สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

การใช้เทคนิคทางเทคโลยีชีวภาพเพื่อขยายพันธุ์ต้นตอส้ม พันธุ์คาร์ริโซ (*Carrizo citrange*)

นาย ฐากูร ไชยมุกข์
นาย ผไท พลชัย
นางสาว ศิริลักษณ์ กระต่ายทอง

โครงงานนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิทยาศาสตร์บัณฑิต
ภาควิชาชีววิทยาประยุกต์
คณะวิทยาศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา 2538

ปว.
ร 162ก
๒๕๓๘

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน 25415
วัน, เดือน, ปี 9 ก.ค. 2539

ลิขสิทธิ์ของสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ใช้ได้เฉพาะสำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

TECHNICAL PROPAGATION OF *Carrizo citrange* BY BIOTECHNOLOGY

Mr. Takoon Chaiyamuk
Mr. Pathai Polchai
Miss Siriluk Krataithong

A Special Project Submitted in Partial Fulfilment of the Requirement for the
Degree of Bachelor of Science
Department of Applied Biology
Faculty of Science
King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang
1995

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อโครงงานพิเศษ	การใช้เทคนิคทางเทคโนโลยีชีวภาพเพื่อขยายพันธุ์ต้นตอส้มพันธุ์ *Carrizo citrange*
โดย	นาย ฐากูร ไชยมุกข์
	นาย ผไท พลชัย
	นางสาว ศิริลักษณ์ กระต่ายทอง
ภาควิชา	ชีววิทยาประยุกต์
อาจารย์ที่ปรึกษา	ผศ. เนาวรัตน์ ปานแย้ม

ภาควิชาชีววิทยาประยุกต์ คณะวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง อนุมัติให้นับโครงงานฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิทยาศาสตร์บัณฑิต

---------- หัวหน้าภาควิชาชีววิทยาประยุกต์

(ดร. อุ่นเรือน ศิริวานิชกุล)

คณะกรรมการสอบโครงงานพิเศษ

---------- ประธานกรรมการ

(อ. พนา โลหะทรัพย์ทวี)

---------- กรรมการ

(ผศ. เนาวรัตน์ ปานแย้ม)

---------- กรรมการ

(อ. กนกพร สมพรไพลิน)

ลิขสิทธิ์ของภาควิชา ชีววิทยาประยุกต์ คณะวิทยาศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อโครงงานพิเศษ การใช้เทคนิคทางเทคโนโลยีชีวภาพเพื่อขยายพันธุ์ต้นตอส้มพันธุ์ *Carrizo citrange*

นักศึกษา นาย ฐากูร ไชยมุกข์

นาย ผไท พลชัย

นางสาว ศิริลักษณ์ กระต่ายทอง

อาจารย์ที่ปรึกษา ผู้ช่วยศาสตราจารย์ เนาวรัตน์ ปานแย้ม

ภาควิชา ชีววิทยาประยุกต์

ปีการศึกษา 2538

บทคัดย่อ

ต้นตอส้มพันธุ์ *Carrizo citrange* สามารถนำมาขยายพันธุ์โดยใช้เทคนิคด้านเทคโนโลยีชีว-ภาพ โดยที่สามารถชักนำให้เกิดยอดจำนวนมาก (Multishoot) จากตาข้างได้โดยเพาะเลี้ยงในอาหารสังเคราะห์สูตร MS เสริมฮอร์โมน BA 2.5 มิลลิกรัมต่อลิตร โดยที่ระดับอายุของต้นตอส้มที่แตกต่างกัน ไม่ทำให้จำนวนยอดที่เกิดขึ้นมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ยอดที่เกิดขึ้นนี้สามารถนำมาชักนำให้เกิดรากเพื่อเป็นต้นที่สมบูรณ์ได้โดยเพาะเลี้ยงในอาหารสังเคราะห์สูตร MS เสริมฮอร์โมน NAA 1 มิลลิกรัมต่อลิตร และวุ้นผง 0.5 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งจากการศึกษาพบว่า ยอดของต้นตอส้มที่มีอายุน้อยกว่า จะมีเปอร์เซ็นต์ของจำนวนยอดที่สามารถชักนำให้เกิดรากมากกว่า จากการทดลอง ยอดที่มีอายุ 4 สัปดาห์ มีเปอร์เซ็นต์การเกิดรากสูงที่สุด เท่ากับ 98.330 เปอร์เซ็นต์ และยอดที่มีอายุ 14 สัปดาห์ มีเปอร์เซ็นต์การเกิดรากเท่ากับ 45.736 เปอร์เซ็นต์ ต้นสมบูรณ์ของต้นตอส้มที่ได้จากการชักนำด้วยฮอร์โมนนี้สามารถนำไปปลูกลงดินในเรือนเพาะชำและสามารถเจริญเติบโตได้ดี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Special Project Title Propagation of *Carrizo Citrange* by Using Biotechnological Technique

Name Mr Takoon Chaiyamuk

Mr Pathai Polchai

Miss Siriluk Krataithong

Department Applied Biology

Academic Year 1995

Abstract

Rootstocks of *Carrizo citrange* were propagated by using plant tissue culture technique. Nodes of *Carrizo citrange* off various ages were tested in MS medium with 2.5 mg/l benzyladenine, to promote multishoot proliferation . The rooting medium was MS medium with 1 mg/l napthaleneacetic acid and 0.5 % agar. The result showed that there was a correlation between an age of the nodes and succesful root formation : the younger, the shoot,the more successful root formation.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

โครงงานพิเศษ " เรื่องการใช้เทคนิคทางเทคโนโลยีชีวภาพเพื่อการขยายพันธุ์ต้นตอส้มพันธุ์ *Carrizo citrange* " สามารถสำเร็จลุล่วงได้ผลดี โดยความช่วยเหลือของบุคคล หลายท่าน หลายฝ่าย ซึ่งให้การอนุเคราะห์ด้านต่างๆ ทางคณะผู้จัดทำโครงงานพิเศษขอกราบขอบพระคุณทุกท่าน ดังรายนามต่อไปนี้

1. ผศ. เนาวรัตน์ ปานแย้ม อาจารย์ที่ปรึกษาควบคุมโครงงานพิเศษ ซึ่งกรุณาควบคุมดูแลขั้นตอนต่างๆ ของการปฏิบัติให้แนวคิดข้อมูล เอกสารประกอบการค้นคว้าอันเป็นประโยชน์ อีกทั้งให้ความเอื้อเฟื้ออำนวยความสะดวกทั้งในด้านสถานที่ เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการปฏิบัติของโครงงาน รวมถึงการให้คำแนะนำอันเป็นประโยชน์ ด้วยความเอาใจใส่เป็นอย่างดี

2. อาจารย์ พนา โลหะทรัพย์ทวี อาจารย์ที่ปรึกษาร่วมควบคุมโครงงานพิเศษ ซึ่งกรุณาช่วยเหลือให้คำแนะนำ และเป็นที่ปรึกษาช่วยแก้ปัญหา อุปสรรคต่างๆ

3. อาจารย์ อนุรักษ์ โพธิ์เอี่ยม ที่กรุณาช่วยเหลือในด้านการค้นคว้าหาข้อมูล และชี้แนะแนวทางในการดำเนินงาน

4. อาจารย์ วีรศักดิ์ สุรพัฒน์ ภาควิชาสถิติประยุกต์ ช่วยให้คำแนะนำเกี่ยวกับการคำนวณทางด้านสถิติ

5. อาจารย์ทุกท่านที่ให้การสนับสนุนให้โครงการนี้สัมฤทธิ์ผล

6. กรมวิชาการเกษตร ที่ได้ให้ความอนุเคราะห์ ให้นักศึกษาโครงงานได้เข้าฟังบรรยายเกี่ยวกับส้มปลอดโรคในเมืองไทย ได้รับรู้เกี่ยวกับเทคนิคพิเศษในการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อส้ม ชมแปลงทดลองสาธิตการเพาะเลี้ยงส้มปลอดโรค และให้ต้นส้มปลอดโรคมาทดลองเพาะเลี้ยงภายในโครงงาน

7. เจ้าหน้าทุกท่าน ที่ให้ความช่วยเหลือทั้งในด้านการจัดหาอุปกรณ์ และให้คำแนะนำในการใช้เครื่องมือ

8. นักศึกษาทุกท่านและผู้มีอุปการะคุณที่ไม่อาจเอ่ยนามได้

คณะผู้จัดทำขอขอบพระคุณมา ณ ที่นี้ด้วย

คณะผู้จัดทำ

มีนาคม 2539

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อปัญหาพิเศษภาษาไทย	**ก**
บทคัดย่อปัญหาพิเศษภาศาอังกฤษ	**ข**
กิตติกกรรมประกาศ	**ค**
สารบัญตาราง	**ง**
สารบัญรูป	**จ**
บทที่ 1 บทนำ	**1**
- วัตถุประสงค์	2
- ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	2
บทที่ 2 บทตรวจเอกสาร	**3**
- คุณค่าทางโภชนาการของส้ม	4
- การจำแนกพันธุ์ส้ม	5
- ลักษณะทางพฤกษศาสตร์ของพืชตระกูลส้ม	9
- ส้มปลอดโรค คือ อะไร	15
-สาเหตุการทรุดโทรมของสวนส้ม	16
- การผลิตส้มปลอดโรค	16
- ข้อปฏิบัติในการปลูกและดูแลส้มปลอดโรค	17
- ความสำคัญของต้นตอส้ม	18
- ลักษณะที่ดีของต้นตอส้ม	20
- ภาวะการใช้ต้นตอส้มในทางการค้าปัจจุบัน	24
- ปัจจัยควบคุมการเจริญของเนื้อเยื่อและ Morphogenesis	26
- งานวิจัยเกี่ยวกับต้นตอส้มคาร์ริโซ	32
บทที่ 3 การดำเนินงานวิจัย	**35**
- อุปกรณ์	35
- สารเคมี	36
- ขั้นตอนการดำเนินงาน	37

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หน้า

บทที่ 4 ผลการทดลองและวิจารณ์ 42

- การศึกษาการงอกของคัพภะพันธุ์ส้มต้นตอ *C. citrange* โดยเพาะเลี้ยง ในอาหารสังเคราะห์สูตร MS 42
- การศึกษาการเจริญของต้นตอส้ม *C. citrange* ซึ่งเจริญในสภาวะปลอดเชื้อ จากการเพาะเลี้ยงคัพภะในอาหารสังเคราะห์สูตร MS 43
- การศึกษาระดับฮอร์โมน BA, อายุต้นตอส้ม และระยะเวลาที่เหมาะสมในการชักนำให้เกิดยอดจากตาข้างและแคลลัสของต้นตอส้ม *C. citrange* 44
- การศึกษาระดับอายุของต้นตอส้ม *C. citrange* ที่เหมาะสมในการชักนำให้เกิดรากเพื่อเป็นต้นที่สมบูรณ์ ด้วยฮอร์โมน NAA 46

บทที่ 5 สรุปผลการศึกษาและข้อเสนอแนะ 47

ภาคผนวก 61

เอกสารอ้างอิง 68

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 4.1 ตารางแสดงการงอกของคัพภะต้นตอส้ม *C. citrange* ในแต่ละสัปดาห์ 63

ตารางที่ 4.2 ตารางแสดงอัตราการเจริญเติบโตของต้นตอส้ม *C. citrange* เมื่อเพาะเลี้ยงในอาหารสังเคราะห์สูตร MS 64

ตารางที่4.3 ตารางแสดงจำนวนยอดที่เกิดจากตาข้าง ภายในระยะเวลา 3 สัปดาห์ และแสดงระยะเวลาที่เริ่มเกิดยอด หลังจากเพาะเลี้ยงในอาหารสังเคราะห์สูตร MS เสริมฮอร์โมน BA ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ 65

ตารางที่ 4.4 ตารางแสดงจำนวนยอดที่เกิดขึ้นภายในระยะเวลา 3 สัปดาห์ จากการชักนำส่วนของลำต้นของต้นตอส้ม *C. citrange* ระดับอายุต่างๆ 66

ตารางที่ 4.5 ตารางแสดงจำนวนของจำนวนต้นตอส้ม *C. citrange* ที่เกิดราก ภายในระยะเวลา 3 สัปดาห์ ของยอดต้นตอส้มที่มีระดับอายุต่างๆ 67

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

หน้า

รูปที่ 1: กราฟแสดงเปอร์เซ็นต์การงอกของคัพภะต้นตอส้ม คาร์ริโซ
ในอาหารสังเคราะห์สูตร MS ในสัปดาห์ต่าง ๆ 42

รูปที่ 2: กราฟแสดงการเจริญเติบโตของต้นตอส้ม คาร์ริโซ
ในอาหารสังเคราะห์สูตร MS 43

รูปที่ 3: กราฟแสดงจำนวนยอดที่เกิดขึ้นจากตาข้างของต้นตอส้ม
ที่เกิดจากการชักนำด้วยฮอร์โมน BA ที่ระดับความเข้มข้นต่าง ๆ 44

รูปที่ 4: กราฟแสดงจำนวนยอดที่เกิดจากตาข้างของต้นตอส้ม คาร์ริโซ
ที่เพาะเลี้ยงในอาหารสังเคราะห์สูตร MS เสริมฮอร์โมน BA
เข้มข้น 5.0 มิลลิกรัม ต่อ ลิตร โดยใช้ต้นตอส้มที่อายุต่าง ๆ กัน 45

รูปที่ 5: กราฟแสดงเปอร์เซ็นของจำนวนยอดต้นตอส้ม คาร์ริโซ่
ที่เกิดรากโดยการชักนำด้วยฮอร์โมน NAA เข้มข้น 1.0 มิลลิกรัม ต่อ ลิตร
ภายในระยะเวลา 3 สัปดาห์ 46

รูปที่ 6: อุปกรณ์และสารเคมีที่ใช้สำหรับเตรียมอาหารเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืช 48

รูปที่ 7: ตู้ปลอดเชื้อสำหรับถ่ายเนื้อเยื่อพืช (Larminar air flow) 49

รูปที่ 8: ห้องเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืช (Culture Room) 50

รูปที่ 9: การเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืช (*Carrizo citrange*) ในขวดเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ 51

รูปที่ 10: เมล็ดพันธุ์ส้มต้นตอ *Carrizo citrange* 52

รูปที่ 11: ต้นตอส้มคาร์ริโซ (*Carrizo citrange*) ที่มีอายุ 2 สัปดาห์ที่งอกจากคัภพะ
เพาะเลี้ยงในอาหารสังเคราะห์สูตร MS 53

รูปที่ 12: ต้นตอส้มคาร์ริโซ (*Carrizo citrange*) อายุ 4 สัปดาห์ที่เพาะเลี้ยง
ในอาหารสังเคราะห์ สูตร MS 54

รูปที่ 13: การชักนำต้นตอส้มคาร์ริโซ (*Carrizo citrange*) ให้เกิดยอดจากตาข้าง
ในอาหารสังเคราะห์สูตร MS เสริมฮอร์โมน BA 55

รูปที่ 14: ยอดที่เกิดจากตาข้าง โดยการชักนำของฮอร์โมน BA (*Carrizo citrange*) 56

รูปที่ 15: คอมแพคแคลลัส ที่เกิดจากการเพาะเลี้ยงชิ้นส่วนของต้นตอส้ม คาร์ริโซ
(*Carrizo citrange*) ในอาหารสังเคราะห์สูตร MS เสริมฮอร์โมน BA 57

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หน้า

รูปที่ 16: การเกิดยอดจำนวนมาก (multishoot) บนคอมแพคแคลลัสของ
ต้นตอส้มคาร์ริโซ (*Carrizo citrange*) 58

รูปที่ 17: ต้นสมบูรณ์ของต้นตอส้มคาร์ริโซ (*Carrizo citrange*) ที่เกิดจาก
การชักนำด้วยฮอร์โมน NAA 59

รูปที่ 18 : ต้นตอส้มคาร์ริโซ (*Carrizo citrange*) ที่เกิดจากการชำนำด้วยฮอร์โมน
และการเพาะ เมล็ดในสภาพปลอดเชื้อ 60

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

พืชตระกูลส้มเป็นพืชที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจชนิดหนึ่งของประเทศไทย ซึ่งในการทำสวนส้มในประเทศไทยนั้น นิยมขยายพันธุ์ส้มด้วยวิธีการตอน เพราะจะทำให้ได้ผลผลิตเร็ว และนอกจากนั้นยังได้พันธุ์ส้มที่มีลักษณะเหมือนต้นเดิม แต่จากกิ่งตอนเหล่านี้เป็นสาเหตุสำคัญที่ทำให้เกิดโรคระบาด จากแหล่งปลูกหนึ่งไปสู่แหล่งปลูกอีกแหล่งหนึ่ง โดยถ้าที่ต้นเดิมเป็นโรคต้นใหม่ที่ได้ก็จะเป็นโรคด้วย เพราะเชื้อจุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดโรค อาศัยอยู่ในเนื้อเยื่อของพืชโดยเฉพาะอย่างยิ่งโรคที่เกิดจากเชื้อไวรัส ซึ่งในปัจจุบันยังไม่มีสารเคมีชนิดใดสามารถกำจัดเชื้อโรคชนิดนี้ได้ พืชที่เป็นโรคที่เกิดจากเชื้อไวรัสอาจไม่รุนแรงถึงกับตาย แต่จะมีผลต่อความแข็งแรงของพืช ทำให้ต้นส้มเจริญเติบโตได้ไม่เต็มที่ แคระแกร็น อ่อนแอและติดเชื้อโรคอื่นๆ ได้ง่าย จึงเป็นผลให้ผลผลิตตกต่ำและคุณภาพ ของผลผลิตที่ได้ก็ต่ำไปด้วย ดังนั้นจึงมีการศึกษาเกี่ยวกับการกำจัดโรคส้มที่เกิดจากเชื้อไวรัส เพื่อช่วยแก้ปัญหาของชาวสวนส้มในประเทศไทย

จากปัญหาดังกล่าวที่ชาวสวนส้มกำลังประสบอยู่จึงทำให้ราคาส้มในท้องตลาดมีราคาสูง และผลผลิตที่ออกสู่ตลาดก็ลดจำนวนลงเรื่อยๆ เพราะฉะนั้นถ้าปัญหานี้ ไม่ได้มีการเร่งรีบแก้ไข ก็อาจจะเป็นไปได้ว่า ส้มพันธุ์ดีกำลังจะหมดไปจากประเทศไทย

ในปัจจุบันได้มีการประยุกต์ใช้เทคนิคการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อเข้ารวมกับเทคนิคโรคพืชวิทยา เพื่อใช้ในการป้องกันและกำจัดโรคส้ม โดยได้เพาะเลี้ยงพันธุ์ส้มปลอดโรคขึ้น โดยที่ส้มปลอดโรคนี้คือส้มที่ไม่มีเชื้อโรคที่ตัวก่อให้เกิดโรคอาศัยอยู่ในเนื้อเยื่อ ซึ่งจะส่งผลให้ต้นส้มเหล่านี้มีความสมบูรณ์แข็งแรง เจริญเติบโตได้อย่างรวดเร็ว และให้ผลผลิตสูง เมื่อนำไปปลูกทั้งนี้พันธุ์ส้มปลอดโรคส่วนใหญ่จะขยายพันธุ์โดยการติดตา อยู่บนต้นตอส้มสามใบลูกผสม ซึ่งมีความต้านทานต่อโรคโคนเน่าและรากเน่า มีระบบรากแข็งแรง ทนดินกรดและน้ำขังจากการศึกษาพบว่าต้นตอส้มที่มีอยู่ในประเทศไทย ไม่สามารถนำมาเป็นต้นตอที่ดีได้จึงมีการศึกษาการใช้ต้นตอจากต่างประเทศแทนแต่การจะนำเมล็ดพันธุ์ส้มต้นตอจากต่างประเทศ มาให้เกษตรกรเพาะโดยตรงไม่สามารถทำได้ เพราะเมล็ดพันธุ์เป็นสิ่งต้องห้ามนำเข้าตามพระราชบัญญัติกักพืช ปีพุทธศักราช 2507 ในปัจจุบันมีเกษตรกรบางรายเท่านั้นที่สามารถนำเมล็ดพันธุ์ต้นตอส้มจากต่างประเทศมาปลูกได้ แต่ ความต้องการเมล็ดเพื่อจะนำมาเพาะเป็นต้นตอมีมาก ทำให้เกิดการเก็งกำไรขึ้น ต้นตอจึงมีราคาแพง อันจะเป็นอุปสรรค ต่อการทำสวนส้มปลอดโรค

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ดังนั้นการนำเอาเทคนิคทางด้านเทคโนโลยีชีวภาพ โดยเฉพาะด้านการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อมาใช้เพื่อขยายพันธุ์ต้นตอส้มให้เพิ่มมากขึ้นจึงเป็นสิ่งที่จำเป็นเพื่อจะช่วยให้เกษตรกรมีต้นตอส้มที่ดีและมีปริมาณเพียงพอแก่ความต้องการ

ต้นตอพันธุ์ส้มคาริโซ (*Carrizo citrange*) เป็นส้มผสมระหว่างส้มสามใบ (Trifolate) และส้มหวาน (Sweet Orange) เป็นส้มที่ในต่างประเทศใช้เป็นต้นตอมา มากกว่า 20ปี แล้ว ส้มชนิดนี้ปลูกได้ดีในดินเกือบทุกแห่ง ให้ผลผลิตได้ก่อนฤดู ทำให้ขายได้ราคาดี และมีผลผลิตออกมาสู่ตลาดได้สม่ำเสมอ ดังนั้นการที่จะนำต้นตอพันธุ์คาริโซมาปลูกในประเทศไทยนี้จึงเป็นการดีเพื่อจะได้ช่วยแก้ปัญหาสวนส้มทรุดโทรมและยังจะช่วยเพิ่มผลผลิตและเพิ่มรายได้แก่เกษตรกรไทย

วัตถุประสงค์

เพื่อจะขยายพันธุ์ต้นตอส้มที่มีความต้านทานโรคจากไวรัส และรากเน่า

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้ว่าจะได้รับ

1. สามารถเพาะเลี้ยงพันธุ์ต้นตอส้ม *Carrizo citrange* ได้ ซึ่งสามารถนำ ต้นตอส้มนี้มาทำเป็นต้นตอพันธุ์ส้มปลอดโรคได้ต่อไป
2. อาจช่วยให้เกษตรกรไทยมีรายได้เพิ่มขึ้นจากการทำสวนส้มและจะได้ผลผลิตที่มีคุณภาพดีและมีปริมาณผลผลิตเป็นที่น่าพอใจ
3. ให้มีจำนวนส้มพันธุ์ต้นตอที่ดีเพิ่มขึ้นในประเทศไทย
4. เป็นพื้นฐานในการศึกษาเรื่องส้มปลอดโรค

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
บทตรวจเอกสาร

พืชตระกูลส้ม หรืออีหรุด (Rutaefae: Rue Family) นี้มีสมาชิกจำนวน 130 สกุลและ 1,500 ชนิด พบได้ในแถบหนาวและแถบกึ่งร้อนของซีกโลกเหนือและใต้ ส่วนใหญ่มีการกระจายตัวอยู่ในประเทศอัฟฟริกาตอนใต้และออสเตรเลีย พืชในตระกูลนี้เป็นไม้ยืนต้น ไม้ล้มลุกและไม้พุ่ม ใบมีทั้งใบเดี่ยวและใบประกอบ ซึ่งมีลักษณะแบบนิ้วมือและขนนก ส่วนของใบนี้อาจมีการลดรูปเป็นหนามด้วย ใบมีการเรียงตัวแบบตรงข้ามหรือสลับไม่มีหูใบ ต่อมน้ำมันที่ส่วนของใบนี้มีลักษณะโปร่งแสง ดอกเป็นชนิดสมบูรณ์เพศและได้สมมาตรกัน มักเกิดเป็นช่อดอก ในแต่ละดอกส่วนของกลีบดอกและกลีบเลี้ยงแยกจากกันอย่างเด่นชัด จำนวนกลีบเลี้ยงและกลีบดอกมี 3 - 5 กลีบเท่านั้น กลีบดอกมีลักษณะแยกกัน บริเวณฐานมีเกสรตัวผู้แทรกอยู่บน Starmen มีจำนวนเท่ากับกลีบดอก หรือเป็นสองเท่าของจำนวนกลีบมักเรียงตัวเป็น2ชั้น ชั้นนอกเรียงตัวในลักษณะตรงกันข้ามกับกลีบดอก บางครั้งอาจพบเกสรตัวผู้ลดรูป ซึ่งไม่สามารถทำงานได้ รังไข่ที่ส่วนฐานของเกสรตัวเมียเป็นแบบ Superior ovary คือรังไข่จะอยู่เหนือส่วนอื่นของดอก จัดเป็น hypogynous flower ลักษณะของรังไข่มีพูเด่นชัด จำนวน 4-5 ช่อง แต่ละช่องมีไข่ 1 - 2 อัน ผลที่ได้แยกได้หลายแบบทั้ง berry drupe samara และ capsule คัพภะ (ต้นอ่อน) ภายในเมล็ดมีลักษณะเหยียดตรงหรือโค้ง ส่วนของเมล็ดอาจมีเนื้อเยื่อสะสมอาหารลักษณะเนื้อนิ่ม หรืออาจไม่มีเนื้อเยื่อสะสมอาหารก็ได้ เนื้อเยื่อของพืชนี้มีน้ำยางที่มีกลิ่นหอมระเหย

