไปขยายพันธุ์ รวมทั้งการศึกษาผลของฮอร์โมนที่มีต่อการเจริญเติบโตของเนื้อเยื่อ และการศึกษาการเกิดอวัยวะจากแคลลัสที่ได้จากการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ

ประโยชน์ที่ได้จากการวิจัย

การวิจัยเรื่องนี้ เป็นการเพิ่มพูนความรู้ทางวิชาการในด้านการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อและทางด้านกายวิภาคศาสตร์ให้กว้างขวางขึ้น เพื่อที่จะได้ทราบปริมาณของฮอร์โมนที่ทำให้เกิดรากและลำต้น ซึ่งจะนำไปใช้เป็นวิธีขยายพันธุ์ส้มโอได้