การจัดจำแนกพืชตระกูลนี้สามารถแบ่งออกได้เป็น 7 ตระกูลย่อย ซึ่งตระกูลย่อยที่สำคัญที่สุดได้แก่ ตระกูลย่อยของส้ม (Orange Subfamily : Aurantioideae) ประกอบด้วยสมาชิกที่เป็นไม้ผลเศรษฐกิจมากมาย เช่น ส้มต่างๆ (***Citrus*** spp.) และผลไม้ที่มีคุณค่าในการเป็นต้นตอของไม้ผลเศรษฐกิจตัวอย่างเช่น มะขวิด (Indian wood apple : ***Feronia limonia*** (L.) Swing) มะตูม (Indian bael fruit or bale fruit : ***Aegle marmelos*** (L.) Corr.) ส้มสามใบ (trifoliate orange : ***Poncirus trifoliate*** (L.) Raf.) และคัมควอท (round kumquat : ***Fortunella japonica*** (Thunb) Swing; oval kumquat : ***F. margarita*** (Lour.) Swing.) นอกจากนี้ตระกูลย่อยของส้มยังสามารถจัดแบ่งได้เป็น 2 เผ่าดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. เผ่าของพืชที่ใกล้เคียงกับต้นส้ม (Citrus and Citroid fruit trees: Tribe Citreae)

เช่น มะตูม มะสัง มะขวิด มะนาวผี มะนาวเทศ ช้างงาเดียว แระแจะ หนามคาใบ กิมกิด ส้มจี๊ดใต้และส้มต่างๆ

2. เผ่าของพืชที่ห่างไกลจากต้นส้ม (Very remote and remote Citroid fruit trees : Tribe Clauseneae) เช่น มะไฟจีน เขยตาย ส่องฟ้า สมัดน้อย แก้ว แก้วขี้ควาย นมวัว ค้างคาวหมู หัสคุณ น้ำขาวเขา หอมแขย สมุยหอม โปร่งฟ้า ประยงค์ป่า หวดหม่อน

จากพืช สมาชิกมากมายของตระกูลนี้มีเพียงสกุลส้ม (Citrus) เท่านั้นที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจ โดยจากที่มีถิ่นกำเนิดในเขตร้อนและเขตกึ่งร้อนของเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ และพบมากในเขตมรสุมที่ค่อนข้างแห้งแล้งจึงมีการปลูกกันทั่วโลกในบริเวณพื้นที่เขตร้อนและกึ่งร้อน โดยเฉพาะในสภาพแถบกึ่งร้อนของภูมิอากาศแบบเมดิเตอร์เรเนียนเป็นส่วนใหญ่ ที่ปลูกเพื่อผลิตเป็นการค้า

คุณค่าทางโภชนาการของส้ม

ส้มเขียวหวานเป็นผลไม้ที่มีคุณค่าทางอาหารสูง ดังข้อมูลจากการวิเคราะห์ของกองโภชนาการ กรมอนามัย ที่พบว่า จากส่วนของผลส้มที่รับประทานได้จำนวน 100 กรัม จะมีปริมาณสารอาหารต่างๆดังนี้

คาร์โบไฮเดรต	9.9	กรัม
โปรตีน	0.6	กรัม
ไขมัน	0.2	กรัม
แคลเซียม	3.1	มิลลิกรัม
เหล็ก	0.8	มิลลิกรัม
ฟอสฟอรัส	18	มิลลิกรัม
วิตามิน เอ	4,000	หน่วยสากล
ซี	18	มิลลิกรัม
บี 1	0.04	มิลลิกรัม
บี 2	0.05	มิลลิกรัม
เส้นใย	0.2	กรัม
ความชื้น	88.7	กรัม
แคลอรี	44	หน่วยสากล

ที่มา : (เปรมปรี, 2532)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การจำแนกพันธุ์ส้ม

ฮ็อดสัน (R.W. Hodgson) ซึ่งเป็นนักพฤกษศาสตร์อนุกรมวิธาน ได้วิจารณ์และสรุปว่าในระบบของทานากะนั้นที่ยอมรับได้จริงๆ มีเพียง 23 ชนิดเท่านั้นไม่ใช่ 157 ชนิด และวิจารณ์ระบบของสวิงเกิลไว้ว่า ระบบยังไม่ยอมรับชนิดส้มที่เก่าแก่อีกหลายชนิดที่มีคุณค่าทางเศรษฐกิจแต่ยอมรับวิธีการที่อาศัยระบบธรรมชาติของสวิงเกิล

เกี่ยวกับความเป็นจริงทางพฤกษศาสตร์ (Botanical Trueness) ของส้มระยะหลังๆ นี้มีผู้เสนอว่าน่ามีเพียง 3 ชนิด เท่านั้นคือ *Citrus medica* (ซิตรอน หรือ ส้มมือ) ,*Citrus maxima* (ส้มโอ) และ *Citrus reticulata* (ส้มเปลือกล่อน) (Barrett และ Rhodes , 1976) อีกข้อเสนอหนึ่งเสนอว่าชนิดส้มน่าจะมี 8 ชนิด ได้แก่ *Citrus medica, Citrus aurantifolia* (มะนาวไทย) , *Citrus limon* (มะนาวฝรั่ง) , *Citrus maxima* ,*Citrus paradissi* (เกรฟฟรุ้ท) , *Citrus aurantium* (ส้มเปรี้ยว) , *Citrus sinensis* (ส้มหวาน,ส้มเกลี้ยง) และ *Citrus reticulata* (Swingle ,1967; chapot , 1975)

การจำแนกส้มทางพืชสวน เป็นการแบ่งส้มโดยอาศัยความสำคัญทางเศรษฐกิจและประโยชน์ที่ใช้เป็นหลัก พอแบ่งออกได้เป็นกลุ่มต่างๆ ดังนี้

1. กลุ่มโอเรนจ์ (Orange) เป็นส้มเปลือกติดพวกเดียวกับส้มเกลี้ยง ประกอบด้วยส้มหวาน (sweet orange) และส้มเปรี้ยว (sour orange or sevile)

2. กลุ่มแมนดาริน (Mandarin) เป็นส้มเปลือกล่อนพวกเดียวกับส้มเขียวหวาน ซึ่งจะประกอบด้วยส้มคิง (king) , ส้มซัทซูม่า (satsuma) , ส้มเมดิเตอร์เรเนียน (Mediterraean) ,ส้มคอมมอน (common) และ ส้มจิ๊ด

3. กลุ่มส้มโอและเกรฟฟรุ้ท (Pummelo and Grapefruit)

4. กลุ่มคอมมอนแอซิด (Common acid) เป็นส้มที่มีกรดสูง รสเปรี้ยว ประกอบด้วยมะนาวไทย (lime) , มะนาวฝรั่ง (lemon) และซิตรอน หรือส้มโอมือ (citron)

5. กลุ่มเบ็ดเตล็ด ส้มสี่กลุ่มแรกจัดอยู่ในสกุล **ซิตรัส** ส้มเบ็ดเตล็ดจัดอยู่ในสกุลอื่นๆได้แก่ คัมควัทหรือส้มกินเปลือก (kumquat) อยู่ในสกุล**ฟอร์จูเนลลา (Fortunella)** , ส้มสามใบ (trifoliate orange) อยู่ในสกุล **พอนไซรัส (Poncirus)** , มะไฟจีน (Wampee) ,อยู่ในสกุล **คลอซีนา (Clausena)** , มะตูม (bael fruit) อยู่ในสกุล **อีเกิล (Aegle)** , มะขวิด (wood apple) อยู่ในสกุล**เฟอโรเนีย (feronia)** , มะนาวเทศ (limeberry)อยู่ในสกุล **ทริปฟาเซีย (Triphasia)** เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ก. กลุ่มโอเรนจ์ เป็นกลุ่มส้มเปลือกไม่ล่อน มีความสำคัญทางเศรษฐกิจมากที่สุด แบ่งออกเป็น 2 กลุ่มคือส้มหวานหรือส้มเกลี้ยง มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า ***Citrus sinensis*** และส้มเปรี้ยวมีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า ***Citrus aurantium***

ส้มหวานเป็นกลุ่มใหญ่ที่สุดและมีความสำคัญทางเศรษฐกิจมากกว่าส้มกลุ่มอื่นๆ แบ่งออกได้เป็นกลุ่มย่อยคือ

1. **คอมมอน โอเรนจ์** (common orange) เป็นส้มที่ปลูกกันมากและมีพันธุ์มากที่สุดในโลก พันธุ์ที่มีความสำคัญตัวอย่างเช่น วาเลนเซีย (Valencia) , แฮมลิน (Hamlin), ชามูติ (Shamouti) ,ส้มเกลี้ยง

2. **ส้มไร้กรด** (sugar or acidless orange) เป็นส้มที่มีกรดต่ำมาก รสหวาน เช่น ส้มตรา

3. **ส้มเลือด** (blood or pigmented orange) มีลักษณะคล้ายๆ กับกลุ่มส้มเกลี้ยง เพียงแต่มีเนื้อผลและเปลือกสีชมพูหรือแดง ส้มกลุ่มนี้ส่วนใหญ่มีถิ่นกำเนิดในเมดิเตอร์เรเนียน พันธุ์สำคัญมีเช่น บลัดเร็ด (Bloodred) , โดเบิลฟีนา (Doblefina) , รูบี้บลัด (Ruby Blood) ,ทารอคโค (Tarocco)

4. **ส้มสะดือ** (navel orange) ลักษณะเด่นของส้มกลุ่มนี้อยู่ที่การเกิด " สะดือ " หรือ " navel " ในส่วนปลายผล เป็นลักษณะของผลเกิดซ้อนผล ไม่มีเมล็ด พันธุ์ที่สำคัญตัวเช่น วอชิงตัน เนวิล (Washington Navel) , เลง เนวิล (Leng Nevel) ทอมสัน (Thompson)กลุ่มส้มเปรี้ยว เป็นส้มที่มีผลเปรี้ยวและขมเกินกว่าจะนำมาเป็นผลไม้สด ส่วนใหญ่จะใช้ทำแยมผิวส้ม (marmalade) ทำน้ำส้มคั้น น้ำมันระเหยจากผิวเปลือกผลจากส่วนยอดหรือส่วนของดอกใช้ทำหัวน้ำหอมได้เป็นอย่างดี ส้มกลุ่มนี้รวมเอาชินนอตโต (chinnotto) และ เบอร์กามอท (bergamot) เข้าไว้ด้วย

ข. กลุ่มแมนดาริน เป็นกลุ่มส้มที่มีความสำคัญของโลกตะวันออก ผลขนาดเล็กถึงกลาง เปลือกผลล่อน จัดเป็นส้มอยู่ในกลุ่มที่ทนความร้อนสูงที่สุด ส้มกลุ่มนี้จึงปรับตัวเข้ากับสภาพดินฟ้าอากาศค่อนข้างกว้างดีกว่าส้มกลุ่มอื่นๆ สภาพความร้อนและความชื้นสัมพัทธ์ที่สูง จะช่วยส่งเสริมขนาดของผล ความชื้นสัมพัทธ์ที่ต่ำจะทำให้ทรงผลไม่ดี ทรงผลจะป้อมเข้า ผลจะมีจุกเกิดขึ้นในสภาพร้อนชื้นผลส้มมีน้ำมากและรสชาติอ่อนลงเพราะมีกรดต่ำ ส้มกลุ่มนี้มีช่วงเก็บเกี่ยวผลค่อนข้างสั้น ผลบอบบางต่อการขนย้ายคงอยู่บนต้นโดยไม่เสียคุณภาพเพียง 2 - 3สัปดาห์ ถ้านานกว่านี้ผลจะฟ่าม น้ำหวานและกรดจะสูญเสียอย่างรวดเร็ว แต่ถ้าเก็บเกี่ยวผลในความแก่ที่เหมาะสมแล้วเก็บรักษาไว้ในห้องเย็นสามารถขยายฤดูกาลขายส้มไปอีกหลายเดือน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ส้มแมนดาริน แบ่งออกได้เป็น 5 กลุ่มย่อยคือ

1. ส้มคิง (King) ผลค่อนข้างโต ผิวขรุขระ เปลือกผลหนา เช่น ส้มจุก, คิงออฟไซแอม (King of Siam) , ส้มแก้ว ชื่อวิทยาศาสตร์ ***Citrus nobilis***

2. ส้มซัทซูมา (Satsuma) ส้มชนิดนี้มีความสำคัญและมีชื่อเสียงมากของญี่ปุ่นชื่อวิทยาศาสตร์คือ ***Citrus unshix*** ส้มซัทซูมาทนทานต่อความหนาวมากที่สุด พันธุ์ที่สำคัญมีเช่น โฮวาริ (Owari),ซิลเวอร์ฮิลล์ (Silver hill)

3. ส้มเมดิเตอร์เรเนียน ใบมีขนาดเล็ก ทรงหอกแคบ น้ำมันหอมระเหยมีกลิ่นหอมเฉพาะตัว ส้มพันธุ์นี้ต้องการความร้อนสูงทนต่อสภาพร้อน จึงขึ้นได้ในสภาพดินฟ้าอากาศร้อนและแห้งแล้ง ซึ่งเป็นฟ้าอากาศของเมดิเตอร์เรเนียน แหล่งปลูกตามแนวชายฝั่งทางตอนใต้ของรัฐแคลิฟอร์เนียซึ่งขาดความร้อน ขนาดของผลจะเล็ก และผลแก่ช้า พันธุ์สำคัญ เช่น วิลโล ลีฟ (Willow- leaf)

4. ส้มคอมมอน (Common) เป็นกลุ่มส้มเขียวหวาน (tangerine) ส้มจีนโดยทั่วไป เปลือกผลล่อน (บางพันธุ์เปลือกไม่ล่อน) ในประเทศไทยมีพันธุ์ส้มเขียวหวานหลายพันธุ์เช่น บางมด, แดงหวาน, แหลมทอง, บางบน, เพชรยะลา เป็นต้น พันธุ์ต่างประเทศที่มีปลูกในประเทศไทยมีเช่น คลีเมนไทน์ (Clementine) , อังเกอร์ (Encore), ฟรีมองต์ (Fremont), ออร์-ตานิค (Ortanique), เพ็จ (Page),พองแกน (Ponkan) , คลีโอพัตรา (Cleopatra)

5. ส้มจี๊ด เป็นกลุ่มส้มผลเล็ก ใช้ปรุงอาหารแทนมะนาวได้

ค. กลุ่มส้มโอและเกรฟฟรุ้ท ส้มโอมีชื่อวิทยาศาสตร์ที่ถูกต้องว่า ***Citrus maxima*** (J. Burman) Merr. และชื่อสามัญภาษาอังกฤษใช้คำว่า pummelo (หรือ shaddock) ส้มโอไทยได้ชื่อว่าเป็นส้มโอที่มีชื่อและมีคุณภาพดีที่สุดในโลก พันธุ์สำคัญมีเช่น ขาวแป้น, ขาวพวง, ขาวทองดี, ขาวหอม, ขาวน้ำผึ้ง, ขุนนนท์, ท่าข่อย, แตงกวา, ขาวใหญ่ ฯลฯ นอกจากส้มโอไทย ยังมีกลุ่มส้มโอ อินโดนิเซีย และกลุ่มส้มโอจีนซึ่งมีคุณภาพไม่ค่อยดี

เกรฟฟรุ้ท มีลักษณะคล้ายส้มโอผลเล็กเชื่อแน่ว่ามีกำเนิดมาจากส้มโอ แต่ไม่ทราบว่ากลายรูปแบบไหน อาจเกิดจากการผสมข้ามตามธรรมชาติก็ได้ เกรฟฟรุ้ทมีทรงพุ่มใหญ่ทนต่อความร้อน การผลิตที่ให้ผลคุณภาพดีต้องการความร้อนสูงมาก ในเขตทะเลทราย สีของผลจะเปล่งปลั่ง เข้ม รสชาดอร่อยกว่าเกร็ฟฟรุตที่ปลูกในเขตฟ้าอากาศชื้น ประโยชน์ของเกร็ฟฟรุท นอกจากทานเป็นอาหารสดแล้วยังใช้ทำน้ำคั้น ทำสลัดและแปรรูป พันธุ์ที่มีปลูกในประเทศไทยมีเช่น มาร์ช (Marsh), โมสท์(Most), รูบี้ (Ruby), ไมอามี่ (Miami), เป็นต้น เนื้อผลมีสีแตกต่างกันตามพันธุ์ เช่น แดง ชมพู สีเนื้อ เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ง. กลุ่มคอมมอน แอซิด กลุ่มนี้รวมเอามะนาวฝรั่ง มะนาวไทยและซิตรอนหรือส้มมือ

1. มะนาวฝรั่ง (lemon) มีชื่อวิทยาศาสตร์ *Citrus limon* เป็นผลไม้ที่มีความสำคัญในตลาดโลก สหรัฐอเมริกาประเทศเดียว ผลผลิตมะนาวเลมอนได้ประมาณครึ่งหนึ่งของผลิตผลทั้งโลก นอกจากนี้มีผลิตมากในอิตาลี่ และสเปน ประโยชน์ที่ได้จากมะนาวมีเช่น ทำน้ำมะนาว เครื่องปรุงอาหารปลาและเนื้อ ทำขนมพาย เค็ก ทำลูกกวาด แยม แยมผิวส้ม เป็นต้น พันธุ์สำคัญมี เช่น ยูเรกา (Eureka), ลิสบอน(Lisbon) ซึ่งเป็นพันธุ์ที่มีรสเปรี้ยว มีปลูกในเมืองไทยนานมาแล้ว ให้ผลค่อนข้างดก นอกจากนี้มีพันธุ์ที่มีรสหวาน เช่นพันธุ์ดอร์ชาโป (Dorshapo) แต่ไม่ค่อยมีความสำคัญทางเศรษฐกิจ

พันธุ์ส้มที่มีลักษณะคล้ายมะนาวฝรั่งมี เช่น อลีมาว (Alemow : *Citrus macrophylla*), คาร์นา (Karna : *Citrus karna*), รัฟ เลมอน(Rough Lemon : *Citrus jambhiri*) ซึ่งใช้ประโยชน์ทำเป็นต้นตอส้ม

2. มะนาวไทย (Lime) มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Citrus aurontifolia* เช่น มะนาวไข่ (Mexican lime), มะนาวเปอร์เซีย (*Citrus latifolia*) เช่น มะนาวตาฮิติ นอกจากนี้มี , มะนาวหวาน (sweet lime : *Citrus limetto*) ซึ่งมีถิ่นกำเนิดในภาคตะวันออกเฉียงเหนือของอินเดีย และปลูกเป็นการค้าในอินเดียเป็นเวลานานกว่าแหล่งอื่นๆ ใช้ประโยชน์เป็นต้นตอ เป็นอาหาร ทำยารักษาไข้และโรคตับ

3. ซิตรอน (Citron) เชื่อว่าส้มกลุ่มนี้มีถิ่นกำเนิดในภาคตะวันออกเฉียงเหนือของอินเดียและบริเวณที่ติดต่อกัน เป็นส้มพวกแรกที่มนุษย์นำมาปลูกกัน และเป็นส้มชนิดแรกที่เข้าสู่เมดิเตอร์เรเนียน และเป็นที่รู้จักของชาวยุโรป เป็นส้มที่มีอายุค่อนข้างสั้น มีปลูกมากในฝรั่งเศส อิตาลี และกรีก ในบ้านเรารู้จักกันในชื่อ ส้มโอมะละกอ ส้มมือ ผลของส้มพวกนี้ใช้กินสดไม่ได้ จึงใช้ประโยชน์จากน้ำมันหอมระเหยซึ่งผลิตในเปลือกผลไม้ มีกลิ่นหอมชื่นใจ ซึมซาบง่ายและหอมทน ใช้ทำหัวน้ำหอม ใช้ทำผลิตภัณฑ์เช่น ลูกกวาด ขายผลสดในพิธีการทางศาสนา

พันธุ์ซิตรอนมีทั้งเนื้อผลเปรี้ยว และเนื้อผลหวาน พันธุ์รสปรี้ยวมีเช่น ไดอะแมนเท (Diamanthe) เป็นพันธุ์ของอิตาลีและดีที่สุด ผลมีรูปทรงรีและมีรูปไข่ยาว พันธุ์อีทรอก (Etrog) ใช้เป็นพืชตรวจสอบเชื้อไวรัสได้เป็นอย่างดี พันธุ์ส้มมือ (Fingered หรือ Buddha's Hand citron) เป็นพันธุ์ของตะวันออก เช่น จีน อินโดจีนและญี่ปุ่น ผลมีลักษณะเป็นแฉกๆคล้ายนิ้วมือ ไม่มีเนื้อผลและเมล็ด สำหรับซิตรอนพันธุ์หวาน มีพันธุ์สำคัญคือ คอร์ซิกัน (Corsican) เป็นพันธุ์ที่ดีที่สุดและสำคัญที่สุดของคอร์ซิกา และเป็นพันธุ์การค้าของแคลิฟอร์เนีย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จ. กลุ่มส้มเบ็ดเตล็ด ส้มในกลุ่มนี้อยู่นอกเหนือส้มสกุล **ซิตรัส** ถือว่าเป็นเครือญาติกัน ประกอบด้วย : กัมกวัท(kumquat), ส้มสามใบ (trifoliate orange), มะไฟจีน(wampee), มะตูม (bael fruit), มะขวิด (wood apple) เป็นต้น

กวัมกวัท(kumquat) มีถิ่นกำเนิดในประเทศจีน ปลูกกันอย่างกว้างขวางในจีน ญี่ปุ่นตอนใต้ ไต้หวัน ฟลอลิด้า และแคลิฟอร์เนีย ผลของส้มกลุ่มนี้มีขนาดเล็กมาก เปลือกมีรสหวาน บางทีเรียกว่า "ส้มกินเปลือก" ใน ทางอุตสาหกรรมใช้ทำแยมผิวส้ม แช่อิ่มและขนมชนิดอื่นๆนอกจากนี้ยังใช้ทำไม้ประดับ กัมกวัทชนิดสำคัญมีเช่น: นากามิ กัมกวัท (Nagami or oval : Fortunella margarita (Lour) Swing) มีผลทรงไข่, มีวา กัมกวัท (Meiwa or large round : Fortunella crassifolia Swing) มีผลทรงกลม ขนาดค่อนข้างโตรสชาติค่อนข้างหวาน บางทีเรียกว่า "sweet kumquat" ทรงผลกลมจนถึงทรงสูง. และมารูมิ กัมกวัท (Marumi or round : Fortunella japonica (Thumb)Swing) ทรงผลมีลักษณะกลม

ลูกผสมของกัมกวัทมีเช่น ไลม์กวัท (limequat), โอเรนจ์กวัท (orangequat), ซิเตรนจ์กวัท (Citrangequat) ซึ่งมีประโยชน์ในทางพืชสวน

*** **ส้มสามใบ** (trifoliate orange) มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Poncirus trifoliata* (L.) Raf. เป็นชื่อพื้นเมืองบริเวณภาคกลาง และภาคเหนือของจีน และปลูกกันมานานนับพันปีในบริเวณนั้น ประโยชน์ที่สำคัญของส้มสามใบ คือ **ใช้ทำต้นตอ** ในญี่ปุ่นใช้เป็นต้นตอที่สำคัญของส้มซัทซูมา(Satsuma) เป็นไม้ขนาดเล็กมีหนามโต มีใบย่อยสามใบ ผลขนาดเล็ก มีการนำเอาส้มสามใบผสมกับส้มชนิดอื่นๆเพื่อรวมเอาลักษณะดีบางอย่างไว้ในลูกผสมเช่น ส้มซิเตรนจ์ (citrange) เกิดจากการผสมของส้มสามใบและส้มหวาน(*Citrus sinensis*), ประกอบด้วยหลายพันธุ์ เช่น คาร์ริโซ(Carrizo), ทรอยเยอร์(Troyer), ยูมา(Yuma), รัสค์(Rusk) เป็นต้น

มะไฟจีน (wampee) มะไฟจีนเป็นเครือญาติส้มที่น่าสนใจชนิดหนึ่ง มีหลายชนิดด้วยกันที่ปลูกกันมากในจังหวัดน่านได้แก่ชนิด *Clausena lansium* เจริญเติบโตได้ดีในประเทศไทย ผลมะไฟจีนใช้ทำประโยชน์ได้หลายอย่าง เช่น แก้โรคกระเพาะ แก้ลมท้องอืด เจริญอาหาร เร่งน้ำย่อย แก้โรคหลอดลมอักเสบ ใบแก้โรคขี้รังแค เป็นต้น โดยทั่วไปนำผลไปแปรรูปเป็นมะไฟ แช่อิ่มหรือระเหยน้ำ ซึ่งนำมาบริโภคได้เลย หรือนำมาผสมกับน้ำแข็ง มีกลิ่นหอมน่าดื่ม (ร.ศ.วิจิตร, 2537)

ลักษณะทางพฤกษศาสตร์ของพืชตระกูลส้ม

สามารถแบ่งได้ดังนี้

1. รากและระบบราก (Root and root system)
2. ลำต้น (Stem)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. กิ่ง (Shoot)

4. ใบ (Leaf)

5. ดอก (Flower)

6. ผล (Fruit)

7. เมล็ด (Seed)

1.รากและระบบราก

รากเป็นส่วนสำคัญของลำต้นที่ทำหน้าที่หาอาหารและแร่ธาตุเพื่อไปใช้ในการสังเคราะห์แสงและช่วยพยุงลำต้นให้เจริญเติบโตตั้งตรงขึ้นไป รากมีหลายชนิดเช่น Primary root จะเจริญออกมาเมื่อเมล็ดเริ่มงอกและเจริญไปเป็นรากแก้วต่อ ส่วนใหญ่ primary root นี้มักได้รับอันตรายจากการย้ายปลูกต้นกล้า ดังนั้นในบางครั้งรากแก้วจึงมีได้ 2 ชนิดด้วยกันคือ

1. Pioneer root
2. Fibrous root

Pioneer root เป็นรากที่แตกสาขาออกจากรากแก้ว หรือจาก pioneer root อันแรก ซึ่งรากทั้งสองชนิดนี้จะเจริญเติบโตแตกสาขาเป็นโครงสร้างที่แข็งแรงของต้นส้มต่อไป

Fibrous root เป็นรากที่เกิดบนรากแก้วในระยะต้นกล้าอ่อนเมื่อต้นกล้ามีอายุมากขึ้น Fibrous root นี้จะเกิดบน Pioneer root มีเป็นกลุ่มย่อยๆ

รากขน ในต้นส้มที่มีสภาพปกติจะไม่ค่อยพบรากขนบนรากของต้นส้มเลย นอกจากจะมีสภาพเหมาะสมเท่านั้น สภาพที่เหมาะกับการสร้างรากขนในส้มขึ้นกับ

1. ความเป็นกรดเป็นด่างในดิน
2. อากาศในดิน
3. อุณหภูมิที่เหมาะสม (ค่อนข้างสูง)

จากการทดลองของ Girton พบว่า การปลูกส้มในน้ำยาเคมี โดยปรับความเป็นกรดประมาณ 5 ที่อุณหภูมิ 91 องศาฟาเรนไฮต์ จึงได้ต้นกล้าที่มีรากขนขึ้น

รากส้มส่วนใหญ่อยู่ต่ำกว่าผิวดินประมาณ 2 ฟุต เช่น รัฟ เลมอนมีระบบรากค่อนข้างตื้นประมาณ 1 - 2 ฟุตเท่านั้น ซาวร์ โอเรนจ์ มีระบบรากที่ลึกกว่าและมีรากแก้วที่แข็งแรงกว่า ดังนั้นการใช้ ซาวร์ โอเรนจ์ เป็นต้นตอในสภาพ หรือบริเวณที่มีลมแรงจะทำให้ต้นส้มทนทานต่อสภาพลมแรงจัดได้ดีกว่าการใช้ต้นตอส้มชนิดอื่น

การแผ่กระจายของรากส้มและการเจริญเติบโตของรากจะสัมพันธ์กับการเจริญเติบโตของทรงพุ่มที่อยู่เหนือระดับดิน เช่น ส้มที่มีทรงต้นสูงชะลูด แสดงว่าส้มนั้นมีรากแก้วแทงดิ่งในแนวลึก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

และมีรากแขนงเป็นจำนวนน้อย ในทางตรงถ้าส้มมีทรงพุ่มแตกแผ่วงกว้างออกไปก็แสดงว่าส้มต้นนั้นมีรากแขนงเป็นจำนวนมากเจริญแผ่ออกในระดับตื้นและมีรากแก้วตื้น ความหนาแน่นของรากส้มแบ่งได้เป็น 3 ชั้น ดังนี้

1. ที่ระดับลึกจากผิวดินประมาณ 2 ฟุต จะมีรากส้มค่อนข้างหนาแน่น ราว 60 เปอร์เซ็นต์ ของจำนวนรากทั้งหมด

2. ที่ระดับลึกจากผิวดินประมาณ 2 - 4 ฟุต จะมีรากส้มอยู่ในราวร้อยละ 20

3. ที่ระดับจากผิวดินประมาณ 4 - 6 ฟุตจะมีรากส้มอยู่ในราวร้อยละ 14 - 20

2.ลำต้น

ส่วนของลำต้นส้มคือส่วนที่นับจากโคนต้นเหนือดินตรงขึ้นไปจนถึงยอดการเจริญเติบโตของลำต้นส้มขึ้นกับรากและทรงพุ่มเช่นเดียวกันแต่มักนิยมวัดขนาดทรงพุ่มมากกว่าวัดขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของลำต้น

ขนาดทรงพุ่มของพืชตระกูลส้ม มีตั้งแต่ขนาดพุ่มเล็กที่มีความสูงประมาณ 15 ฟุต เช่น ไลม์ จนถึงขนาดพุ่มใหญ่ซึ่งมีความสูงประมาณ 30 ฟุตเช่น ส้มโอ เกรฟฟรุ้ท เป็นต้น

การเจริญเติบโตของเนื้อไม้ในต้นส้มจะมีทั้ง Primary และ Secondary growth เหมือนกับต้นไม้ทั่วไปโดยดูจากวงปี ทางภาพตัดขวางของลำต้น สำหรับในกิ่งส้มที่เจริญขนานกับพื้นดิน ในเนื้อไม้ส่วนล่างของกิ่งจะมีการเจริญเติบโตมากกว่าเนื้อไม้ทางด้านบนจึงเรียกการเจริญเติบโตแบบนี้ว่า **hypotrophic growth** เปลือกไม้ที่มีอายุมากขึ้นจะเปลี่ยนแปลงเป็นสีน้ำตาลอ่อนในปีที่ 2 และอายุของกิ่งที่มากขึ้นนี้ เปลือกไม้จะมีการพัฒนาเป็น cork หรือ periderm ขึ้นมาแทนที่เซลล์ชั้นนอก

3. กิ่ง

กิ่งที่พึ่งแตกออกมาใหม่ที่มีอายุน้อยจะมีสีเขียวเป็นไม้เนื้ออ่อน ส่วนของกิ่งเกิดเป็นสันนูนขึ้นเห็นชัด และเชื่อมต่อกันกับส่วนโคนแต่ละก้านใบ จากสันนูนนี้ถ้ามองทางด้านตัดขวาง จะมองเห็นเป็นรูปสามเหลี่ยม ซึ่งลักษณะนี้จะหายไปเมื่อกิ่งส้มเจริญเติบโตเต็มที่ ตาซึ่งอยู่บนสันกิ่งทุกตาจะมีมัดท่อน้ำท่ออาหารอยู่ 3 เส้น เส้นใหญ่สุดสำหรับส่งไปเลี้ยงใบ เรียกว่า leaf trace อีก 2 เส้นที่เล็กกว่าสำหรับตายอด เรียกว่า thorn trace ส่วนของใบ ตายอด หนาม ดอก และผลเกิดจากส่วนของลำต้นที่เจริญมากจากกิ่งทั้งสิ้น ในตายอดมีส่วนของใบเกล็ดที่เรียกว่า prophyll หุ้มปิดอยู่หลายแผ่นโดยเกิดขึ้นทุกข้อใบ ตายอดประกอบด้วยเนื้อเยื่อเจริญ (apical meristem) และจุดกำเนิดใบ (leaf primordia) เหมือนกับยอดทั่วๆไปและมีตารองเกิดขึ้นที่มุมของใบเกล็ด ทำให้ข้อใบมีตาจำนวนมากกว่า 1 ตา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. ใบ

ใบส้มแบ่งได้เป็น 2 ส่วนคือ แผ่นใบ และก้านใบ ส่วนของก้านใบจะมีส่วนคล้ายกับแผ่นใบที่เรียกว่า wing ติดอยู่ด้วย ลักษณะของใบส้มเป็นใบเดี่ยว ยกเว้นพวกส้มสามใบและลูกผสมของส้มสามใบ รูปทรงและขนาดของใบแตกต่างกันออกไปตามแต่ชนิดของส้ม เช่น พวกแทนเจอรีน ใบมีรูปร่างแบบ lanceolate ค่อนข้างเรียวแหลม หรือในส้มโอและมะนาวใบค่อนข้างกลมเป็นแบบ ovate

ขนาดของ wing แตกต่างกันตามแต่ละชนิดของส้มเช่นเดียวกัน เช่น ไลม์ และ เลมอนมี wing แคบและเล็กมาก ในพวกแทนเจอรีน และสวีท โอเรนจ์ มีบ้างเล็กน้อย พวกส้มโอและเกรฟฟรุ้ทนั้นมีขนาดใหญ่ขึ้น พวกมะกรูดและ *Citrus ichangensis* จะมี wing ขนาดใหญ่พอกับแผ่นใบ สีของใบ มีตั้งแต่สีเขียวอมเหลือง เช่น ใบเลมอน จนถึงสีเข้มออกดำ เช่นส้มโอ สวีทโอเรนจ์ ผิวใบด้านบนเป็นมัน ด้านใต้ใบเป็นสีตองอ่อน ขอบใบบางชนิดเรียบ แต่บางชนิดเป็นหยัก เช่น ขอบใบของเลมอนหรือ ซิตรอน เป็นแบบ serrated ใบไลม์เป็นแบบ crenulate บนแผ่นใบ wing และก้านใบมีต่อมน้ำมันเต็มไปหมด

การจัดเรียงของเส้นใบเป็นแบบ วนเป็นรอบเกลียวรอบกิ่ง ทำให้เกิด phyllotaxy การทดลองของ Banerji (1952) พบว่า *Citrus grandis* และ *Citrus paradisi* มี phyllotaxy = 2/5 ใบส้มส่วนใหญ่มี phyllotaxy = 3/8 รวมถึงส้มสามใบและส้มจี๊ด

5.ดอก

ส้มให้ดอกเมื่อลำต้นผ่านความแห้งแล้งมาช่วงหนึ่งก่อน หลังจากนั้นตาที่พักตัวอยู่ก็จะแตกเป็นกิ่งอ่อน กิ่งอ่อนนี้จะเจริญอยู่ระยะหนึ่ง ตาที่ยอดของกิ่งอ่อนจึงจะเกิดตาดอก ตาดอกของส้มมี 2 ชนิด คือตายอด เรียกว่า terminal flower bud และตาข้างเรียกว่า lateral flower bud พวกดอกที่เกิดจากตาข้างจะร่วงไปเป็นส่วนใหญ่

การเจริญของดอกในขั้นต่างๆ ขั้นของกลีบเลี้ยงจะเกิดก่อนโดยเชื่อมกันที่ส่วนฐานดอก ทำให้มีลักษณะคล้ายรูปถ้วย หุ้มส่วนดอกไม่ให้ได้รับอันตราย ต่อมาจึงเกิดขั้นของกลีบดอก เกสรตัวผู้ เกสรตัวเมีย ตามลำดับ

โครงสร้างของดอกส้ม

ส้มมีดอกแบบ regular flower ชนิดของดอกเป็นดอกสมบูรณ์เพศขั้นของกลีบเลี้ยงมี 3-5 อัน กลีบดอกมี 3-5 อัน อยู่ถัดจากกลีบรอง มีสีขาว ผนังกลีบดอกปกคลุมด้วยสารพวกคิวตินที่หนามากทำให้มองดูเป็นมันและสะท้อนแสง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เกสรตัวผู้ มีจำนวนเท่ากับหรือเป็นสองเท่าของกลีบดอก ก้านชูเกสรมีสีขาว ส่วนโคนอาจเชื่อมติดกันน้อยหรือมากขึ้นกับชนิดของส้ม อับเกสรมีสีเหลืองแบ่งเป็น 2 พู ภายในแต่ละช่องมี microspore mother cell ซึ่งเป็นตัวสร้างละอองเกสร

ฐานดอก (nectary) เกิดตรงเหนือส่วนของเกสรตัวผู้กับดอก ส่วน disk เจริญขึ้นมาเป็นแอ่งคล้ายจานอยู่รอบฐานของรังไข่ disk ทำหน้าที่ขับเอาน้ำหวานออกมาในระยะที่กลีบดอกร่วงจึงเรียก disk นี้ว่า nectary

เกสรตัวเมีย ประกอบด้วยยอดเกสรตัวเมีย ก้านชู และรังไข่ ส่วนยอดเกสรตัวเมียมีสีเหลือง ลักษณะกลม

ส่วนของก้านชูเกสรตัวเมียเป็นแบบ stylar canal เปิดออกที่ปลายยอด ส่วนของก้านชูและ stylar canal จะร่วงหลุดจากรังไข่ภายใน 2-3 วันหลังจากกลีบดอกร่วงโดยแยกตรงรอยต่อที่อยู่ส่วนโคนของก้านชูกับรังไข่

ส่วนของรังไข่เป็นแบบ superior ชนิดของรังไข่เป็นแบบ syncarpous โดยทั่วไปมี 5 - 10 ช่อง

6. ผล

ผลส้มจัดเป็นพวกเบอรี่ มีชื่อเรียกว่า hesperidium เจริญจากรังไข่โดยตรงมีราว 10 พู เชื่อมติดกันเป็นวงกลมล้อมรอบแกนที่เรียก central axis

ส่วนต่างๆ ของผลแบ่งออกได้ดังนี้

1. เปลือกผล (ovary wall)
2. ผนังกั้นและแกนผล (septa and central axis)
3. ถุงน้ำหวาน (juice sacs)

1.เปลือกผล แบ่งออกเป็น 3 ชั้น

1.1 เปลือกผลชั้นนอก เรียกว่าฟลาเวโด (Flavedo) เป็นส่วนที่อยู่ชั้นนอกสุดของผล ประกอบด้วยเซลล์อีพิเดอร์มีสที่มีคิวติเคิลหุ้มหนามาก ชั้นของอีพิเดอร์มิสยังคงมีการแบ่งเซลล์ต่อไปจนถึงระยะผลสุก เซลล์ที่มีการแบ่งตัวระยะหลังนี้มีคิวติเคิลบางและมีต่อมน้ำมันซึ่งสร้างตั้งแต่ในระยะที่เป็นรังไข่ของดอก ต่อมน้ำมันจะมีปริมาณเพิ่มขึ้นในระยะที่ผลขยายใหญ่ ใต้ชั้นของอีพิเดอร์มิส มีชั้นของเซลล์พวกพาเรนไคมาที่มีคลอโรพลาสด้วย เมื่อผลสุกคลอโรพลาสจะเปลี่ยนเป็นโครโมพลาสที่เรียกว่า โครมาโตฟอร์ และมีการสร้างสารพวกคาร์โรตินอย ทำให้ผลส้มเกิดสีสรรตามลักษณะประจำพันธุ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.2 เปลือกผลชั้นกลาง เรียก อัลบิโด (Albedo) เซลล์ชั้นกลางของเปลือกผลเป็นเซลล์พวกสปอจิงพาเรนไคมา คล้ายกับสปองจิมีโซฟิลในใบ ชั้นอัลบิโดมีสีขาวอ่อนนุ่มในระยะแรกของการเจริญเติบโตของผล การเพิ่มขนาดของผลในระยะแรก เกิดจากการเพิ่มความหนาวของชั้นอัลบิโด ส่วนการเพิ่มขนาดของช่องผลมีน้อยเมื่อผลสุก เปลือกผลที่แกะออกมาจะเป็นชั้นฟลาเวโดและอัลบิโด พวกแทนเจอรีน เช่น ส้มเขียวหวาน เปลือกที่เป็นชั้นของเปลือกนอกและชั้นกลางมีลักษณะบางมาก ส่วนในส้มโอและซิตรอนมีชั้นของเปลือกผลชั้นกลางหนามาก

1.3 เปลือกผลชั้นใน จัดเป็นชั้นในสุดของเปลือกผล คือส่วนที่เป็นช่องหรือกลีบผล (Segment) และผนังของพูรังไข่ ก่อนที่ช่องผลจะขยายขนาด ส่วนที่เป็นจุดกำเนิดถุงน้ำหวาน (Juice Sac Primoridial) จะจัดเรียงกันอย่างหนาแน่นและเป็นระเบียบ เมื่อช่องผลขยายขนาดโตเต็มที่ถุงน้ำหวานจะกระจัดกระจายออกไม่เป็นระเบียบ ผนังของเปลือกชั้นในจะยืดตัวออกจนตึงและปกคลุมด้วยชั้นคิวติเคิล

2. ผนังและแกนของผล (Septa and Central axis)

ผนังกลีบ เป็นผนังบางๆแบ่งกั้นระหว่างช่องผล แต่ละกลีบผลประกอบด้วยผนัง 2 ชั้น ของช่องผลสองช่องมาประกบกัน สามารถแยกออกจากกันได้เป็นกลีบเรียกว่า เซ็กเม็นต์ ระหว่างผนังของกลีบ ผลทั้งสองจะมีเส้นใยที่เป็นท่อน้ำท่ออาหารเส้นเล็กๆสีขาว คล้ายสปองจิพาเรนไคมา มาเลี้ยงผลและทุกเซ็กเมนต์ซึ่งอยู่ในชั้นของเปลือกชั้นใน

แกนผล เป็นแกนกลางของผลที่เปลี่ยนแปลงมาจากแกนกลางของดอกแต่ละพูรังไข่ที่เชื่อกันว่ามีวิวัฒนาการจากใบนั้น ขอบของใบจะเกาะติดกับแกนกลาง และที่แกนผลทางตอนล่างจะมีท่อน้ำท่ออาหารกระจายไปเลี้ยงส่วนของถุงน้ำหวานและไข่อ่อน เซลล์พวกนี้มีลักษณะเป็นพวกสปองจิพาเรนไคมา ในส้มบางพันธุ์มีแกนกลางขนาดเล็กหรือเกือบไม่มีเช่น ส้มจุก ส้มเขียวหวาน แต่ส้มบางชนิดมีขนาดใหญ่มากเช่นส้มโอ

3. ถุงน้ำหวาน (vesicles) เป็นส่วนของผลที่เจริญมาจากผนังเปลือกชั้นในบางครั้งเรียกถุงน้ำหวาน บางถุงมีก้านยาวบางอันก็สั้น ภายในก้านไม่มีมัดท่อน้ำท่ออาหารเป็นเซลล์ที่มีช่องว่างใหญ่ และมีขนาดรูปร่างต่างๆกัน

7. เมล็ด

ไข่อ่อนที่อยู่ในผลมีการจัดเรียงออกเป็น 2 แถว เกาะติดกับขอบผนังของพูรังไข่ที่มาเชื่อมกับแกนกลางผล จัดเป็นแบบ axile placentation ลักษณะของเมล็ดส้มมี 2 ด้านคือ

1. Micropylar end เป็นด้านแหลมของเมล็ด เป็นส่วนที่ต้นอ่อนจะงอกแทงรากออกมา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. Chalazal end เป็นด้านป้านของตัวเมล็ด ด้านนี้พัฒนามาจากคาลาซาของไข่อ่อน ประกอบไปด้วย อินเทกกิวเม็นต์ ชั้นนอกและก้านไข

ตัวเมล็ดแบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ

1. ใบเลี้ยง (Cotyledon)

2. คัพภะ (Embryo)

ใบเลี้ยง มีหลายสี เช่น สีขาวครีม สีครีมหรือเขียว บางครั้งอาจเป็นสีเขียวแก่ เมล็ดที่มีคัพภะเพียง 1 คัพภะ มีใบเลี้ยงที่มีขนาดใกล้เคียงกันทั้ง 2 ซีก ถ้ามีหลายคัพภะมักจะพบความผิดปกติเกิดขึ้นเสมอ คืออาจมีใบเลี้ยง 3 - 4 ใบ และขนาดรูปร่างของคัพภะก็แตกต่างกันด้วย

คัพภะ ส่วนของเมล็ดอาจมีส่วนหนึ่งหรือหลายคัพภะได้ ลักษณะของเมล็ดส้มที่มีจำนวนมากกว่า 1 คัพภะ/เมล็ด เรียกว่า **polyembryony** คัพภะมี 2 ชนิด

1. คัพภะที่เกิดจากการผสมพันธุ์พืชโดยตรง หรือเกิดจากการเจริญเติบโตของไซโกท เรียกว่า Gramatic embryo ดังแสดงในผังข้างล่าง

Sperm nucleus (n) + egg (n) ⟶ Zygote (2n)

Sperm nucleus (n) + polar nuclei (2n) ⟶ Primary endosperm (3 n)

Primary endosperm จะมีการแบ่งตัวก่อนที่ไซโกทจะเกิดปฏิกิริยาใดๆขึ้น ไซโกทเริ่มแบ่งตัวในสัปดาห์ที่ 2 - 4 หลังการปฏิสนธิ แต่จะแตกต่างกันตามชนิดของส้มและภูมิอากาศ หลังจากการแบ่งเซลล์แล้วจึงมีการพัฒนาจนเป็นคัพภะสมบูรณ์

2. คัพภะที่เกิดจากการพัฒนาการของเซลนิวเซลล่า ตรงบริเวณใกล้กับเซลล์ไข่อ่อน เรียกว่า Nucellar embryo คัพภะที่เกิดมาจากเซลล์ปกติของนิวเซลลัสภายในไข่อ่อนนี้จะเจริญเข้าไปในถุงหุ้มคัพภะ (Embryo sac) ติดกับไซโกท (มงคล, 2537)

ส้มปลอดโรคคืออะไร

ส้มปลอดโรคคือต้นส้มหรือพันธุ์ส้มที่ผลิตขึ้นโดยใช้เทคนิคการเลี้ยงเนื้อเยื่อและเทคนิคทางโรคพืชทำให้ส้มปราศจากเชื้อโรคอยู่ภายในเนื้อเยื่อของต้นส้มเช่น เชื้อไวรัส มายโคพลาสมา แบคทีเรีย และไวรอยด์ เมื่อนำไปปลูกต้นส้มเหล่านั้นจะสมบูรณ์แข็งแรงและเจริญเติบโตเร็วมีการตอบสนองต่อปุ๋ยและสารเคมีทุกชนิดได้อย่างดี และถ้ามีการดูแลรักษาอย่างถูกต้องไม่ให้เป็นโรค

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อีก ก็จะทำให้ต้นส้มปลอดโรคเหล่านั้นมีอายุยืนยาว ผลผลผลิตสูงอย่างสม่ำเสมอต่อไปอีกหลายสิบปี ดังเช่นหลายๆประเทศที่ปลูกส้มเป็นอุตสาหกรรม

สาเหตุการทรุดโทรมของต้นส้ม

เกษตรกรผู้ปลูกส้มเป็นอาชีพในทุกแหล่งปลูกส้มของประเทศไทยจะประสบปัญหาเช่นเดียวกันคือ ส้มแสดงอาการทรุดโทรมหลังจากปลูกเพียง 4 - 5 ปี หรือหลังจากต้นส้มให้ผลผลิตแล้ว 1 - 2 ปี ต้นส้มจะทรุดโทรมลงไปเรื่อยๆ ผลผลิตลดลงจนกระทั่งไม่ให้ผลผลิตและตายในที่สุด สวนส้มเขียวหวานโดยเฉลี่ยจะมีอายุเพียง 8 ปีเท่านั้น ทางกองโรคพืชและจุลชีววิทยาได้ศึกษาวิจัยถึงสาเหตุการทรุดโทรมของส้มพบว่ามีสาเหตุเนื่องจากส้มเป็นโรค โรคส้มที่สำคัญมี 4 โรคด้วยกัน เรียงตามลำดับความสำคัญคือ

1. โรคกรีนนิ่ง เกิดจากเชื้อแบคทีเรีย มีแมลงเพลี้ยไก่แจ้ส้ม (*Diaphorina citri*) เป็นพาหะนำโรค เชื้อสาเหตุของโรคอาศัยอยู่ในท่ออาหารของต้นส้มและไปติดกับส่วนของส้มที่นำไปขยายพันธุ์

2. โรคทริสเตซ่า เกิดจากเชื้อไวรัส มีแมลงเพลี้ยอ่อนส้ม (*Toxoptera citricidus*) เป็นพาหะนำโรคและเชื้อไวรัสอาศัยอยู่ในเนื้อเยื่อส้ม จึงระบาดโดยติดไปกับกิ่งพันธุ์

3. โรครากเน่าโคนเน่า เกิดจากเชื้อรา ไฟทอปธอร่า (*Phytophthora parasitica*) เป็นเชื้อราในดิน ระบาดรุนแรงในช่วงฤดูฝน การใช้ต้นตอส้มต้านทานโรคจะช่วยแก้ปัญหาโรคนี้ในระยะยาว

4. โรคแคงเคอร์ เกิดจากเชื้อแบคทีเรีย (*Xanthomonas campestris pv. cititri*) การฉีดพ่นสารประกอบทองแดงในช่วงที่ส้มแตกใบอ่อน และฉีดพ่นสารป้องกันกำจัดหนอนชอนใบควบคู่ไปด้วยจะลดความเสียหายจากโรคนี้ได้

ผลิตส้มปลอดโรคทำได้อย่างไร

การผลิตส้มปลอดโรคทำได้หลายวิธีแต่วิธีที่นิยมปฏิบัติกันคือ

1.การเพาะเมล็ด (Nucellar line) ต้นส้มที่ได้จากการเพาะเมล็ดถือได้ว่าปลอดโรคเพราะยังไม่มีรายงานยืนยันว่าเชื้อไวรัสชนิดใดสามารถถ่ายทอดไปกับเมล็ดได้ แต่การเพาะเมล็ดไม่เป็นที่นิยมมากนักเนื่องจากมีข้อเสียหลายประการคือให้ผลผลิตช้า ทรงสูงชะลูด มีหนามมากและที่สำคัญผลผลิตค่อนข้างต่ำในระยะแรกและต้องใช้เวลานานกว่าจะพัฒนาเป็นแม่พันธุ์ที่ได้มาตรฐาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

2.การใช้ความร้อนควบคู่กับการติดตาต้นอ่อน (Heat Therapy + Shoot Tip Grafting) ความร้อนจะไปยับยั้งการเจริญและขยายพันธุ์ของเชื้อไวรัสและเชื้อแบคทีเรียภายในเนื้อเยื่อส้ม ปกติใช้ความร้อน 30 องศาเซลเซียส 8 ชั่วโมงและ 40 องศาเซลเซียส 16 ชั่วโมงนาน 3 เดือน แล้วนำส่วนยอด (Meristem-tip) ที่ผ่านความร้อนแล้วตัดบาง 0.2 มม. ติดตาบนต้นอ่อนซึ่งทำภายใต้กล้องจุลทรรศน์ในสภาพปลอดเชื้อจนกระทั่งพัฒนาเป็นต้น แล้วนำไปตรวจสอบโรคอีกครั้งจึงจะแน่ใจว่าต้นส้มที่ได้ปลอดโรคจริง วิธีนี้เป็นวิธีสากลที่นิยมแพร่หลายกันทุกประเทศทั่วโลกที่ทำการผลิตส้มปลอดโรคและเป็นวิธีการที่ทางกองโรคพืชฯใช้ดำเนินการผลิตส้มปลอดโรคเช่นกัน

ส้มปลอดโรคที่กองโรคพืชฯกรมวิชาการเกษตรผลิตได้ในปัจจุบันมี 4 ชนิด คือ ส้มเขียวหวาน ส้มโชกุน ส้มฟรีมองต์และส้มโอ ซึ่งส้มโอมีอยู่ 3 พันธุ์คือ ทองดี ขาวน้ำผึ้งและท่าข่อย ส้มเหล่านี้ทดสอบแล้วว่าปลอดจากเชื้อไวรัสและแบคทีเรียดังกล่าวและปลูกอยู่ในเรือนกันแมลงของกองโรคพืชฯ

ข้อปฏิบัติในการปลูกและดูแลส้มปลอดโรค

ส้มปลอดโรคที่กองโรคพืชฯผลิตได้นั้นไม่ได้หมายความว่าเป็นส้มต้านทานโรคต้นส้มเหล่านั้นจะเกิดโรคได้ตลอดเวลาถ้าการดูแลรักษาไม่ดีหรือไม่ถูกต้องจุดประสงค์ของการผลิตส้มปลอดโรค เพื่อให้เกษตรกรได้ต้นส้มที่ปราศจากโรคไปปลูกไม่ใช่เริ่มต้นด้วยการใช้กิ่งตอนที่อมโรคปลูก ซึ่งมีผลทำให้ส้มทรุดโทรมตายเร็ว เกิดความเสียหายดังที่ปรากฏอยู่ในปัจจุบัน

ข้อควรปฏิบัติในการปลูกและดูแลส้มปลอดโรคมี

1.เริ่มปลูกโดยใช้พันธุ์ปลอดโรคที่แท้จริงซึ่งขยายพันธุ์โดยการติดตาอยู่บนต้นตอส้มที่ต้านทานโรครากเน่าเท่านั้น ควรเลิกปลูกส้มโดยใช้กิ่งตอน พันธุ์ส้มที่นิยมใช้เป็นต้นตอซึ่งผู้เชี่ยวชาญโครงการไทย - เยอรมันแนะนำเป็นส้มสามใบลูกผสม เช่น พันธุ์ทรอยเยอร์และคาร์ริโซ่หรืออาจใช้ต้นตอที่ไม่ทนต่อโรคนักแต่ทนต่อสภาพดินเหนียวจัดและเมื่อเป็นต้นตอของส้มเขียวหวานแล้วกลมกลืนกันได้ดีเช่น ส้มคลีโอพัตรา สำหรับส้มโอปลอดโรคสามารถใช้ส้มโอพันธุ์พื้นเมืองเช่น ส้มโอพอเป็นต้นตอได้ การใช้ต้นตอดีกว่ากิ่งตอนเพราะมีระบบรากที่แข็งแรง ทนต่อโรครากเน่า

2. ถ้าทำสวนส้มใหม่ควรเลือกปลูกให้ห่างจากแหล่งปลูกส้มเดิม เพื่อให้พ้นจากแมลงนำโรคกรีนนิ่งและโรคทริสเตซ่าจากแปลงเก่า ระยะปลอดภัยคือประมาณ 5 กิโลเมตร ถ้าจะให้ดีควรถอนทำลายต้นพืชที่เป็นแหล่งอาศัยขยายพันธุ์ของแมลงพาหะนำโรคเช่น ต้นแก้ว มะไฟจีน

3. ควรปลูกไม้โตเร็วเป็นแนวกันลมรอบๆแปลงปลูกส้ม เช่น สะเดา กระถินเทพา ฯลฯนอกจากกันลมแล้วจะช่วยกันไม่ให้แมลงที่ลอยตามลมมาในขณะที่พายุแรงเข้าถึงต้นส้มที่ปลูกอยู่ภายใน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

25415

4.ควบคุมแมลงพาหะควรรู้จักแมลงทั้ง 2 ชนิด คือ เพลี้ยไก่แจ้และเพลี้ยอ่อน พยายามตรวจว่ามีการระบาดของแมลงทั้ง 2 ชนิดหรือไม่ ทุกครั้งที่ส้มแตกใบอ่อนการควบคุมแมลงพาหะเป็นสิ่งที่จำเป็นที่สุดถ้าควบคุมแมลงไม่ได้ส้มก็จะติดโรคอีกเพลี้ยทั้งสองชนิดมีการระบาดมากในช่วงต้นส้มแตกใบอ่อนดังนั้นพอส้มเริ่มจะแตกใบอ่อนจึงควรพ่นสารเคมีเพื่อกำจัดหรือลดปริมาณเพลี้ยทั้ง 2 ชนิดอย่างใกล้ชิดตลอดเวลา เพื่อจะได้กำจัดได้ทันท่วงที ถ้าเกษตรกรรวมกลุ่มกันพ่นสารเคมีกำจัดแมลงพร้อมๆกันการกำจัดแมลงจะได้ผลดี ข้อมูลการใช้สารเคมีอาจสอบถามจากกองกีฏวิทยา กรมวิชาการเกษตร หรือจากแปลง ไอ พี เอ็ม (I P M) ในแต่ละท้องที่เพื่อให้การใช้สารเคมีเกิดประโยชน์สูงไม่ทำลายแมลงที่มีประโยชน์และไม่ใช้สารเคมีเกินความจำเป็นอันจะมีผลกระทบต่อสภาพแวดล้อม

5. ถ้าตรวจพบส้มที่ปลูกเป็นโรคควรรีบกำจัดโดยการถอน และเผาทำลายเพื่อไม่ให้เป็นแหล่งของเชื้อ ในกรณีโรคกรีนนิ่ง ถ้าเกิดในช่วงอายุ 1 - 4 ปี ควรถอนทิ้ง ถ้าส้มอายุ 5 ปีขึ้นไปแสดงอาการเป็นโรค 50 เปอร์เซ็นต์ ควรตัดกิ่งที่เป็นโรคออกแต่ถ้าเป็นโรคถึง 75 เปอร์เซ็นต์ ควรถอนทั้งต้นส่วนที่เป็นโรคที่ตัดหรือถอนออกไปควรเผาทำลายทุกครั้ง

6.อย่านำต้นส้มที่เป็นโรคหรือต้นที่ไม่ได้รับรองว่าปลอดโรคเข้าไปในสวนเป็นอันขาดเพราะจะนำเชื้อโรคเข้าไปในสวนอีก

7.พยายามหาความรู้อยู่เสมอโดยการเข้ารับการฝึกอบรมหรือสอบถามจากนักวิชาการเพื่อจะได้ข้อมูลที่ถูกต้อง

สรุปแนวทางการฟื้นฟูสวนส้ม

1.ปลูกส้มต้นใหม่ที่เป็นส้มปลอดโรคซึ่งขยายพันธุ์โดยการติดตาบนต้นตอที่ต้านทานโรครากเน่าเท่านั้น เลิกใช้กิ่งตอนที่อมโรค

2.ป้องกันกำจัดเพลี้ยไก่แจ้และเพลี้ยอ่อนส้มโดยสม่ำเสมอตลอดเวลาและควรพ่นสารป้องกันกำจัดแมลงทันทีที่ตรวจพบ โดยเฉพาะเมื่อส้มเริ่มแตกใบอ่อน

3.กำจัดต้นที่เป็นโรคและพืชอาศัยของแมลงให้หมดไม่นำต้นที่เป็นโรคเข้ามาในสวน

4.ใฝ่หาความรู้จากนักวิชาการและสนใจเข้ารับการอบรมที่ทางราชการจัด (อุบล, 2538)

ความสำคัญของต้นตอส้ม

การขยายพันธุ์ด้วยการติดตาหรือต่อกิ่งมีการปฏิบัติอย่างเด่นชัดในศตวรรษที่ 5 การเปลี่ยนจากการเพาะเมล็ดมาใช้ต้นตอติดตา ได้เริ่มขึ้นเมื่อโรคโคนเน่าอันเกิดจากเชื้อไฟทอปธอร่าในหมู่เกาะอะซอเรส (Azores) ในปีคริสตศักราช 1842 เมื่อเกิดโรคนี้ระบาดขึ้นหรือเป็นที่รู้จัก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ความสนใจในเรื่องต้นตอส้มจึงเพิ่มขึ้นอย่างมาก ต่อมาพบโรคนี้ในประเทศแถบเมดิเตอร์เรเนียนทั้งหมด และประมาณปีคริสตศักราช 1935 ระบาดไปทั่วเกือบทุกแห่ง การใช้ต้นติดตาค่อยเข้ามาแทนที่ต้นกล้า จนกระทั่งทุกวันนี้ส้มเกือบทุกต้นได้จากการขยายพันธุ์โดยวิธีการติดตาบนต้นตอที่เกิดจากการเพาะเมล็ด

การระบาดของโรคโคนเน่าที่เกิดจากเชื้อไฟทอปธอร่าทำให้มีการค้นหาต้นตอที่ต้านทานต่อโรคนี้ พบว่าต้นตอ **ซาวร์ โอเรนจ์** (หรือส้มเปรี้ยว) ใช้ได้ดี แต่มีปัญหาในแอฟริกาใต้และออสเตรเลีย เพราะต้นส้มจะโทรมหลังจากปลูกแล้ว 2 - 3 ปีขึ้นไป ด้วยเหตุนี้ในสองประเทศดังกล่าว จึงนิยมใช้ส้ม **รัฟ เลมอน**กันอย่างกว้างขวาง ในปีคริสตศักราช 1946 มีรายงานว่าอาการโทรมของต้นส้มดังกล่าวบนต้นตอส้มซาวร์ โอเรนจ์สันนิษฐานว่าเกิดจากเชื้อไวรัส เพราะสามารถถ่ายทอดทางกิ่งติดตา โรคไวรัส " ทริสเตซ่า " ได้ทำความเสียหายกับส้มที่ติดตาบนซาวร์ โอเรนจ์เป็นล้านๆ ต้นในแอฟริกาใต้ ออสเตรเลียและแคลิฟอร์เนีย ด้วยสาเหตุดังกล่าวจึงมีการวิจัยเพื่อสรรหาต้นตอที่ต้านทานโรคทริสเตซ่ากันอย่างจริงจัง ในบราซิลใช้ต้นตอ**แรงเพอร์ ไลม์** แทนต้นตอซาวร์ โอเรนจ์ และในแคลิฟอร์เนียยังมีการใช้ต้นตอ **ทรอยเยอร์ ซิเตรนจ์** จนกระทั่งทุกวันนี้

ต้นตอส้มมีบทบาทสำคัญต่อการปลูกส้มเป็นการค้า ในต่างประเทศเช่น สหรัฐอเมริกา บราซิล สเปน ญี่ปุ่น อิตาลี ฯลฯ ต้นพันธุ์ส้มเกือบทั้งหมดขยายพันธุ์โดยการติดตา ในบ้านเราส่วนใหญ่ขยายพันธุ์ด้วยวิธีตอนกิ่ง ต้นตอส้มมีอิทธิพลอย่างเด่นชัดต่อยอดพันธุ์ดี หรือ " Scion " ในแง่ต่างๆ เช่น ขนาดและความแข็งแรงของยอดพันธุ์ดี, ขนาดและความดกของผลตลอดจนสุขภาพของผล, ความแก่ของผลและการคงอยู่ของผลบนต้นได้นาน, ความทนทานต่อความหนาวเย็น, ความแห้งแล้ง สภาพน้ำท่วมเกลือและความเป็นด่าง, ปริมาณธาตุในใบ,ความต้านทานต่อโรค แมลง ไส้เดือนฝอย, การตกผลเร็วเป็นต้น ต้นตอส้มอาจมีความแตกต่างกันในแง่การปรับตัวเข้ากับโครงสร้างของดินที่แตกต่างกัน, การแผ่กระจายของราก และการอาศัยอยู่ของเชื้อราไมคอร์ไรซา

ส้มหลายชนิดรวมทั้งที่ปลูกเป็นการค้าเมล็ดสามารถให้ต้นกล้ามากกว่า 1 ต้นต่อเมล็ดและต้นกล้าที่ได้จะตรงต่อพันธุ์ เพราะเกิดยากเนื้อเยื่อนิวเซลลัสซึ่งเป็นเซลร่างกายของต้นแม่เราเรียกการเกิดต้นกล้าหรือคัพภะแบบนี้ว่า " นิวเซลลาร์ เอมบริโอนี " ซึ่งอาจแตกต่างกันไปตามชนิดของต้นตอ 100 เปอร์เซ็นต์ (ต้นกล้าทั้งหมดเกิดจากนิวเซลลัส) จนถึงน้อยกว่า 50เปอร์เซ็นต์ ส้มบางชนิดเช่น ส้มโอให้ต้นกล้าเพียง 1 ต้นต่อเมล็ด ซึ่งเกิดจากการผสมพันธุ์ และมีลักษณะไม่สม่ำเสมอ ถ้ามีต้นกล้าที่เกิดจากการผสมพันธุ์เกิดปนอยู่กับต้นกล้าที่เกิดจากนิวเซลลัสก็ต้องกำจัดออกไป ในทางปฏิบัติโดยทั่วไปจะกำจัดต้นกล้าที่มีลักษณะผิดแผกจากต้นกล้าส่วนใหญ่ทิ้ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ลักษณะที่ดีของต้นตอส้ม

1. การเชื่อมต่อกับยอดพันธุ์ดีได้ทั้งด้านกายภาคและสรีระ สามารถดูได้จากรอยผสาน (Bud union) ระหว่างต้นตอและยอดพันธุ์ดีว่ามีความราบเรียบหรือมีสภาพผิดปกติทางสัณฐานหรือทางกายวิภาค ความไม่เสมอกันของต้นตอและยอดพันธุ์ดีตรงรอยต่อ แสดงว่าความเข้ากันได้ของส่วนทั้งสองลดลง ในทางปฏิบัติอาการผิดปกติดังกล่าว ไม่มีความหมายและไม่สามารถทำนายสุขภาพหรือความมีอายุยืนของส้มได้ ต้นตอส้มสามใบและลูกผสมของมันปกติจะโตกว่ายอดพันธุ์ดี โดยไม่มีผลเสียแต่อย่างใดรอยผสานระหว่างส้มตราบนต้นตอมะขวิด ซึ่งเป็นพืชต่างสกุลก็เข้ากันได้ดีและแข็งแรง

2. ทั้งต้นตอและยอดพันธุ์ดีต้องมีอายุยืน

3. ปรับตัวเข้ากับสภาพแวดล้อมทั้งดีและเลว

4. เลี้ยงง่าย โตเร็ว ตัวอย่างเช่น ซิเตรนจ์

5.. มีเปอร์เซ็นต์ต้นกล้าที่เกิดจากนิวเซลลัสสูง

6. มีเมล็ดมาก

7. ทนต่อโรค แมลงและไส้เดือนฝอย

8. มีอิทธิพลทำให้ยอดพันธุ์ดีที่นำมาติดให้ผลผลิตสูง ผลมีคุณภาพดี

9. มีความสามารถในการปลูกซ้ำแปลงส้มเดิมได้

10. มีอิทธิพลทำให้ยอดพันธุ์ดี มีพุ่มแจ้หรือแคระ

ต้นตอส้มที่นิยมใช้ในการขยายพันธุ์ส้มของโลก เช่น ซาวร์ โอเรนจ์, สวีท โอเรนจ์ ,ส้มสามใบ,รัฟ เลมอน ซึ่งในบรรดาต้นตอเหล่านี้มีการใช้ซาวร์ โอเรนจ์มากที่สุด โดยเฉพาะในการขยายพันธุ์ส้มสวีท โอเรนจ์, แมนดาริน, เกรฟฟรุ้ท และมะนาว รายละเอียดของต้นตอส้มบางชนิดมีดังนี้

ซาวร์ โอเรนจ์ (Sour orange)

เมล็ดให้ต้นกล้าที่เจริญจากนิวเซลลัส 70 - 85 เปอร์เซ็นต์ และเพาะงอกดีที่อุณหภูมิ 26 องศาเซลเซียส ต้นกล้าเจริญเติบโตเร็ว แข็งแรง มีหนาม ลำต้นตรง มีกิ่งก้านปานกลาง ง่ายต่อการติดตาและบังคับตา ทนต่อความหนาวได้ดีมาก ทนต่อโรคโคนเน่าหรือรากเน่าอันเกิดจากเชื้อราไฟทอปธอร่าและฟิวซาเรียม อ่อนแอต่อโรคสแคบ (scab) ไม่ทนต่อโรคไวรัสทริสเตซ่าและมอลเซคโค อ่อนแอต่อไส้เดือนฝอย เมื่อใช้เป็นต้นตอมะนาวฝรั่งจะทำให้เปลือกล่อน (shell bark) และต้นโทรม (Lemon decline) ซาวร์ โอเรนจ์ เหมาะสำหรับต้นตอส้มสวีท โอเรนจ์, เกรฟฟรุ้ท, มะนาวฝรั่ง และกลุ่มส้มแมนดาริน (เขียวหวาน)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รัฟ เลมอน (Rough lemon)

เมล็ดให้ต้นกล้าที่เจริญจากนิวเซลลัส 90 - 100 เปอร์เซ็นต์ และความงอกงามดี การเจริญเติบโตอย่างสม่ำเสมอ เจริญเร็วกว่าซาวร์ โอเรนจ์ เป็นต้นตอที่ดีมากสำหรับเขตร้อนชื้นที่มีดินเป็นดินทรายหน้าดินลึก ในสภาพดังกล่าวยอดพันธุ์ดีบนต้นตอนี้จะเจริญอย่างรวดเร็ว อายุยืน ติดผลดก ผลโต แต่มีน้ำหวานรวมต่ำ ถ้าดินดีเกินไปยอดพันธุ์ดีจะเจริญเร็วมาก ทำให้ผลโตเปลือกหนา น้ำหวานน้อย ฉะนั้นจึงเหมาะสำหรับปลูกในดินทรายหรือดินเลว ต้นตอนี้มีรากฝอยมากไม่ค่อยมีรากแก้ว ส้มพันธุ์ดีบนต้นตอ รัฟ เลมอน จะแข็งแรง ผลดกมาก แต่ไม่ทนต่อความหนาว ไส้เดือนฝอยและโรคโคนเน่า อ่อนแอต่อโรคสแคบและอัลเทอนาเรียซิไตร , โรคใบจุด ต้นกล้ามักแตกกิ่งบริเวณใกล้ผิวดิน มะนาวฝรั่งบนต้นตอนี้อาจจะเกิดอาการเปลือกล่อน (shell bark) ปกติใช้ส้มพันธุ์ที่ติดบนต้นตอนี้เป็นมาตรฐานเพื่อเปรียบเทียบกับยอดพันธุ์ดีบนต้นตออื่นๆ ในออสเตรเลียใช้รัฟ เลมอนเป็นต้นตอส้มแมนดาริน เกือบทุกพันธุ์

ส้มสามใบ (Trifoliate orange)

เมล็ดให้ต้นกล้าที่เกิดจากนิวเซลลัสสูง อาจนำเมล็ดผ่านอุณหภูมิหนาวจัดเพื่อให้เมล็ดงอกดีที่สุด ต้นกล้าแข็งแรงน้อยถึงปานกลาง มีหนามมากพันธุ์ดอกเล็กทรงต้นเป็นพุ่ม ทำให้ยากต่อการติดตา ต้นตอนี้มีความแข็งแรงต่อน้ำค้างแข็ง มีความทนทานต่อโรครากเน่าที่เกิดจากเชื้อราไฟทอปธอร่า ต้านทานต่อไส้เดือนฝอยและโรคทริสเตซ่า ทนต่อดินสภาพกรด แต่ไม่ทนต่อดินเกลือ ทนแล้ง ทนต่อสภาพดินชื้นได้ดีกว่าต้นตออื่นๆ ส้มพันธุ์ดีบนต้นตอส้มสามใบให้ผลโต ผลผลิตสูง คุณภาพดี แต่มีข้อเสียคือโตช้าและไม่ทนต่อเชื้อไวรัสอีกหลายชนิด เช่น เอ็กโซคอร์ติสไม่ทนต่อโรคไบส์ โรคเอ็กโซคอร์ติสหรือสเกลลี่ บัด (Scaly bud) ซึ่งไม่แสดงอาการให้เห็นบนส้มพันธุ์ที่ติดตาบนต้นตอรัฟ เลมอนหรือ สวีทโอเรนจ์ แต่ถ่ายทอดผ่านท่อพันธุ์ (Budwood) เชื้อไวรัสดังกล่าวทำให้ส้มแคระอย่างมาก เปลือกของต้นตอลอกออกเป็นครั้งคราว แต่เราสามารถใช้ประโยชน์จากเอ็กโซคอร์ติส ไวรัสสายพันธุ์อ่อน (Mild strain) ลดขนาดของทรงพุ่มส้มพันธุ์ดี คือพุ่มแจ้ลง โดยไม่ทำให้ผลส้มผิดปกติ และเชื้อไวรัสสายพันธุ์ร้ายแรง (Severe strain) วิธีการนี้เรียกว่า **"ครอสโปรเทคชั่น "** (Cross protection) ซึ่งทำให้ได้ผลดีในหลายประเทศ ส้มสามใบเหมาะสำหรับทำต้นตอส้มสำหรับปลูกซ้ำที่เดิม เพราะต้านทานไส้เดือนฝอยได้ดี

สวีท โอเรนจ์ (sweet orange)

เมล็ดให้ต้นกล้าที่เจริญจากนิวเซลลัส 70 - 90 เปอร์เซ็นต์ ต้นกล้ามีหนาม เป็นพุ่มแข็งแรงและปกติ ง่ายต่อการติดตาและบังคับตา ต้นกล้าเจริญได้ดีแม้ว่าระยะแรกจะเจริญช้าแต่ระยะหลังเร็ว เจริญได้ดีในดินร่วนปนทราย พันธุ์ดีบนต้นตอนี้อายุยืนพุ่มใหญ่ ผลมีคุณภาพดี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลผลิตเท่าหรือดีกว่าบนต้นตอซาวร์ โอเรนจ์ ทนความหนาวได้ดีกว่า ซาวร์ โอเรนจ์ แต่น้อยกว่าส้มสามใบ ไม่ค่อยทนแล้งเพราะมีระบบรากตื้น ทนทานต่อความหนาวและเกลือได้ดีปานกลาง ไม่เหมาะสำหรับดินหินปูน อ่อนแอต่อไส้เดือนฝอย ทนต่อเชื้อไวรัสทริสเตซ่าแต่ไม่ทนต่อโรคโคนเน่า

คลีโอพัตรา แมนดาริน (Cleopatra mandarin)

เป็นพันธุ์ที่มีเมล็ดมาก ต้นกล้าเจริญจากนิวเซลลัส 80 - 100 เปอร์เซ็นต์ เมล็ดงอกได้ดีที่สุดที่อุณหภูมิสูงกว่า 30 องศาเซลเซียส ต้นกล้าเจริญแข็งแรงในสภาพเขตร้อน แต่โตช้าในเขตหนาว ต้นกล้าไม่แตกกิ่ง มีปล้องสั้น เกือบไม่มีหนามทนต่อความหนาวเย็น ง่ายต่อการติดตา แต่บางทีบังคับตาให้แตกยาก ปรับตัวเข้ากับสภาพดินได้ดี ในดินทรายรากจะหยั่งลึกและมีรากแขนงมาก

มีการศึกษาต้นตอส้มตราอย่างกว้างขวางด้วยเหตุผลที่ว่าส้มนี้ทนทานต่อโรคทริสเตซ่า, เอ็กโซคอร์ติส, ไซโลพอโรซิส, โรคสแคบ ทนต่อสภาพดินเกลือ ความหนาวเย็นและหินปูน ผลของส้มบนต้นตอนี้ให้คุณภาพน้ำส้มที่ดีเยี่ยมเป็นต้นตอสำคัญในการผลิตส้มแมนดารินเพื่อขายเป็นผลสดและสำหรับพันธุ์แมนดารินลูกผสมเกรพฟรุ้ทลงบนต้นตอส้มคลีโอพัตราต้านทานต่อโรคทริสเตซ่าและเอ็กโซคอร์ติส นอกจากนี้ยังทนต่อโรครากเน่าหรือยางไหลของส้ม

ทรอยเยอร์ ซิเตรนจ์ (*Troyer citrange*)

ซิเตรนจ์เป็นลูกผสมระหว่างส้มสามใบกับส้มสวีท โอเรนจ์ มีลักษณะของส้มสามใบคือ ทนโรครากเน่า ผลมีคุณภาพดี มีการเจริญเติบโตคล้ายส้มสวีทโอเรนจ์ คือการเจริญเติบโตแข็งแรง ลูกผสมนี้เป็นที่นิยมกันมาก ในปัจจุบันเมล็ดให้ต้นกล้าที่เป็นนิวเซลลัสสูงสม่ำเสมอ ไม่แตกกิ่งง่ายต่อการติดตาและบังคับตา มีโอกาสเกิดต้นที่มีโครโมโซม 4 ชุด ประมาณ 1 - 2 เปอร์เซ็นต์ ส้มพันธุ์ดีบนต้นตอนี้มีผลโต คุณภาพดี สามารถทนสภาพเกลือต่างๆได้ดี ต้านทานต่อโรคทริสเตซ่า แต่ไม่ทนต่อโรคเอ็กโซคอร์ติสไวรัส ก่อนนำต้นกล้าซิเตรนจ์ไปปลูกในเนอสเซอรี่ให้ตัดรากแก้วออกบ้าง เพื่อกระตุ้นให้สร้างรากฝอยอย่างเพียงพอ

คาร์ริโซ ซิเตรนจ์ (*Carrizo citrange*)

เป็นลูกผสมระหว่างส้มสามใบกับส้มสวีท โอเรนจน์ เช่นเดียวกับ ทรอยเยอร์ ซิเตรนจ์ เป็นต้นตอที่ใช้แทน รัฟ เลมอน ต้นตอนี้สามารถปรับตัวเข้ากับดินหลายประเภท ยกเว้นดินที่มีหินปูนสูง **ยอดพันธุ์ดีบนต้นตอคาร์ริโซเจริญเติบโตได้ดีเยี่ยมผลผลิตสูง คุณภาพน้ำส้มดีเยี่ยมทนต่อไส้เดือนฝอยชนิดเบอโรวิ่ง** (Burrowing nematode) ไม่ทนต่อโรคเอ็กโซคอร์ติสไวรัสและโรคไบล์

สวิงเกิล ซิทรูเมโล (Swingle citrumelo)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ซิทรูเมโลเป็นลูกผสมระหว่างส้มสามใบกับเกรฟฟรุ้ท สวิงเกิล ซิทรูเมโลมีเมล็ดที่ให้ต้นกล้าที่เกิดจากนิวเซลลัสสูง เพราะงอกดีเยี่ยม ต้นกล้าแข็งแรงมาก สม่ำเสมอ ตั้งตรงติดตาง่าย แต่การบังคับตาอาจผิดพลาด เพราะตาบางตาไม่ยอมแตก ต้นกล้าพักตัวในฤดูใบไม้ร่วง และได้รับอันตรายได้ง่ายจากสารเคมีกำจัดวัชพืชคุมกำเนิดเมล็ด (Pre - emergence) ต้นตอนี้ได้รับความสนใจอย่างรวดเร็วในฟลอริดาเพราะสามารถต้านทานโรคโคนเน่าและไส้เดือนฝอยส้ม ทนต่อความหนาวเย็น พันธุ์ดีบนต้นตอนี้โดยเฉพาะอย่างยิ่งเกรฟฟรุ้ทแสดงข้อดีเด่นในเรื่องผลผลิต คุณภาพของน้ำส้มคั้นดีเยี่ยม

เกรฟฟรุ้ท (Grapefruit)

ไม่นิยมใช้เกรฟฟรุ้ททำต้นตอ เพราะทำให้ผลผลิตลดลงประมาณ 30 เปอร์เซ็นต์ แม้ว่าจะมีเปอร์เซ็นต์ ต้นกล้าที่เป็นนิวเซลลัสดีพอสมควร และมีความต้านทานโรคเอ็กโซคอร์ติส ไวรัสและไซโลพอโรซิส แต่ไม่ทนต่อโรคโทรมอย่างรวดเร็ว(Quick decline) อ่อนแอต่อเชื้อไฟ-ทอปธอร่า, ทริสเตซ่า, ไส้เดือนฝอยและความหนาวเย็น ยอดพันธุ์ดีบนต้นตอเกรฟฟรุ้ทเจริญเติบโตแข็งแรง พุ่มทึบมากแต่มีระบบรากตื้น ซึ่งเป็นสาเหตุหนึ่งที่ไม่ทนแล้ง และให้ผลผลิตต่ำในดินทรายไม่ทนต่อดินเค็ม

ต้นตอส้มโอมีลักษณะคล้ายๆ กับเกรฟฟรุ้ทแม้ว่าส้มโอจะเป็นไม้ผลที่ให้เมล็ดงอกเป็นต้นกล้าเพียง 1 ต้นตอเมล็ด แต่ต้นกล้าที่ได้มีความสม่ำเสมอพอใช้ สามารถใช้ส้มโอเป็นต้นตอส้มแทนเจอรีน (กลุ่มส้มเขียวหวาน) ได้ดี

แซมสัน แทนเจโล (Samson tangelo)

แทนเจโลเป็นลูกผสมระหว่างแทนเจอรีน (ส้มเขียวหวาน) กับเกรฟฟรุ้ท มีต้นกล้าที่เกิดจากนิวเซลลัสสูงถึง 100 เปอร์เซ็นต์ เจริญเติบโตดีพอใช้ ใช้เป็นต้นตอมะนาวฝรั่งได้ดีกว่าต้นตออื่นๆ พันธุ์ดีบนต้นตอนี้มีคุณภาพดีมีข้อเสียคือไม่ทนต่อโรคโทรมอย่างรวดเร็ว

อลีมาว (Alemow)

อลีมาวหรือซิตรัสมาโครฟิลลา หรือบางทีเรียกว่ามาโครฟิลลาเป็นลูกผสมของพืชสกุลปาเปดะ (Paped) กับยูซิตรัส (Eucitrus) เป็นต้นตอที่มีคนสนใจน้อย ในแคลิฟอร์เนียใช้เป็นต้นตอมะนาวฝรั่งต้านทานต่อโรคโคนเน่าไม่ทนต่อความหนาวเย็นไม่ทนต่อโรคไวรัสทริสเตซ่าและไซโลพอโรซิส ยอดพันธุ์ดีบนต้นตอนี้ให้ผลผลิตดี ผลโต แต่คุณภาพน้ำส้มไม่ดี ผลแก่เร็ว

แรงเพอร์ ไลม์ (Rangpur lime)

เมล็ดให้ต้นกล้าที่เกิดจากนิวเซลลัสสูง เพาะงอกง่าย ต้นกล้าเจริญเติบโต แข็งแรง แตกกิ่งก้านมากอ่อนแอต่อโรคเอ็กโซคอร์ติส ไวรัสและเชื้อราอัลเทอนาเรีย ติดตาง่ายและ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บังคับตาให้แตกง่าย ส้มพันธุ์ดีบนต้นตอนี้ให้ผลดก แต่คุณภาพน้ำส้มไม่ดี โดยเฉพาะส้มหวานพันธุ์แฮมลินบนต้นตอนี้ผลมีคุณภาพเลว เช่นเดียวกับบนต้นตอมาโครฟิลลา

โวลกาเมอร์ เลมอน (Volkamer lemon)

ต้นตอนี้มีลักษณะคล้ายๆ กับ รัฟ เลมอน แต่เจริญเติบโตแข็งแรงกว่า ลำต้นตรง ทนต่อโรคอัลเทอนาเรีย ไม่ค่อยทนต่อสารเคมีกำจัดวัชพืช

คิง ออฟ สยาม (King of Siam)

เป็นส้มกลุ่มคิงแมนดาริน ผลโต ผิวขรุขระเป็นตะปุ่มตะป่ำ เปลือกหนา มีเมล็ดมาก รสอร่อยเมล็ดเพาะงอกดี ทนทานต่อโรครากเน่าส้มได้ดี

ภาวะการใช้ต้นตอส้มในทางการค้าปัจจุบัน

(ในประเทศผู้ผลิตส้มรายใหญ่ของโลก 10 ประเทศ)

สหรัฐอเมริกา

มีการใช้รัฟ เลมอนและซาวร์ โอเรนจ์เป็นต้นตอส้มกันอย่างกว้างขวาง ราวปี คริสตศักราช 1960 ใช้คาร์ริโซ ซิเตรนจ์แทน รัฟ เลมอนเนื่องจากโรคไบลท์ ปัจจุบันไม่มีการใช้ต้นตอ รัฟ เลมอน และต้นพันธุ์ส้มประมาณ 10 เปอร์เซ็นต์ ขยายพันธุ์ด้วยการติดตาบนต้นตอคลีโอพัตรา ซึ่งเป็นต้นตอสำคัญสำหรับส้มเปลือกล่อนหรือแมนดาริน สำหรับต้นตอสวิงเกิล ซิทรูเมโล กำลังประเมินผลเพื่อใช้กับส้มพันธุ์ดีหลายพันธุ์

แคลิฟอร์เนีย

ก่อนการระบาดของโรคทริสเตซ่า แคลิฟอร์เนียใช้ต้นตอสวีท โอเรนจ์ และ ซาวร์ โอเรนจ์กันอย่างกว้างขวางตั้งแต่ปี คริสตศักราช 1957 ต้นตอทรอยเยอร์ ซิเตรนจ์ ค่อยเข้ามาแทนที่ซาวร์ โอเรนจ์ ต้นตอส้มอลีมาว (มาโครฟิลลา) ใช้สำหรับมะนาวฝรั่ง ต้นตอส้มสามใบและรัฟ เลมอนถือว่าเป็นต้นตอไม่สำคัญ สำหรับสวิงเกิลซิทรูเมโล ใช้เป็นต้นตอสำหรับมะนาวลิสบอน

เท็กซัส

ใช้ต้นตอซาวร์ โอเรนจ์ เกือบทั้งหมดทั้งนี้เพราะทนทานต่อความหนาวเย็น

อริโซนา

รัฟ เลมอน เป็นต้นตอที่สำคัญ ขณะเดียวกันก็สนใจต้นตอส้มอลีมาว, ซาวร์ โอเรนจ์,ทรอยเยอร์ ซิเตรนจ์ และโวลกาเมอร์ เลมอน

บราซิล

แหล่งปลูกสำคัญแถว ซาว เปาโล ส้มพันธุ์ดีประมาณ 95 เปอร์เซ็นต์ ติดตาบนต้นแรงเพอร์ไลม์ ก่อนหน้านี้ใช้ต้นตอแรงเพอร์ไลม์และส้มเขียวหวานพันธุ์ไซปิรา จนกระทั่งไวรัสเอ็กโซคอร์ติสเข้าทำลายต้นตอแรงเพอร์ ไลม์จนหมด ต้นตอซาวร์ โอเรนจ์ เข้ามาทดแทนแรง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เพอร์ไลม์ แต่ในที่สุดก็ถูกทำลายโดยโรคทริสเตซ่าการใช้ท่อนพันธุ์ดีจากต้นที่ได้จากนิวเซลลัสทำให้มีการกลับมาใช้ต้นตอแรงเพอร์ ไลม์อีกครั้งหนึ่ง ต้นตอคลีโอพัตรา,สวีท โอเรนจ์, โวลกาเมอร์ เลมอน, ส้มสามใบและรัฟ เลมอน ถือเป็นต้นตอรอง แม้ว่าจะมีความสำคัญในท้องที่บางแห่งนอกซาว เปาโล เนื่องจากต้นตอแรงเพอร์ ไลม์ เกิดอาการโทรมมาก จึงหันมาเพิ่มความสนใจในต้นตอคลีโอพัตรา, ซันกิแมนดาริน และสวีท โอเรนจ์

ญี่ปุ่น

ใช้ส้มสามใบเป็นต้นตอสำหรับซัทซูมา แมนดาริน สำหรับยูซุมีความสำคัญน้อยมาก ยกเว้นใช้เสริมรากส้มเพื่อให้เกิดความแข็งแรง

สเปน

ส้มเกือบทั้งหมดติดตาบนต้นตอซาวร์ โอเรนจ์ จนกระทั่งพบโรคทริสเตซ่า ในบางพื้นที่กระทรวงเกษตรกำหนดให้เนอสเซอรี่ขายต้นไม้ต้องขออนุญาต และห้ามขายต้นส้มที่ติดตาบนต้นตอซาวร์ โอเรนจ์ อย่างไรก็ดียังมีการใช้ต้นตอนี้ในเนอสเซอรี่ส่วนตัว ตั้งแต่ปี คริสตศักราช 1972 ต้นตอทรอยเยอร์ ซิเตรนจ์ค่อยๆ เข้ามาแทนที่ต้นตอ ซาวร์ โอเรนจ์ พันธุ์ส้มของเนอสเซอรี่ประมาณ 50 เปอร์เซ็นต์ ใช้ต้นตอทรอยเยอร์ ซิเตรนจ์ 20 เปอร์เซ็นต์ ใช้คาร์ริโซซิเรนจ์ และ20 เปอร์เซ็นต์ ใช้ต้นตอคลีโอพัตรา ต้นตอซาวร์ โอเรนจ์ และอลีมาว (มาโครฟิลลา) มาเป็นต้นตอสำหรับมะนาวฝรั่ง

อิตาลี

ซาวร์ โอเรนจ์ เป็นต้นตอหลักสำหรับส้มทุกพันธุ์ แต่โวลกาเมอร์ เลมอนเป็นต้นตอที่ดีสำหรับมะนาวฝรั่ง

เม็กซิโก

เนื่องจากเม็กซิโกไม่มีโรคทริสเตซ่า จึงมีการใช้ต้นตอซาวร์ โอเรนจ์เป็นหลัก มีการนำเข้าคาร์ริโซและทรอยเยอร์ ซิเตรนจ์, อลีมาว (มาโครฟิลลา) มาเป็นต้นตอสำหรับมะนาวเม็กซิกัน

อิสราเอล

มีการใช้ต้นตอ ปาเลสไตน์ สวีท ไลม์ และ ซาวร์ โอเรนจ์มาแต่ดั้งเดิม ใช้ต้นตอสวีท ไลม์สำหรับส้มหวานพันธุ์ซามูติ และต่อมาทาบเสริมด้วยต้นตอ ซาวร์ โอเรนจ์ และสวีทไลม์สำหรับต้นตอสวิงเกิล ซิทรูเมโล กำลังทดสอบอยู่

อาร์เจนตินา

มีการแพร่กระจายอย่างกว้างขวางของโรคทริสเตซ่า และเข้าทำลายซาวร์ โอเรนจ์ ระหว่างปี คริสตศักราช 1940 มีการใช้ต้นตอปาเลสไตน์ สวีท ไลม์ ปลูกทดแทน แต่มีปัญหาเกี่ยว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กับโรคไซโลพอโรซิส ปัจจุบันใช้ต้นตอส้มสามใบกันมากในภาคตะวันออกของอาร์เจนตินา แต่ส้มพันธุ์ดีบนต้นตอนี้เกิดอาการโทรม จึงใช้รัฟ เลมอน เข้ามาทดแทน ต้นตอสวีท โอเรนจ์, แรงเพอร์ไลม์และคลีโอพัตรา ถือเป็นต้นตอรองลงมา ในเขตตะวันตกเฉียงเหนือ มีการใช้ต้นตอแรงเพอร์ไลม์ และคลีโอพัตรากันอย่างมาก ต้นตอซาวร์ โอเรนจ์ และโวลกาเมอร์ เลมอนใช้เป็นต้นตอสำหรับมะนาวฝรั่ง

อินเดีย

ต้นตอรัฟ เลมอน, แรงเพอร์ ไลม์ และปาเลสไตน์ สวีทไลม์ อาจมีแหล่งกำเนิดในอินเดีย การใช้ประโยชน์จากต้นตอเป็นเรื่องค่อนข้างใหม่ในอินเดีย ต้นตอแต่ละชนิดประสบผลสำเร็จ ในความสำคัญทางการค้ามีการใช้ รัฟ เลมอน เป็นต้นตอหลัก ตั้งแต่ปี คริสตศักราช 1965 สำหรับต้นตอคลีโอพัตรา, คาร์นา คัททา และส้มสามใบก็มีความสำคัญในบางท้องที่

จีน มีการปลูกส้มในหลายจังหวัดของประเทศจีน ต้นตอส้มที่ใช้มีหลายชนิดและมีความสำคัญเท่าๆกัน ส้มสามใบสายพันธุ์ใบใหญ่และมีดอกโต ใช้เป็นต้นตอสำหรับซัทซูมาและกัมควอท ต้นตอซิตรัส ซันกิ และส้มแมนดารินอื่นใช้สำหรับส้มซัทซูมาและสวีท โอเรนจ์ มีการนำต้นตอซิเตรนจ์เข้ามาทดลองต้นตอซาวร์ โอเรนจ์ ใช้มากบริเวณชายฝั่งทะเล ต้นตอยูซุ, แรงเพอร์ไลม์, ส้มโอและมะงั่วมีใช้กันในวงจำกัด

ในปัจจุบันทั่วโลกให้ความ**สนใจต้นตอคาร์ริโซและทรอยเยอร์** ซิเตรนจ์และสวิงเกิล ซิทรูเมโล เพื่อใช้แทนต้นตอซาวร์ โอเรนจ์ในสหรัฐอเมริกา, คอร์ซิกาและสเปน ต้นตอซิเตรนจ์ซูเด่นในทางการค้าขณะที่พื้นที่ปลูกอื่นๆ ต้นตอทั้งสามชนิดนี้ยังอยู่ในขั้นทดลอง

ส้มพันธุ์ดีบนต้นตอซิเตรนจ์และสวิงเกิล ซิทรูเมโล เจริญเติบโต แข็งแรงและติดผลดก สำหรับต้นตอส้มสามใบ บางทีอาจมีความสำคัญเป็นอันดับสองของโลก นอกจากส้มสามใบจะใช้เป็นต้นตอหลักสำหรับอุตสาหกรรมส้มแมนดารินในญี่ปุ่นและจีนแล้ว ยังใช้เป็นต้นตอในประเทศอุรุกวัย, ออสเตรเลีย, อาร์เจนตินา, นิวซีแลนด์และหลายประเทศแถบทะเลเมดิเตอร์เรเนียน ทั้งนี้เพราะส้มสามใบปรับตัวได้ดีกับสภาพดินเหนียว และทนต่อโรคไฟทอปธอร่า ส้มพันธุ์ดีบนต้นตอซิเตรนจ์และซิทรูเมโลน่าจะมีความสำคัญต่ออุตสาหกรรมส้มที่ปลูกใหม่ในอนาคต (เปรมปรี, 2538)

ปัจจัยที่ควบคุมการเจริญของเนื้อเยื่อและ Morphogenesis

มีปัจจัยหลายอย่างที่ควบคุมการเจริญของเนื้อเยื่อและMorphogenesis ซึ่งพอจะสรุปได้ดังนี้

1.ปัจจัยภายใน (Endogenous Factors)

ก. ลักษณะทางพันธุกรรม (Genetic Factor) การเกิดเป็นยอดและ/หรือ รากนั้นขึ้นอยู่กับชนิดของพืช พืชบางชนิดอาจจะเกิดเป็นรากและยอดได้ง่าย ในขณะเดียวกัน พืชอีกชนิดหนึ่งเกิด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขึ้นได้ยากแม้เลี้ยงในอาหารที่เหมาะสมขบวนการเป็นยอด และ/หรือ ราก จะผ่านกระบวนการ Organogenesisหรือ Embryogenesis ขึ้นกับชนิดของพืชด้วย ยกตัวอย่างเช่น ในการเลี้ยงเนื้อเยื่อของยาสูบ การเกิดยอดจะเกิดผ่านขบวนการ Organogenesis ในขณะที่การเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อของแครอท การเกิดยอด และ/หรือราก จะผ่านขบวนการ Embryogenesis ทำนองเดียวกัน เนื้อเยื่อส่วนของรังไข่(Ovary) หรือ อับเรณู (Anther) เมื่อนำมาเลี้ยงมักจะพัฒนาเป็น Embryogenesis มากกว่า Organogenesis ซึ่งเป็นตัวอย่างแสดงให้เห็นถึงอิทธิพลของพันธุกรรม (ไพบูลย์, 2524)

ข. สารควบคุมการเจริญเติบโตในพืช (Hormone) จากทฤษฎีของฮอร์โมน ได้พยายามอธิบายและพิสูจน์ว่าฮอร์โมนมีบทบาทอย่างมากกับขบวนการ morphorgenesis ซึ่งเข้าใจว่าการเกิด morphorgensis จะถูกควบคุมด้วยระดับและชนิดของฮอร์โมน ในชิ้นส่วนของพืชฮอร์โมนบางชนิดอาจจะช่วยส่งเสริมให้มีการเกิด Morphogenesis ในขณะที่ฮอร์โมนบางตัวชะงักการเกิดขบวนการดังกล่าว ระดับ(Level) และชนิด (Kind) ของฮอร์โมนในชิ้นส่วนของพืชมีความแตกต่างกันออกไปขึ้นกับชนิดของพืช, ชนิดของเนื้อเยื่อ, สภาพของเนื้อเยื่อ และอื่นๆ คือ

(1) ชนิดของพืช ในพืชแต่ชนิดมีระดับและชนิดของฮอร์โมนแตกต่างกันได้ เช่น ในพืชชนิดหนึ่งอาจจะมีฮอร์โมนชนิด Auxin ในปริมาณมาก แต่อีกชนิดหนึ่งอาจจะมีฮอร์โมนชนิด Auxinในปริมาณน้อย แต่ Gibberellin ในปริมาณมาก เป็นต้น

(2) ชนิดเนื้อเยื่อ แม้ในต้นพืชเดียวกันเนื้อเยื่อแต่ละชนิดก็ยังมีระดับและชนิดของฮอร์โมนแตกต่างกันออกไปได้ เช่นตาที่ยอดจะมีปริมาณชนิด Auxin มากกว่าในใบหรือต้น ส่วนในใบอ่อนก็จะมีปริมาณ Auxin มากกว่าในใบแก่ ในรังไข่ (Ovary) มีปริมาณ Auxin ค่อนข้างสูง และในเมล็ดมีปริมาณ Auxin และ/หรือ Gibberellin ค่อนข้างสูงเป็นต้น

(3) สภาพของเนื้อเยื่อ เนื้อเยื่อของพืชจะมีการเจริญและพัฒนาอยู่เสมอ ฉะนั้นระดับและชนิดฮอร์โมนที่อยู่ในเนื้อเยื่อชนิดหนึ่งๆ จึงมีการเปลี่ยนแปลงไปตามสภาพ เป็นที่เชื่อกันว่าการเปลี่ยนแปลงของระดับและชนิดฮอร์โมนเป็นสาเหตุทำให้เนื้อเยื่อมีการเปลี่ยนแปลงทางสรีระ มิใช่เป็นผลของการเปลี่ยนแปลงของเนื้อเยื่อ อย่างไรก็ดี การเปลี่ยนแปลงทางสรีระทางสรีระของเนื้อเยื่อและการเปลี่ยนแปลงระดับและชนิดของฮอร์โมนในเนื้อเยื่อมักจะเกิดควบคู่กันเสมอ ยกตัวอย่างเช่น ในหัวลิลี่ (Lily)หรือซ่อนกลิ่นฝรั่ง(Gladiolus) ขณะที่เก็บมาจากแปลงปลูกใหม่ๆหัวของพืชเหล่านี้ยังอยู่ในสภาพพักตัว (Dormant stage) ซึ่งพบว่ามีปริมาณสารยับยั้งการเจริญเติบโต (Inhibitor) เช่น Abscissic acid (ABA)มาก และมี Gibberellins ในปริมาณน้อย แต่เมื่อหัวของลิลี่หรือซ่อนกลิ่นฝรั่งได้รับอุณหภูมิต่ำ ปริมาณ ABA จะลดลง ในขณะที่ปริมาณ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Gibberellins เพิ่มขึ้นพร้อมกับระดับการพักตัวก็ลดลงด้วย จึงมีรายงานว่าการนำเนื้อเยื่อของหัวลิลี่หรือซ่อนกลิ่นฝรั่งขณะพักตัวไปเลี้ยงในอาหารเทียมมักจะประสบความสำเร็จในการเกิดหัวย่อย(Bulblets หรือ Cormels) น้อยกว่าการนำเนื้อเยื่อที่ไม่พักตัวไปเลี้ยง ซึ่งมีรายงานเช่นเดียวกันกับในการเลี้ยงเนื้อเยื่อของมันฝรั่ง พบว่าหากนำเนื้อเยื่อของมันฝรั่งในเดือนธันวาคมและเดือนเมษายนไปเลี้ยงในอาหารเทียม เนื้อเยื่อจะเจริญและสร้างมันฝรั่งได้ดี แต่ถ้านำเนื้อเยื่อของมันฝรั่งที่อยู่ในเดือนกุมภาพันธ์ถึงเดือนมีนาคมหรือเดือนพฤษภาคมถึงพฤศจิกายนไปเลี้ยง เนื้อเยื่อจะไม่ค่อยสร้างหัว ซึ่งมีส่วนสัมพันธ์กับระดับและชนิดฮอร์โมนในเนื้อเยื่อของมันฝรั่งขณะที่นำมาเลี้ยงจึงเห็นได้ว่าการเกิด Morphogenesis ในการเลี้ยงเนื้อเยื่อของพืชมักจะมีความแปรปรวนสูง ซึ่งอาจจะเป็นสาเหตุมาจากความแปรปรวนของระดับและชนิดของฮอร์โมนในเนื้อเยื่อที่นำมาเลี้ยงนี้

2. ปัจจัยภายนอก (Exogenous Factors)

ปัจจัยหลายอย่างที่มีส่วนเกี่ยวข้องกับ Morphogenesis ของเนื้อเยื่อที่นำมาเลี้ยงในสภาพปลอดเชื้อ คือ

(ก) แสง (Light) พืชหลายชนิดที่ต้องการความมืดในการเกิดรากหรือยอด เมื่อนำเนื้อเยื่อของพืชเหล่านี้มาเลี้ยงในอาหารเทียม ยกตัวอย่างเช่น ในการเลี้ยงเนื้อเยื่อของฟรีเซีย (Freesia) เนื้อเยื่อต้องได้รับความมืดประมาณ 8 สัปดาห์ เพื่อเกิดตายอด (Shoot primodial) หากได้รับแสงตายอดนี้จะไม่เกิด จึงเห็นได้ว่าแสงเป็นตัวจำกัด (Limiting factor) การเกิดตายอดในทางตรงมีพืชอีกหลายชนิดที่จะเกิดยอดหรือรากได้ก็ต่อเมื่อได้รับแสงเท่านั้น ในการให้แสงแก่เนื้อเยื่อพืชที่เลี้ยงในสภาพปลอดเชื้อนั้น เชื่อกันว่าการให้แสงมิได้มีจุดมุ่งหมาย เพื่อให้เนื้อเยื่อใช้แสงในการปรุงอาหาร (Photosynthesis) แต่เพื่อช่วยการเกิด Morphogenesis มากกว่า ซึ่งการให้แสงแก่เนื้อเยื่อนี้ควรพิจารณาดังนี้ คือ

- คุณภาพของแสง (Light Quality) จากการทดลองพบว่า แสงสีแดง (Red light) และแสงสีน้ำเงิน (Blue light) มีความสำคัญในการชักนำให้เกิดยอดจากเนื้อเยื่อพืชของหลายชนิดที่นำมาเลี้ยง ในขณะที่แสงฟาร์เรด (Far-red light) มักจะชะงักการเกิดยอด มีผู้ทำการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อส่วนใบของ petunia พบว่าหากเนื้อเยื่อได้รับแสงสีแดงจะเกิดบนเนื้อเยื่อมาก แต่ในทางตรงกันข้าม หากเนื้อเยื่อได้รับแสง Far-red จะเกิดยอดบนเนื้อเยื่อน้อย ผลของสีแดงและแสง Far-red นั้นสามารถลงล้างกันได้ขึ้นอยู่กับว่าเนื้อเยื่อได้รับแสงชนิดใด

$$\text{เนื้อเยื่อ} \xrightarrow{\text{Red light}} \text{ยอดเกิดบนเนื้อเยื่อมากมาย}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

F-Red light

เนื้อเยื่อ ⟶ ยอดเกิดบนเนื้อเยื่อน้อย

Red--F--Red

เนื้อเยื่อ ⟶ ยอดเกิดบนเนื้อเยื่อน้อย

F--Red--Red

เนื้อเยื่อ ⟶ ยอดเกิดบนเนื้อเยื่อมากมาย

จึงตั้งสมมุติฐานว่า Morphogenesis ถูกควบคุมด้วยระบบ Phytochrome ซึ่งการทดลองสนับสนุนสมมุติฐานนี้ควรได้มีการทดลองต่อไป

ด้วยเหตุนี้หลอดฟลูออร์เรสเซนต์ (Fluorescent lamp)จึงเป็นที่นิยมใช้กันโดยทั่วไป อย่างไรก็ดี การให้แสงโดยมีหลอดไฟฟ้าธรรมดา (Incandescent lamp) ก็จะทำให้ความสมดุลของแสงดีขึ้น

- ความเข้มของแสง (Light Intensity) โดยปกติในการเลี้ยงเนื้อเยื่อของพืช เริ่มแรกจะให้แสงความเข้มที่ต่ำคือ ประมาณ 100 กำลังเทียน หรือต่ำกว่าเพื่อให้เกิดตายอด (shoot primodia) หลังจากนั้นจะให้ความเข้มแสงเพิ่มขึ้นเป็น 300 - 1,000 กำลังเทียน เพื่อช่วยให้ตายอดเจริญ (shoot development) ได้ดี จากการทดลองการเกิดยอดของมอสส์ (Phycomitrium turbinatum) โดยการให้แสงในระดับต่างๆ พบว่า การเกิดยอดแปรผันโดยตรงกับความเข้มของแสงในช่วง 30 ถึง 70 แรงเทียน เมื่อใช้ Incandescent lamp ส่วนการเกิดรากของเนื้อเยื่อซ่อนกลิ่น (Helianthus tuberosus) จะเกิดขึ้นได้ดีเมื่อได้รับแสง 500 กำลังเทียน

- ระยะเวลาให้แสง (Light Duration) โดยทั่วๆไป มักจะให้แสงแก่เนื้อเยื่อประมาณ 16 ชั่วโมง และมีช่วงมืด 8 ชั่วโมง ซึ่งจะให้ผลดีในการเกิด Morphogenesis ในพืชหลายชนิด แต่มีพืชบางชนิดที่ต้องการแสงต่ำกว่า 16 ชั่วโมง จึงจะเกิด Morphogenesis ได้ เช่น ในการเลี้ยงเนื้อเยื่อของกระหล่ำดอก ต้องได้รับแสง 9 ชั่วโมง จึงจะเกิดตายอด ส่วนเนื้อเยื่อของซ่อนกลิ่น (Helianthus tuberosus) ต้องได้รับแสง 12 ชั่วโมง จึงจะเกิดรากได้เป็นต้น อย่างไรก็ดี ได้มีผู้เชื่อว่าปริมาณแสงชนิดใดชนิดหนึ่ง (ความเข้มข้นของแสง ระยะเวลาที่ให้แสง) มีความสำคัญ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

มากกว่าความเข้มข้นของแสงหรือระยะเวลาในการให้แสงเพียงอย่างเดียวในการชักนำหรือควบคุมให้เกิด Morphogenesis

ข.อุณหภูมิ (Temperature) การเลี้ยงเนื้อเยื่อพืชโดยทั่วๆไปมักจะใช้อุณหภูมิคงที่ประมาณ 25 องศาเซลเซียส แต่ก็มีพืชอีกหลายชนิดที่ยังไม่ประสบความสำเร็จในการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อซึ่งอาจเป็นเพราะอุณหภูมิเป็นปัจจัยหนึ่งที่จำกัดความสำเร็จนี้ การศึกษาผลของอุณหภูมิยังมีไม่มากนัก F.Skoog (1944) รายงานว่า การเกิดยอดบนเนื้อเยื่อยาสูบจะเกิดได้ดีถ้าเลี้ยงที่อุณหภูมิ 33 องศาเซลเซียส หรือ 12 องศาเซลเซียส เนื้อเยื่อจะเกิดยอดจำนวนน้อย นอกจากการใช้อุณหภูมิคงที่แล้ว การใช้อุณหภูมิสูงต่ำสลับกันระหว่างกลางคืนและกลางวันก็มีส่วนทำให้เลี้ยงเนื้อเยื่อของพืชบางชนิดประสบความสำเร็จกันระหว่างกลางคืนและกลางวันก็มีส่วนทำให้เลี้ยงเนื้อเยื่อของพืชบางชนิดประสบความสำเร็จเช่น การเลี้ยงเนื้อเยื่อของดอกซ่อนกลิ่น (Helianthus tuberosus) เมื่อเลี้ยงที่อุณหภูมิกลางวัน 10 องศาเซลเซียส สลับกับกลางคืน 15 องศาเซลเซียส จะชักนำให้เกิดรากได้ดีกว่าใช้อุณหภูมิคงที่แต่การให้อุณหภูมิสลับกลางคืนกลางวันของการเลี้ยงเนื้อเยื่อของ Chondrill juncea จะทำให้เกิดยอดได้พอๆ กับการเลี้ยงที่อุณหภูมิคงที่ 25 องศาเซลเซียส

ค. สารควบคุมการเจริญเติบโต (Growth Regulators) การใช้สารควบคุมการเจริญเติบโตในการเลี้ยงเนื้อเยื่อพืชนั้นใช้กันมานานแล้วแต่เพิ่งนำมาใช้อย่างจริงจัง Miller และ Skoog (1957) ได้เสนอว่า การเกิดเป็นต้น ราก หรือ แคลลัสของพืชแต่ละชนิดนั้นขึ้นอยู่กับความสมดุลของปริมาณ Auxin และ Cytokinin ในอาหาร หากอัตราส่วนของ Auxin ต่อ Cytokinin มีอยู่ในอัตราส่วนที่เหมาะสม เนื้อเยื่อจะเจริญเป็นต้นและรากที่สมบูรณ์ แต่ถ้าอัตราส่วนของ Auxin ต่อ Cytokinin ไม่เหมาะสม เนื้อเยื่อจะเจริญไปเป็นยอดหรือรากมากขึ้นกับปริมาณ Auxin และ Cytokinin ว่ากลุ่มใดมีมากกว่ากัน หากปริมาณ Auxin มาก ทำให้อัตราส่วน Auxn ต่อ Cytokinin สูงกว่าอัตราสมดุลย์ เนื้อเยื่อจะเจริญเป็นก้อนแคลลัสและราก แต่ถ้ามีปริมาณ Auxin น้อย แต่มี Cytokinin มาก ทำให้อัตราส่วน Auxin ต่อ Cytokinin ต่ำ ก็จะทำให้เนื้อเยื่อเจริญเป็นยอดมาก จึงเห็นได้ว่าความสมดุลย์ของ Auxin และ Cytokinin มีความสำคัญมากในการควบคุม Morphogenesis ของเนื้อเยื่อที่เลี้ยงบนอาหารเทียม เป็นที่เชื่อกันว่าความสมดุลย์ของ Auxin และ Cytokinin ที่ใส่ลงไปในอาหารเลี้ยงเนื้อเยื่อนั้นมีความสัมพันธ์กันอย่างใกล้ชิดกับปริมาณฮอร์โมนที่อยู่ภายในเนื้อเยื่อ เช่น ชิ้นเนื้อเยื่อมีฮอร์โมนชนิดใดชนิดหนึ่งมากก็อาจจะมีความต้องการสารเร่งการเจริญเติบโต (Growth regulators) ชนิดนั้นในอาหารต่ำ เป็นต้น ทั้งนี้เพื่อให้เกิดความสมดุลย์ที่แท้จริงของฮอร์โมนชิ้นของเนื้อเยื่อ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

นอกจาก Auxin และ Cytokinnin แล้ว สารตัวอื่นๆ ก็มีความสำคัญในการควบคุมการเกิด Morphogenesis ด้วย เช่นเมื่อมี Gibberellic acids ในอาหารเลี้ยงเนื้อเยื่อมากจะทำให้เกิดการ Corphogenesis เป็นไปได้ยากขึ้น การใส่ ABA ลงในอาหารเลี้ยงเนื้อเยื่อ ส่วนใหญ่มักจะไประงับการเกิดต้น และ/หรือราก แต่ในพืชบางชนิด การใช้ ABA จะช่วยกระตุ้นให้เกิดต้นดีขึ้น เอทิลีน(ethylene releasing compound) เช่น ethephon จะไปชะงักการเกิด embryogenesis ในการเลี้ยงเนื้อเยื่อของแครอทและการงอกสปอร์ของเฟิร์นเป็นต้น

3.ปัจจัยอื่น ๆ

ก. ขนาดของชิ้นส่วนที่นำมาเลี้ยง (Size of Explsnt) เป็นที่สังเกตของนักเลี้ยงเนื้อเยื่อว่าขนาดของชิ้นส่วนมีความสำคัญในการเกิด Morphogenesis การใช้ชิ้นส่วนขนาดใหญ่มีโอกาสเกิด Morphogenesis ได้ดีกว่าการใช้ชิ้นส่วนขนาดเล็ก

ข. สภาพการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ (Culture Condition) เนื้อเยื่อบางชนิดเมื่อเลี้ยงบนอาหารกึ่งแข็งก็จะเกิด Morphogenesis ได้ แต่ไม่เกิดเมื่อนำไปเพาะเลี้ยงในอาหารเหลว เช่น กล้วยไม้เป็นต้น แต่ในพืชบางชนิดสามารถเกิด Morphogenesis ได้ทั้งบนอาหารกึ่งแข็งและในอาหารเหลว นอกจากนี้ปริมาณอากาศที่อยู่ในภาชนะเลี้ยงเนื้อเยื่อก็มีส่วนควบคุมการเกิด Morphogenesis ด้วย เช่น ปริมาณออกซิเจนมากเนื้อเยื่อมักจะเกิดเป็นราก แต่ถ้าปริมาณออกซิเจน น้อยเนื้อเยื่อมักจะเกิดเป็นยอด

ค. การเปลี่ยนเนื้อเยื่อจากอาหารเก่าสู่อาหารใหม่ (Subculture) การย้ายเนื้อเยื่อลงสู่อาหารใหม่ (subculture) หลายๆครั้ง จะทำให้ความสามารถการเกิด Morphogenesis ของเนื้อเยื่อนั้นลดลงหรือหายไป ซึ่งสาเหตุยังไม่ทราบแน่ชัดว่าเป็นเพราะเหตุใด อาจจะเป็นไปได้ที่เนื้อเยื่อเกิดมีการเปลี่ยนแปลงจำนวนชุด Chromosome ขึ้น

ง. ส่วนประกอบของอาหาร (Medium Component) ส่วนประกอบของอาหารบางชนิดมีส่วนเกี่ยวข้องกับ Morphogenesis เช่นการให้ไนโตรเจนในรูปของ NH_4^+ ปริมาณมากในอาหารจะทำให้เนื้อเยื่อเกิด Embryogenesis มากกว่าการเกิด Organogenesis การผสมสารพวก Purine derivatives เช่น Adenine หรือ Guanine ลงในสูตรอาหารจะช่วยทำให้เนื้อเยื่อเกิดยอดได้ดีขึ้น เป็นต้น นอกจากนี้ปริมาณน้ำตาลก็มีส่วนควบคุมการเกิด Morphogenesis ด้วย น้ำตาล Sucrose 2 เปอร์เซ็นต์ จะชักนำให้เกิดต้นในการเลี้ยงเนื้อเยื่อของอ้อย แต่ที่ 3 เปอร์เซ็นต์ จะไปชะงักการเกิดต้น ทำนองเดียวกัน ในการเกิดท่อน้ำท่ออาหาร ในแคลลัสของ Lilac น้ำตาล 2 เปอร์เซ็นต์ ชักนำให้เกิด Xylem ส่วนน้ำตาล 4 เปอร์เซ็นต์ ชักนำให้เกิด Phloem ส่วนน้ำตาล 3 เปอร์เซ็นต์ ชักนำให้เกิดทั้ง Xylem และ Phloem OPT 1.50 Morphogenesis

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

-1981 **Kitto S L,Young M J.** เลี้ยง nucellar seedling ให้ได้เป็นปลายยอดในหลอดทดลอง โดยเลี้ยงส้มCarrizo บน Knob's medium ที่มีสารอินทรีย์อยู่ด้วย เสริมด้วยmicroelement ในอาหาร ที่มีฮอร์โมน BA 5 mg/l, sucrose 3-4 %,ความเข้มแสง 2.2 klx พบว่า การงอกของรากไม่ขึ้นอยู่กับฮอร์โมน Kinetin, 2iP, ความเข้มข้นวุ้น,ความเข้มข้นน้ำส้มหรือแหล่งไนโตรเจน จากนั้นทำให้เกิดรากโดยเลี้ยงส้มCarrizo บน Murashige and Tucker's Medium ที่มีฮอร์โมน NAA 1 mg/l , agar 0.5 % แล้วนำลงไปปลูกในดินได้

-1982 **Barlass,M.,SKene,K.G.M.** นำปลายยอดส้มCarrizo ยาว 2-3 cm จากเมล็ดอ่อน และ จากต้นที่mature มาหั่นให้ได้ node, internode,และยอด(apices) แล้วเลี้ยงบนอาหารเสริม สูตร MS ที่มี ฮอร์โมน BA 10 mu.M จะกระตุ้นการผลิต multiple shoot จากข้อที่อ่อนและแก่ จากนั้นทำการเหนียวนำให้เกิดยอดจากinternode อ่อนๆนี้ การทำให้เกิดหลายๆยอด นั้นได้จากการเพาะเลี้ยงยอดเพียงบางยอดเท่านั้น หลังจากนั้น 3 สัปดาห์ ทำการย้ายลงสู่กระถางใน Green house ต่อไป

-1983 **E.M. Nauer,C.N.Roistacher,T.L. Carson,and T. Murashige.** เริ่มมีการทำการต่อปลายยอดเพื่อให้ได้ต้นส้มที่ต้านทานต่อโรคไวรัส

-1984 **Edriss M H ,Burger D W.** ใช้เทคนิคและการควบคุมอย่างง่ายๆในการต่อกิ่งเล็กๆบนต้นตอส้ม*Carrizo citrange* กิ่งที่ใช้คือ Mexican lime , Valencia orange และ Star Ruby grapefruit โดยจุ่มปลายยอดลงในฮอร์โมน 2,4-D หรือ kinetin ก่อนทำการตอนและตัดต้นตอส้ม Carrizo เป็นรูปตัวทีกลับหัว แล้วต่อปลายยอดลงไป

-1986 **Moore G.A.** ได้นำส้มCarrizo มาเพาะเลี้ยงบนอาหารที่มีฮอร์โมนBA 22 mu.M และใส่หรือไม่ใส่ NAA (กระตุ้นการงอกราก) 5.4 mu.M พบว่าฮอรร์โมน NAA ที่ใส่ลงไปในอาหาร อาจยับยั้งการผลิตรากได้ ถ้าเลี้ยงไปนานๆ

-1988 **Starrantino, A.,Caruso,A.** ทำการทดลองเลี้ยงส้มCarrizo พบว่า ควรใช้ฮอร์โมน BA 1 mg/l, adenine 40 mg/l, IBA 0.5 mg/l การทำให้เกิดรากจากยอดต้องเลี้ยงบนอาหาร สูตร MS ที่ไม่มีฮอร์โมน Cytokinin หรือ IBA และให้ใช้ฮอร์โมน NAA 1 mg/l จากนั้น จึงทำการย้ายลงสู่ดิน โดยให้อยู่ใน green house ก่อน

-1991 **Petit.** ตรวจพบหนอนนีมาโธด (*Tylenchulus semipenetrans*) ในบริเวณตอนกลางของเวเนซูเอล่าที่ปลูกส้ม โดยเฉพาะในรัฐCarabobo,Yaracuy ซึ่งจะอาศัยอยู่บริเวณรากขดงต้นตอส้ม ในพื้นที่เพาะปลูกที่ไม่ค่อยพัฒนานัก จะพบว่าลำต้นเหี่ยว ให้ผลน้อย และระบบรากขาด Cortex

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

-1991 **Beloualy.** ทำการเพาะเลี้ยงให้ได้ต้นส้มที่สมบูรณ์จากแคลลัส โดยทำเทคนิค Embryo Culture ในอาหารที่มีการเติม malt extract 1,000-1,500 mg/l ,ฮอร์โมน NAA 1 mg/l และฮอร์โมน BA 5 mg/l

-1991 **Martinez,Lima,Rivas.** ศึกษากับพันธุ์ส้ม 5 พันธุ์ ทำการประเมินหลังจาก 4 ปี ไปแล้ว โดยประเมินเกี่ยวกับเส้นรอบวงของลำต้น เส้นผ่านศูนย์กลางของยอด ความสูง และ yield/ต้น พบว่า *C. volkameriana* เป็นลำต้นที่ให้yieldมากที่สุด (การทดลองนี้ใช้ *Carrizo citrange* เป็นตัวเปรียบเทียบเท่านั้น)

-1992 **Louzada,Grosser,Gmittter,Nielsen,Chandler,Dang,Tusa.** ทำ Protoplast culter โดยใช้PEG(polyethylene glycol) เหนี่ยวนำให้เกิดการรวมตัวกันโดยทำการผสม ระหว่าง *Carrizo citrange* กับ *Citrus sinensis* (Valencia sweet orange)

-1992 **Pinochet,Verdejo,Soler,Canals.** ศึกษาผลจากปฏิกิริยาของแมลง *Pratylenchus vulnus* ที่มีผลต่อต้นตอพืชตระกูลส้ม โดยทำการทดลองกับ *Carrizo citrange* ภายใต้สภาวะ green house

-1992 **Garcia -Louis,Kanduser,Santamarina,Guardiola.** อุณหภูมิต่ำมีผลต่อการงอกดอก ของ Citrus โดยเลี้ยงในกระถางในสภาพกลางวัน 15 องศาเซลเซียส กลางคืน 10 องศาเซลเซียส พบว่า อุณหภูมิต่ำมีผลต่อการงอกและการออกดอก

-1993 **Zekri.** เมล็ดต้นตอส้มพันธุ์*Carrizo citrange* ถูกทำให้งอกในgreen house ใช้อาหารแบบ Sowing medium โดยรดน้ำทันที และทำการรดต่อไปอีกทุกๆวัน หลังจากนั้นเติม Modified Hogland Solution ที่ความเข้มข้น 1-10 N และเพิ่มความเป็นเกลือ(Salinity) โดยการเติม NaCl และ $CaSO_4$ (4:1:mol/mol) โดยใส่ที่ความเข้มข้นต่างๆกันคือ 5,10,20,40และ80 m mol ลงใน Hogland Solution หลังจากเพาะเลี้ยงได้ 4 สัปดาห์ นำเมล็ดมาวัดน้ำหนักและวิเคราะห์ พบว่า การเพิ่มความเข้มข้นของเกลือจะทำให้การงอกเมล็ดช้าและถูกระงับลง และทำให้เพิ่มเวลาในการงอกเป็นเท่าตัว (50%) โดยลดการเจริญเติบโตเมล็ดเมื่อเปรียบเทียบกับcontrol ที่ไม่ใส่เกลือ แต่จะไม่เห็นผลในช่วงแรกๆ และช่วงท้ายๆของการงอกเมล็ด ผลมีดังนี้คือ

-ที่ความเข้มข้น 5 m mol ส้ม*Carrizo citrange* การงอกเมล็ดตอนแรกช้าไป 2-3วัน, ใน sour orange ทำให้การงอกช้าลง 1 วัน แต่ไม่มีผลในส้มแมนดาริน

-ที่ความเข้มข้น 10 m mol ไม่มีผลต่อส้มCarrizo citrange, ลดการเจริญเติบโตของต้นอื่นๆและทำให้ส้ม *Carrizo citrange* มีจำนวนยอดลดลง

การค้นพบนี้ แสดงว่า ความทนต่อเกลือไม่ใช่ลักษณะที่คงที่ในต้นตอส้ม แต่จะแตกต่างกันในแต่ละระยะของการพัฒนาในการงอกเมล็ด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

-**1993 Broadbent,Gollnow.** ทำการศึกษาหาต้นตอส้มที่ต้านทานต่อโรค Phytopthora พบว่า ส้ม *Carrizo citrange* ก็เป็นสายพันธุ์หนึ่งที่มีลักษณะต้านทานต่อโรคนี้ๆได้ดี

-**1994 Danos et al.** เสนอในที่ประชุม ศึกษาต้นตอ 7 ชนิด รวมทั้งส้มCarrizo เพื่อทำให้เกิดรากในดิน โดยนำส่วนของข้อ(nodal) ที่มีตา(bud) และใบ ไปเลี้ยงไว้ในดินที่มีปุ๋ยต่อทราย (10:1) และสารละลาย NAA 1.25 ppm แล้วเก็บไว้ที่อุณหภูมิ 26/23 องศาเซลเซียส (1วัน/คืน) ทำให้ส่วนที่ถูกตัดออกงอกรากได้ 90%

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3
การดำเนินการวิจัย
(อุปกรณ์และวิธีทดลอง)

อุปกรณ์

1. เมล็ดพันธุ์ส้มต้นตอ *Carrizo citrange* (*Citrus sinensis* × *Poncirus trifoliata*)
2. ภาชนะเครื่องแก้ว
   2.1 บีกเกอร์ (Beaker)
   2.2 ขวดรูปชมพู่ (Erlenmeyer flask)
   2.3 ปิเปต (Pipette)
   2.4 แท่งแก้วคน (Stirrer)
   2.5 จานแก้ว (Petri dish)
   2.6 กระบอกตวง (Cylinder)
   2.7 ขวดแก้วสำหรับเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืชพร้อมฝาพลาสติกทนความร้อน
   2.8 ขวดสีชา
3. เครื่องมือที่ใช้ในการเตรียมอาหาร
   3.1 เครื่องชั่งไฟฟ้าแบบละเอียด (Balance)
   3.2 เครื่องมือวัดความเป็นกรด-ด่าง (pH metre)
   3.3 หม้อนึ่งความดัน (Autoclave)
   3.4 เตาไมโครเวฟ (Microwave)
   3.5 ช้อนตักสารเคมี (Spatula)
   3.6 ตู้เย็น (Refrigerator)
4. มีดผ่าตัดแบบต่าง ๆ (Knives and Scalpels)
5. ปากคีบ (Forceps)
6. ลูกยาง (Pipette Bulbs)
7. อะลูมิเนียมมิเนียมฟอยล์ (Aluminium Foil)
8. ตะเกียงแอลกอฮอล์
9. เครื่องเขย่าไฟฟ้า (Rotary Shaker)
10. ตู้ปลอดเชื้อ (Laminar Air Flow)
11. ห้องเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืช (Culture Room)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สภาวะ อุณหภูมิ 22 องศาเซลเซียส

ความเข้มแสง 1000 ลักซ์

ช่วงเวลาให้แสง 16 ชั่วโมง

ช่วงมืด 8 ชั่วโมง

12. เครื่องมือวัดอุณหภูมิ (Thermometre)
13. เครื่องมือวัดความเข้มแสง (Lux Metre)
14. อุปกรณ์ถ่ายภาพ (Camera)
15. ตู้อบความร้อน (Hot Air Oven)
16. พาราฟิล์ม (Parafilm)
17. อุปกรณ์สำหรับการเพาะเลี้ยงต้นตอส้มในการ Hardening
    17.1 ตู้เพาะเลี้ยงโปร่งแสง
    17.2 ตาข่ายปรับแสง
    17.3 ขวดพ่นละอองน้ำ
18. อุปกรณ์สำหรับการเพาะเลี้ยงต้นตอส้มในเรือนเพาะชำ
    18.1 ดินผสมสำหรับปลูก
    18.2 ภาชนะสำหรับปลูก
    18.3 เรือนเพาะชำบุด้วยมุ้งลวดละเอียด

สารเคมี

(Reagent)

1. สารเคมีสำหรับเตรียมอาหารสังเคราะห์สูตร Murashige and Skoog (MS)
2. สารเคมีสำหรับฟอกฆ่าเชื้อ
3. สารควบคุมการเจริญเติบโตของพืช
    - Napthaleneacetic acid (NAA)
    - Benzyladenine (BA)
4. สารเคมีสำหรับฆ่าเชื้อโรคและเป็นเชื้อเพลิง
    - แอลกอฮอล์เข้มข้นร้อยละ 70 (Alcohol 70 %)
    - แอลกอฮอล์เข้มข้นร้อยละ 95 (Alcohol 95 %)
5. สารเคมีสำหรับเตรียมดิน
6. อาหารเสริมสำหรับพืช (Fertilizer)
7. สารเคมีกำจัดศัตรูพืช (Herbicide)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขั้นตอนการดำเนินงาน

ขั้นตอนที่ 1 ศึกษาการงอกของคัพภะพันธุ์ส้มต้นตอ *C. citrange* โดยเพาะเลี้ยงในอาหารสูตร MS

ขั้นตอนที่ 2 ศึกษาการเจริญของต้นตอส้ม *C. citrange* ในสภาวะปลอดเชื้อ จากการเพาะเลี้ยงคัพภะในอาหารสูตร MS (ขั้นตอนที่ 1)

ขั้นตอนที่ 3 ศึกษาระดับฮอร์โมน BA, อายุต้นตอส้ม และระยะเวลาที่เหมาะสม ในการชักนำให้เกิดยอดจากตาข้างและเกิดยอดจากแคลลัสของต้นตอส้ม *C. citrange*

ขั้นตอนที่ 4 ศึกษาระดับอายุของต้นตอส้ม *C. citrange* ที่เหมาะสมในการชักนำให้เกิดรากเพื่อเป็นต้นที่สมบูรณ์ ด้วยฮอร์โมน NAA

ขั้นตอนที่ 5 เก็บรวบรวมผลการทดลองและวิเคราะห์ข้อมูลด้วยวิธีทางสถิติ

ขั้นตอนที่ 6 สรุปผลการทดลองและนำเสนอ

หมายเหตุ ขั้นตอนที่ 3 และ 4 ทำการทดลองพร้อม ๆ กัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วิธีการทดลองโดยละเอียด

ขั้นตอนที่ 1 ศึกษาการงอกของคัพภะพันธุ์ส้มต้นตอ *C. citrange* โดยเพาะเลี้ยงในอาหารสูตร MS

วิธีทดลอง

1. เตรียมอาหารแข็งสูตร MS ใส่ขวดเพาะเลี้ยงขวดละประมาณ 10 มิลลิลิตร
2. นำเมล็ดพันธุ์ต้นตอส้ม *C. citrange* ฟอกฆ่าเชื้อ ตามขั้นตอนโดยลำดับดังนี้
   - นำอุปกรณ์ที่ใช้ในการฟอกฆ่าเชื้อ และน้ำกลั่น ไปนึ่งฆ่าเชื้อ โดยใช้ความดัน 15 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส เวลา 15 นาที
   - แช่เมล็ดในน้ำยาฆ่าเชื้อ (คลอรอกซ์) เข้มข้นร้อยละ 40 และเติมทวีน - 20 ประมาณ 2 แช่เป็นเวลา 10 นาที เมื่อครบกำหนดเวลาเทน้ำยาออก แล้วแช่ในน้ำยาดังกล่าวอีกครั้งหนึ่ง (ระหว่างแช่ควรเขย่าเบา ๆ เป็นระยะ ๆ)
   - ล้างเมล็ดด้วยน้ำกลั่นฆ่าเชื้อ 3 ครั้ง ครั้งละ 5 นาที
   - แช่เมล็ดในแอลกอฮอล์เข้มข้นร้อยละ 70 เป็นเวลา 2 นาที เมื่อครบเวลารีบเทแอลกอฮอล์ออกทันที
   - ล้างเมล็ดด้วยน้ำกลั่น 1 ครั้ง
   - เติมน้ำกลั่นลงในภาชนะที่มีเมล็ด แล้วนำเข้าไปในตู้ปลอดเชื้อ และเทน้ำกลั่นทิ้ง
   - นำเมล็ดออกวางบนจานแก้ว
   - แกะเปลือกและเยื่อหุ้มเมล็ดออก แยกเมล็ดออกเป็นคัพภะ (จะได้ประมาณ 2 - 4 คัพภะต่อ 1 เมล็ด)
3. นำคัพภะที่ได้แต่ละคัพภะลงเพาะเลี้ยงในขวดอาหารเพาะเลี้ยง ขวดละ 1 คัพภะ
4. นำขวดเพาะเลี้ยงคัพภะไปไว้ในที่มืด จนกระทั่งคัพภะเริ่มงอก โดยมีรากสีขาวเกิดขึ้น จึงนำออกไปเพาะเลี้ยงในห้องเพาะเลี้ยง ซึ่งมีการให้แสงวันละ 16 ชั่วโมง และควบคุมอุณหภูมิ
5. ตรวจนับและบันทึกผลจำนวนคัพภะที่งอกในระยะเวลาแต่ละสัปดาห์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขั้นตอนที่ 2 ศึกษาการเจริญของต้นตอส้ม *C. citrange* ซึ่งเจริญในสภาวะปลอดเชื้อ จากการเพาะเลี้ยงคัพภะในอาหารสูตร MS (ขั้นตอนที่ 1)

วิธีทดลอง

1. นำขวดเพาะเลี้ยงคัพภะที่งอกแล้ว (จากขั้นตอนที่ 1) มาเลี้ยงในห้องเพาะเลี้ยง
2. สังเกตและบันทึกผลการเจริญของต้นตอส้ม โดยการวัดความสูงในแต่ละสัปดาห์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขั้นตอนที่ 3 ศึกษาระดับฮอร์โมน BA, อายุต้นตอส้ม และระยะเวลาที่เหมาะสม ในการชักนำให้เกิดยอดจากตาข้างและยอดจากแคลลัสของต้นตอส้ม *C. citrange*

วิธีทดลอง

3.1 การศึกษาระดับฮอร์โมน BA

1. นำต้นตอส้ม *C. citrange* อายุ 6 สัปดาห์ ออกจากขวดเพาะเลี้ยง (ทำการทดลองในตู้ปลอดเชื้อ) ตัดส่วนรากทิ้ง และตัดส่วนของลำต้นที่เหลือเป็น 2 ส่วนตามแนวขวาง ซึ่งจะได้เป็นส่วนยอด และส่วนโคน ซึ่งที่ส่วนโคนนี้จะมีตาข้างอยู่ด้วย
2. นำส่วนโคนลงเพาะเลี้ยงในอาหารสังเคราะห์สูตร MS เสริมฮอร์โมน BA เข้มข้น 0, 2.5, 5.0 และ 7.5 มิลลิกรัมต่อลิตร โดยทำการทดลองระดับความเข้มข้นละ 5 ชุด (5 ซ้ำ)
3. นำขวดเพาะเลี้ยงจากข้อ 2 ไปเพาะเลี้ยงในห้องเพาะเลี้ยง
4. บันทึกผลการทดลองโดยนับจำนวนยอดที่เกิดขึ้นของต้นตอส้มที่เพาะเลี้ยง ที่ระดับความเข้มข้นของ BA ต่าง ๆ กัน ในแต่ละสัปดาห์

3.2 การศึกษาอายุของต้นตอส้มและการเจริญของยอดจากตาข้างในระยะต่าง ๆ

1. นำต้นตอส้ม *C. citrange* อายุ 4 สัปดาห์ ออกจากขวดเพาะเลี้ยง (ทำการทดลองในตู้ปลอดเชื้อ) ตัดส่วนรากทิ้ง และตัดส่วนของลำต้นที่เหลือเป็น 2 ส่วนตามแนวขวาง ซึ่งจะได้เป็นส่วนยอด และส่วนโคน ซึ่งที่ส่วนโคนนี้จะมีตาข้างอยู่ด้วย (ส่วนยอดนำไปทำการทดลองในขั้นตอนที่ 4)
2. นำลำต้นส่วนโคนลงเพาะเลี้ยงในอาหารสังเคราะห์สูตร MS เสริมฮอร์โมน BA เข้มข้น 5.0 มิลลิกรัมต่อลิตร
3. นำขวดเพาะเลี้ยงจากข้อ 2 ไปเพาะเลี้ยงในห้องเพาะเลี้ยง
4. ทำการทดลองดังข้อ 1 - 3 โดยใช้ต้นตอส้มอายุ 6, 8, 10, 12 และ 14 สัปดาห์ โดยทำการทดลองระดับอายุละ 5 ชุด (5 ซ้ำ)
5. สังเกตและบันทึกจำนวนยอดที่เกิดขึ้นจากการเพาะเลี้ยงต้นตอส้มระดับอายุต่าง ๆ ในแต่ละสัปดาห์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขั้นตอนที่ 4 ศึกษาระดับอายุของต้นตอส้ม *C. citrange* ที่เหมาะสมในการชักนำให้เกิดรากเพื่อเป็นต้นที่สมบูรณ์ ด้วยฮอร์โมน NAA

วิธีทดลอง

1. นำลำต้นส่วนยอดจากการทดลองขั้นตอนที่ 3.2 (อายุ 4 สัปดาห์) ลงเพาะเลี้ยงในอาหารสังเคราะห์สูตร MS เสริมฮอร์โมน NAA เข้มข้น 1.0 มิลลิกรัมต่อลิตร และใช้วุ้นเข้มข้นร้อยละ 0.5
2. นำขวดเพาะเลี้ยงจากข้อ 1 ไปทำการเพาะเลี้ยงในห้องเพาะเลี้ยง
3. ทำการทดลองดังข้อ 1 - 2 โดยใช้ส่วนของยอดต้นตอส้มอายุ 6, 8, 10, 12 และ 14 สัปดาห์ โดยทำการทดลองระดับอายุละ 5 ชุด (5 ซ้ำ)
4. สังเกตและบันทึกจำนวนยอดที่เกิดราก ภายในระยะเวลา 2 สัปดาห์ หลังจากเริ่มเพาะเลี้ยง

ขั้นตอนที่ 5 เก็บรวบรวมผลการทดลอง และวิเคราะห์ข้อมูลด้วยวิธีทางสถิติ

1. เก็บรวบรวมผลการทดลองในขั้นตอนที่ 1 - 5 ในรูปของตัวเลข การจดบันทึก และภาพถ่าย
2. นำข้อมูลที่เป็นตัวเลขของผลการทดลองที่มีการเปรียบเทียบปัจจัยต่าง ๆ (ในขั้นตอนที่ 3, 4 และ 5) มาวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ โดยวางแผนการทดลองแบบ Completely Randomized Design (CRD) และวิเคราะห์ความแตกต่างโดยใช้ค่า The Least Significant Different (LSD)

ขั้นตอนที่ 6 สรุปผลการทดลองและนำเสนอ

1. นำข้อมูลที่วิเคราะห์แล้วทั้งหมดมาอภิปรายและสรุปผลการทดลอง
2. นำเสนอผลงานปัญหาพิเศษแก่คณาจารย์และนักศึกษาภาควิชาชีววิทยาประยุกต์

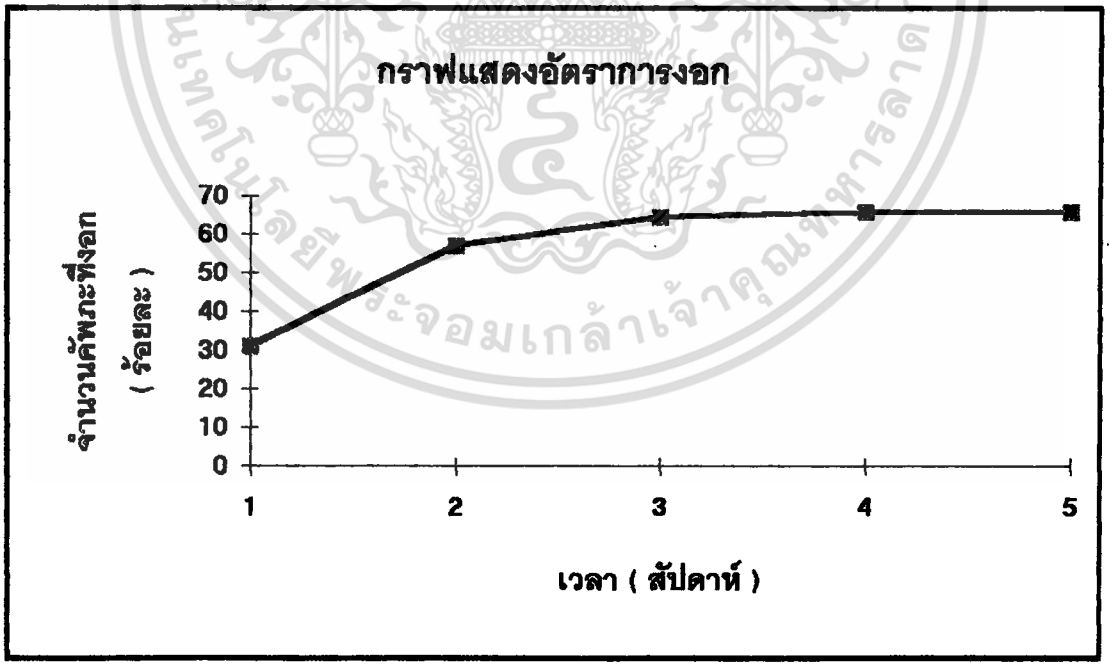
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4
ผลการทดลองและวิจารณ์

1. ศึกษาการงอกของคัพภะพันธุ์ส้มต้นตอ *Carrizo citrange* โดยการเพาะเลี้ยงในอาหารสังเคราะห์สูตร MS

หลังจากเพาะเลี้ยงคัพภะพันธุ์ส้มต้นตอ *Carrizo citrange* ในอาหารสังเคราะห์สูตร MS เป็นเวลา 1 สัปดาห์จะมีคัพภะบางส่วนที่เริ่มงอก โดยที่จะสามารถสังเกตเห็นรากสีขาวอวบงอกขึ้นมาจากส่วนล่างของคัพภะ และที่คัพภะซึ่งเดิมเป็นสีขาวออกเหลืองเมื่องอกจะเริ่มเปลี่ยนเป็นสีเขียวอ่อนจนถึงเขียวเข้ม

คัพภะที่ยังไม่งอกในสัปดาห์แรกจะเริ่มงอกเพิ่มขึ้นในสัปดาห์ที่ 2, 3 และ 4 ซึ่งมีอัตราการงอกเท่ากับร้อยละ 56.94, 64.58, 65.74 ตามลำดับ หลังจากสัปดาห์ที่ 4 แล้วไม่มีคัพภะที่งอกเพิ่มขึ้น



รูปที่ 1 กราฟแสดงจำนวนการงอกของคัพภะต้นตอส้มคาร์ริโซ ในอาหารสังเคราะห์สูตร MS ในสัปดาห์ต่าง ๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

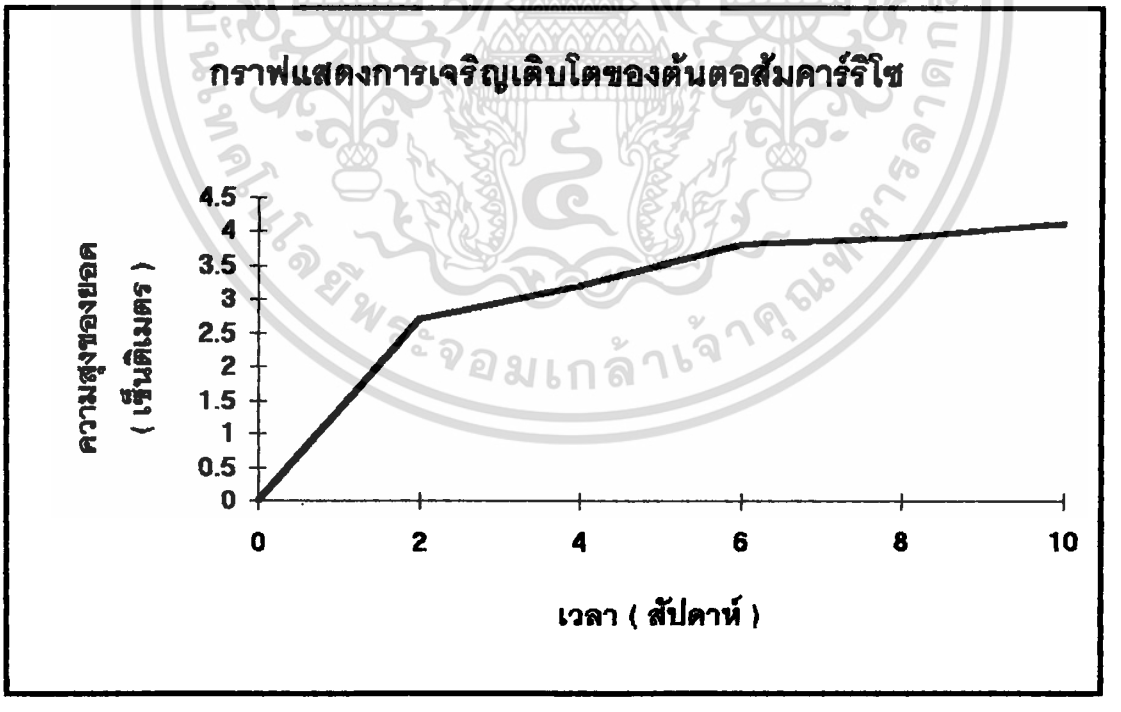
2. ศึกษาการเจริญเติบโตของต้นส้ม *Carrizo citrange* ซึ่งเจริญในสภาวะปลอดเชื้อจากการเพาะเลี้ยงในอาหารสังเคราะห์สูตร MS

หลังจากคัพภะของต้นตอส้ม *Carrizo citrange* งอกแล้ว เมื่อนำไปเพาะเลี้ยงในห้องเพาะเลี้ยงประมาณ 2 - 3 วัน ที่จะเกิดยอดขึ้น และต้นตอส้มดังกล่าวจะมีส่วนของลำต้นยาวเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ พร้อมทั้งมีใบเพิ่มมากขึ้นด้วย

ต้นสมบูรณ์ของต้นตอส้ม *Carrizo citrange* ส่วนของใบและลำต้นจะมีสีเขียวเข้ม ลำต้นขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 0.2 เซนติเมตร ลักษณะใบของต้นตอส้ม *Carrizo citrange* จะมีลักษณะเป็น 3 แฉก ขนาดใบกว้าง 1.0 เซนติเมตร ยาว 1.0 เซนติเมตร

ต้นตอส้มเจริญเป็นต้นที่สมบูรณ์ ในสัปดาห์ที่ 4 ซึ่งสามารถนำมาทำการทดลองในขั้นตอนต่อไปได้

วัดอัตราการเจริญเติบโตของต้นตอส้มโดยใช้วิธีการวัดความสูงของยอดในแต่ละสัปดาห์ ซึ่งบันทึกอัตราการเจริญได้ดังตาราง 4.2 และแสดงการเจริญเติบโตดังกราฟ



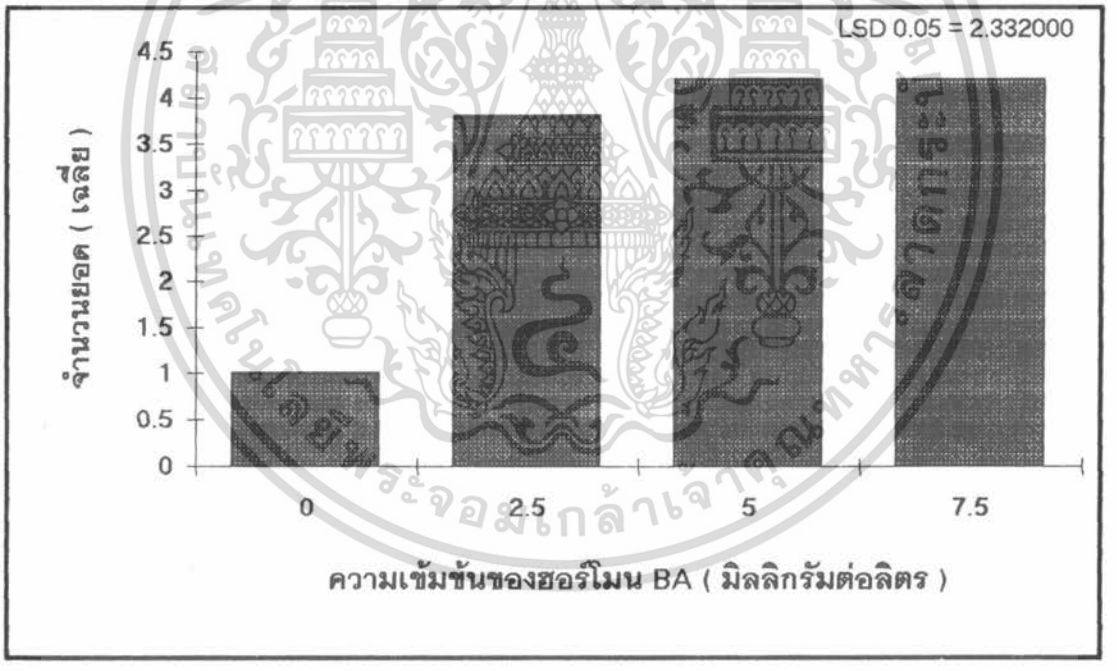
รูปที่ 2. กราฟแสดงการเจริญเติบโตของต้นตอส้มคาร์ริโซ ในอาหารสังเคราะห์สูตร MS

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. ศึกษาระดับฮอร์โมน BA, อายุของต้นตอส้ม และระยะเวลาที่เหมาะสม ในการชักนำให้เกิดยอดจากตาข้าง และยอดจากแคลลัสของต้นตอส้ม *Carrizo citrange*

3.1 การศึกษาระดับฮอร์โมน BA

เมื่อนำส่วนโคนของลำต้นที่มีตาข้างของต้นตอส้มลงเพาะเลี้ยงในอาหารสังเคราะห์สูตร MS ที่ระดับความเข้มข้น BA (0, 2.5, 5.0 และ7.5 มิลลิกกรัมต่อลิตร) พบว่า หลังจากการเพาะเลี้ยงไป 1 สัปดาห์ ที่ตาข้างของต้นตอส้มจะเกิดยอดขึ้น โดยที่ระยะเวลาที่ใช้ในการเกิดยอดและจำนวนยอดที่เกิดขึ้นจะแตกต่างไปตามระดับความเข้มข้นของฮอร์โมน BA ซึ่งจากการชักนำให้เกิดยอดโดยไม่เติมฮอร์โมน BA จำนวนยอดที่เกิดขึ้น จะแตกต่างจากการชักนำโดยใช้ฮอร์โมน และพบว่าระดับฮอร์โมนที่เหมาะสมในการใช้เพื่อชักนำให้เกิดยอดจำนวนมากจากตาข้างคือ 2.5 มิลลิกรัมต่อลิตร

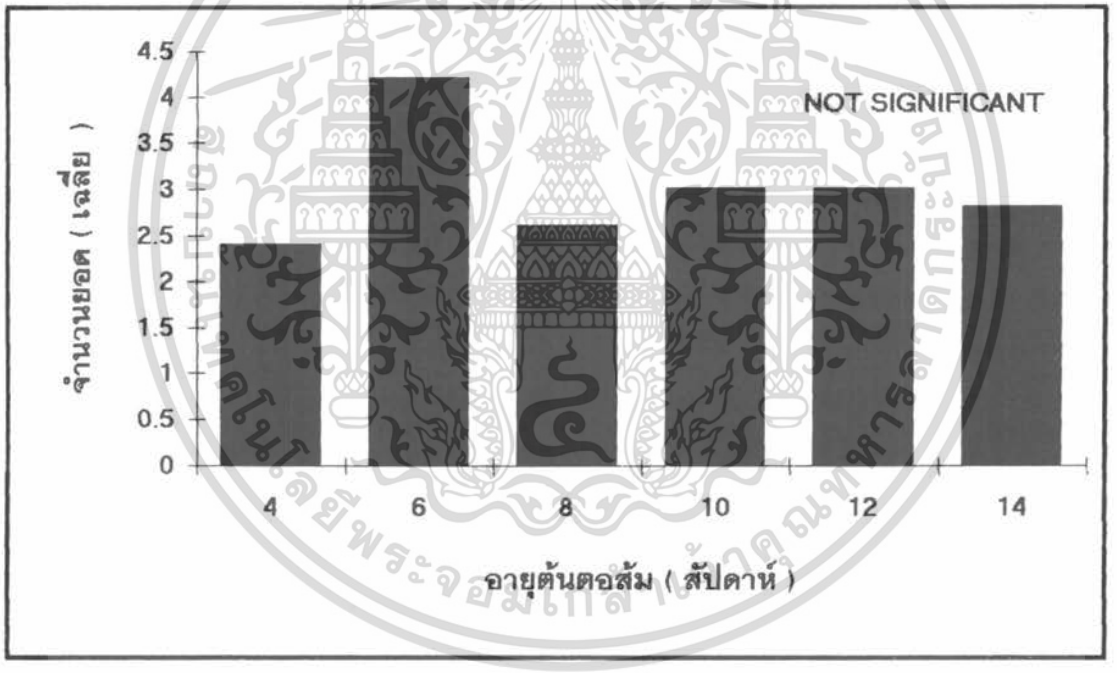


รูปที่ 3. กราฟแสดงจำนวนยอดที่เกิดจากตาข้างของต้นตอส้มคาร์ริโซ ที่เกิดจากการชักนำด้วยฮอ BA ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2 ศึกษาอายุของต้นตอส้มและการเจริญของยอดจากตาข้างในระยะต่าง ๆ

เมื่อนำส่วนโคนของลำต้นที่มีตาข้างของต้นตอส้ม *Carrizo citrange* ระดับอายุต่างๆลงเพาะเลี้ยงในอาหารสังเคราะห์สูตร MS เสริมฮอร์โมน BA เข้มข้น 5.0 มิลลิกกรัมต่อลิตร พบว่าจะเริ่มเกิดยอดใหม่ที่ตาข้างภายในระยะเวลา 1 - 2 สัปดาห์ โดยส่วนของลำต้นที่มีอายุ 4, 6, 8, 10, 12 และ 14 สัปดาห์ สามารถชักนำให้เกิดยอดจากตาข้างได้ โดยที่ต้นตอส้มระดับอายุต่างๆ ไม่มีผลต่อจำนวนยอดที่เกิดขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และเมื่อเพาะเลี้ยงต้นตอส้มต่อไปอีก ในสัปดาห์ที่ 8 ที่บริเวณส่วนล่างของชิ้นส่วนลำต้นที่จุ่มอยู่ในอาหาร จะเริ่มเกิดเป็นแคลลัส และเมื่อเพาะเลี้ยงต่อไปอีก แคลลัสจะมีขนาดใหญ่ขึ้น มีสีเขียวเข้ม อัดตัวกันแน่น มีปุ่มปมที่มีลักษณะคล้ายตา และมียอดเกิดขึ้นจำนวนมาก แคลลัสมีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 1.0 เซ็นติเมตร

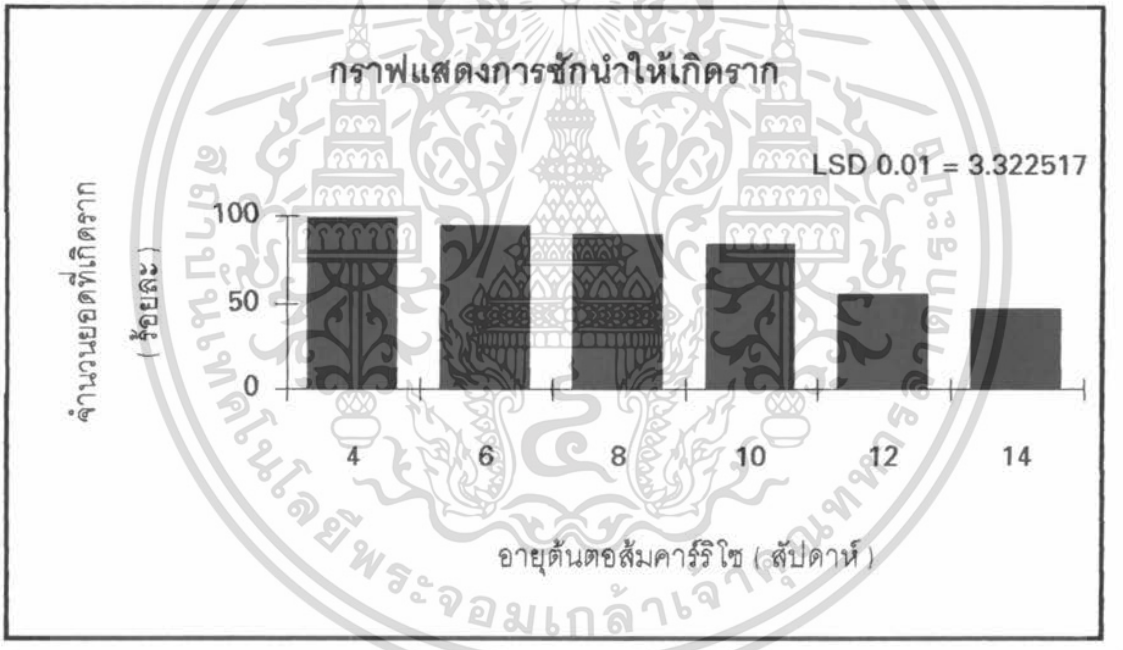


รูปที่ 4. กราฟแสดงจำนวนยอดที่เกิดจากตาข้างของต้นตอส้มคาร์ริโซที่เพาะเลี้ยงในอาหารสังเคราะห์สูตร MS เสริมฮอร์โมน BA เข้มข้น 5.0 มิลลิกรัมต่อลิตร โดยใช้ต้นตอส้มที่มีอายุต่างๆ กัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. ศึกษาระดับอายุของต้นตอส้ม *Carrizo citrange* ที่เหมาะสมในการชักนำให้เกิดราก เพื่อเป็นต้นที่สมบูรณ์ด้วยฮอร์โมน NAA

สามารถชักนำให้ปลายยอดของต้นตอส้ม *Carrizo citrange* ให้เกิดรากได้ โดยใช้ฮอร์โมน NAA 1 มิลลิกรัมต่อลิตร ในอาหาร MS ใช้วุ้นร้อยละ 0.5 (S.L. Kitto, 1981) จากการใช้ปลายยอดต้นตอส้มระดับอายุต่างๆ ในการชักนำ พบว่า อายุของต้นตอส้มที่ต่างกัน เมื่อนับจำนวนของปลายยอดที่เกิดรากภายในระยะเวลา 3 สัปดาห์ จำนวนยอดที่สามารถชักนำให้เกิดรากจะแตกต่างกัน โดยที่ต้นตอส้มที่มีอายุ 4 สัปดาห์ จะสามารถชักนำให้เกิดรากได้ดีที่สุด เป็นจำนวนร้อยละ 98.330 และจะสามารถชักนำให้เกิดรากได้น้อยลงเมื่อต้นตอส้มมีอายุมากขึ้น



รูปที่ 5. กราฟแสดงจำนวนยอดต้นตอส้มคาร์ริโซที่เกิดราก โดยการชักนำด้วยฮอร์โมน NAA เข้มข้น 1.0 มิลลิกรัมต่อลิตร ภายในระยะเวลา 3 สัปดาห์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
สรุปผลการศึกษาและข้อเสนอแนะ

ในการศึกษาการขยายพันธุ์ต้นตอส้ม *C. citrange* โดยใช้เทคนิคทางด้านเทคโนโลยีชีวภาพครั้งนี้ สามารถศึกษาการเจริญเติบโตและสภาวะที่เหมาะสมในการขยายพันธุ์ต้นตอส้ม *C. citrange* ซึ่งสามารถสรุปได้ดังนี้

1. สามารถเพาะเลี้ยงคัพภะต้นตอส้มในอาหารสังเคราะห์สังเคราะห์สูตร MS ได้ โดยที่คัพภะจะเริ่มงอกในสัปดาห์ที่ 1 และงอกเพิ่มขึ้นในอย่างรวดเร็วในสัปดาห์ที่ 2 และ 3

2. หลังจากคัพภะต้นตอส้ม *C. citrange* งอกและเจริญเป็นต้นแล้ว จะมีการเจริญเติบโตอย่างรวดเร็วในสัปดาห์ที่ 1, 2 และ 3 ซึ่งหลังจากนั้นแล้วการเจริญเติบโตจะค่อนข้างคงที่

3. ระดับฮอร์โมน BA ที่เหมาะสมในการชักนำให้เกิดยอดจำนวนมากจากตาข้าง คือ 2.5 มิลลิกรัมต่อลิตร ซึ่ง ณ.ระดับฮอร์โมนดังกล่าวนี้ สามารถชักนำให้เกิดยอดจำนวนมาก (Multiple shoot) จากตาข้าง และเกิดคอมแพคแคลลัส ที่มียอดจำนวนมาก ประมาณ 10 - 12 ยอดต่อแคลลัสในสัปดาห์ที่ 8 ของการเพาะเลี้ยง

4. อายุของต้นตอส้มที่นำมาชักนำให้เกิดยอดจากตาข้างที่แตกต่างกัน ไม่ทำให้จำนวนยอดที่เกิดจากตาข้างมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

5. ระดับอายุของต้นตอส้มที่เหมาะสม ที่จะนำมาชักนำให้เกิดราก เพื่อเป็นต้นที่สมบูรณ์ คือ 4 สัปดาห์ ซึ่งจะทำให้เกิดรากสูงที่สุด ร้อยละ 98.330 และเมื่อใช้ต้นตอส้มที่มีอายุมากขึ้น จำนวนยอดที่เกิดรากจะลดลง อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 99

6. สามารถนำต้นสมบูรณ์ของต้นตอส้ม *C. citrange* ที่ได้จากการชักนำด้วยฮอร์โมนมาปลูกลงดินได้ และสามารถเจริญเติบโตได้ดีเหมือนต้นที่ได้จากการเพาะเมล็ดในสภาวะปรกติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 6: อุปกรณ์และสารเคมีที่ใช้สำหรับเตรียมอาหารเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืช

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 7: ตู้ปลอดเชื้อสำหรับถ่ายเนื้อเยื่อพืช (Larminar air flow)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 8: ห้องเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืช (Culture Room)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 9: การเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืช (*Carrizo citrange*) ในขวดเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ

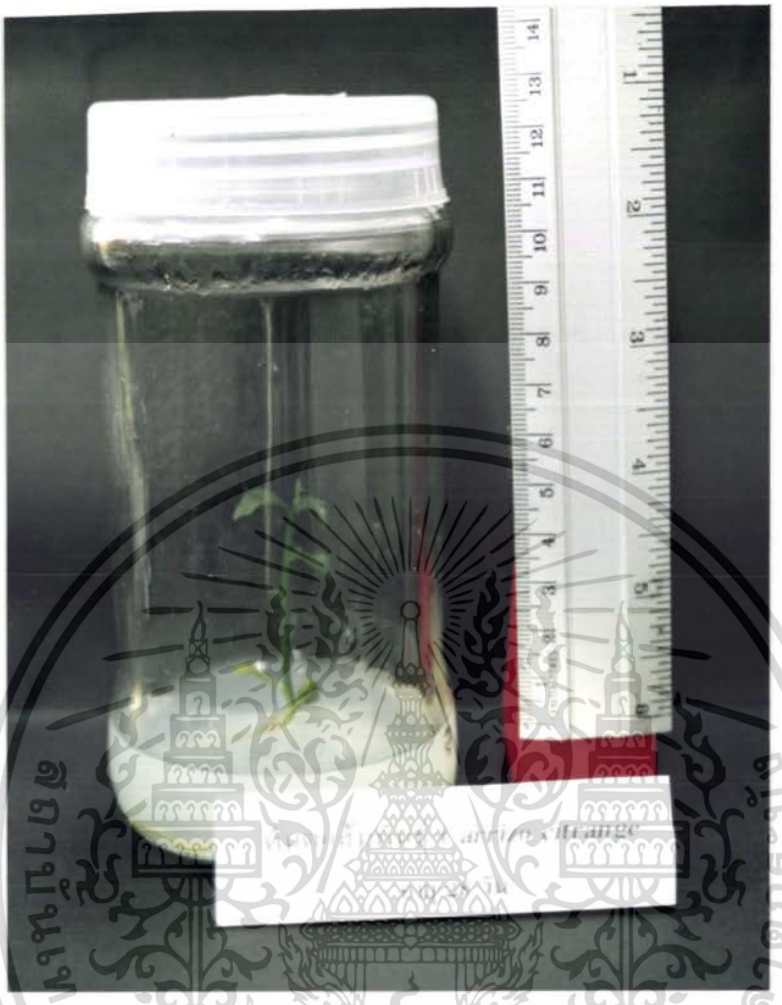
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 10: เมล็ดพันธุ์ส้มต้นตอ *Carrizo citrange*

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 11: ต้นตอส้มคาร์ริโซ (*Carrizo citrange*) ที่มีอายุ 2 สัปดาห์ที่งอกจากคัภพะเพาะเลี้ยงในอาหารสังเคราะห์สูตร MS

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 12: ต้นตอส้มคาร์ริโซ (*Carrizo citrange*) อายุ 4 สัปดาห์ที่เพาะเลี้ยงในอาหารสังเคราะห์สูตร MS

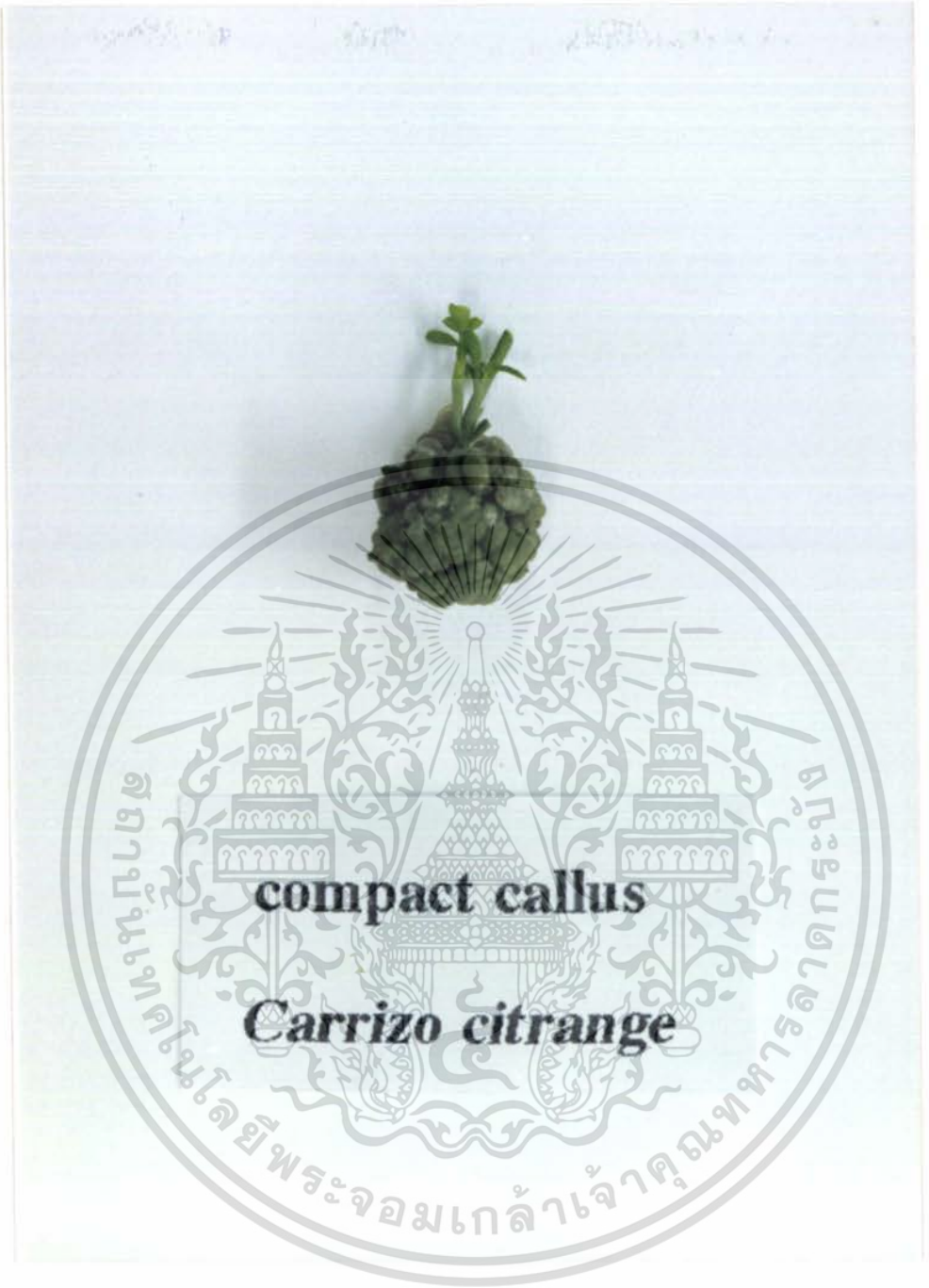
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 13 : การชักนำต้นตอส้มคาร์ริโซ (*Carrizo citrange*) ให้เกิดยอดจากตาข้างในอาหารสังเคราะห์สูตร MS เสริมฮอร์โมน BA

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 14 : ยอดที่เกิดจากตาข้าง โดยการชักนำของฮอร์โมน BA (*Carrizo citrange*)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

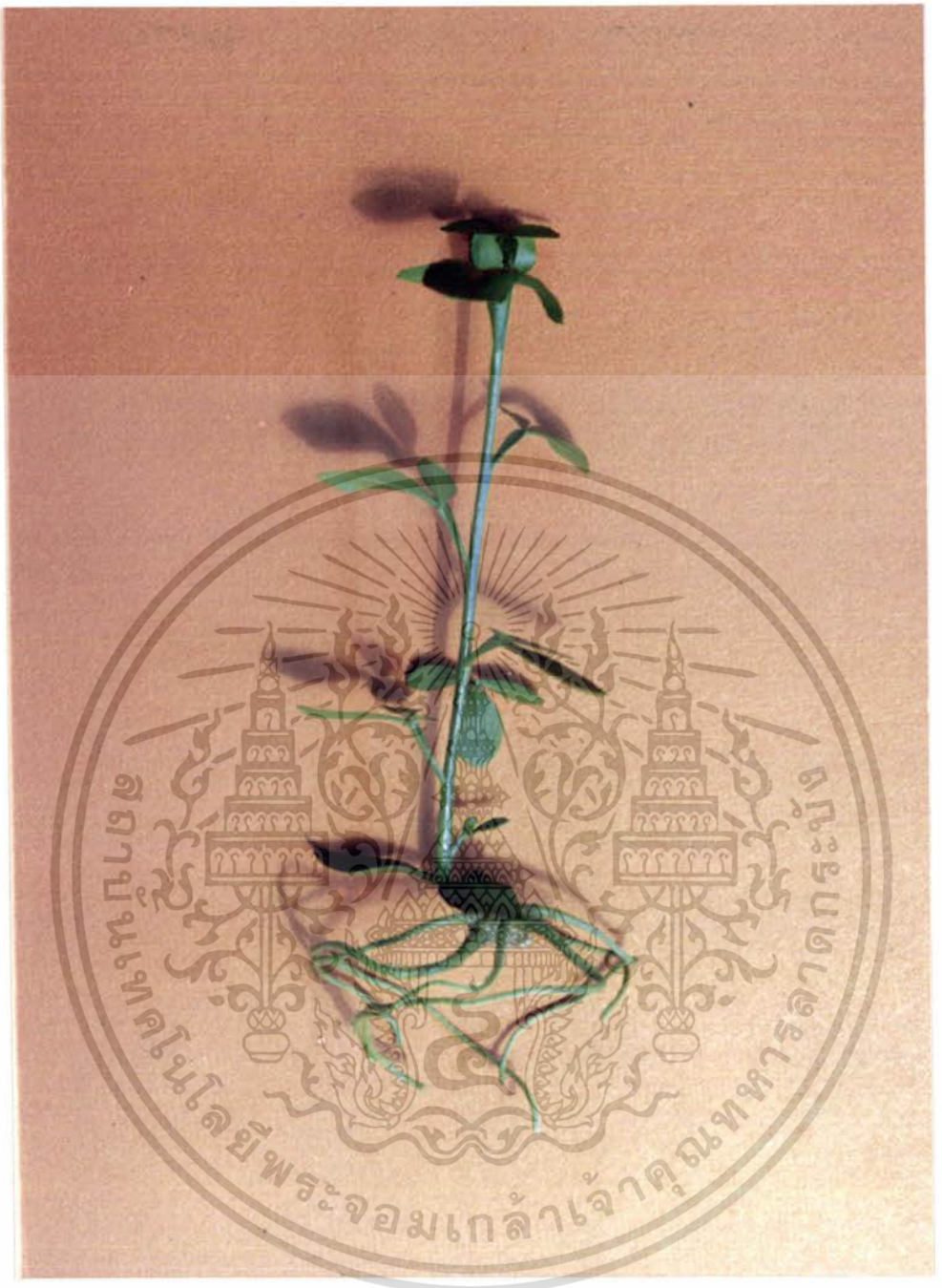


รูปที่ 15 : คอมแพคแคลลัส ที่เกิดจากการเพาะเลี้ยงชิ้นส่วนของต้นตอส้ม คาร์ริโซ (*Carrizo citrange*) ในอาหารสังเคราะห์สูตร MS เสริมฮอร์โมน BA

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 16 : การเกิดยอดจำนวนมาก (multishoot) บนคอมแพคแคลลัสของต้นตอส้มคาร์ริโซ (*Carrizo citrange*)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 17 : ต้นสมบูรณ์ของต้นตอส้มคาร์ริโซ (*Carrizo citrange*) ที่เกิดจากการชักนำด้วยฮอร์โมน NAA

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 18 : ต้นตอส้มคาร์ริโซ (*Carrizo citrange*) ที่เกิดจากการชำนำด้วยฮอร์โมน และการเพาะเมล็ดในสภาพปลอดเชื้อ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก

สูตรอาหารของ Murashige และ Skoog (MS) (1962)

Stock สารเคมี	ปริมาณที่ใช้ (มิลลิกรัมต่อลิตร)	ชั่งสารเตรียม Stock (มิลลิกรัมต่อลิตร)	ความเข้มข้น (เท่า)	ปริมาณที่ใช้ (มิลลิกรัมลิตร)
1. NH_4NO_3	1,650	82,500	50	20
2. KNO_3	1,900	95,000	50	20
3. H_3BO_3	6.2	1,240	200	5
KH_2PO_4	170	34,000	200	
KI	0.83	166	200	
$Na_2MoO_4.2H_2O$	0.25	50	200	
$CoCl_2 .6H_2O$	0.025	5	200	
4. $CaCl_2 .2H_2O$	440	88,000	200	5
5. $MgSO_4 .7H_2O$	370	74,000	200	5
$MnSO_4 .4H_2O$	22.3	4,460	200	
$ZnSO_4 .7H_2O$	8.6	1,720	200	
$CuSo_4 . 5H_2O$	0.025	5	200	
6. Na_2 EDTA	37.25	7,450	200	5
$FeSO_4.7H_2O$	27.85	5,570	200	
7. glycine	2.0	400	200	5
nicotinic acid	0.5	100	200	
pyridoxine-H l	0.5	100	200	
thiamine-HCl	0.1	20	200	
8. myo-inositol	100	100	1	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข

วิธีการเตรียมอาหารสูตร MS

1. เตรียมสารละลายเข้มข้น (Stock solution)
   เตรียม stock ที่ 1 - 7 โดยชั่งสารเคมี ดังตารางอาหารสูตร MS โดยใช้ตาชั่ง 4 ตำแหน่งแล้วละลายด้วยน้ำกลั่น ใส่ขวดแก้วสีชาเก็บไว้ในตู้เย็น
2. ดูดสารละลาย stock ที่ 1 - 7 รวมกัน ชั่ง Myo - inositol โดยใช้ตาชั่ง 4 ตำแหน่งให้ได้น้ำหนักดังตารางใส่ลงในบีกเกอร์เดียวกัน (เติมสารควบคุมการเจริญ ในสูตรอาหารที่ต้องการเติมสารควบคุมการเจริญ) เติมน้ำตาล 3 เปอร์เซ็นต์ ปรับปริมาตรปรับ pH 5.8
3. ถ้าต้องการเตรียมอาหารแข็ง เติมวุ้น 0.8-1.0 เปอร์เซ็นต์ แล้วนำไปต้มให้วุ้นละลายส่วนการเตรียมอาหารเหลวจะไม่เติมวุ้น
4. เทอาหารใส่ขวดเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ แล้วปิดฝา
5. ทำการฆ่าเชื้ออาหาร โดยการใช้หม้อนึ่งความดัน ที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส ที่ความดัน 15 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว เวลา 15 นาที อาหารที่ฆ่าเชื้อแล้วทิ้งไว้ให้เย็น

วิธีเตรียม Stock สารควบคุมการเจริญเติบโต

1. เตรียม stock NAA (Napthalene Acetic Acid) ซึ่งน้ำหนักโมเลกุลเท่ากับ 186.2 ชั่ง NAA โดยใช้เครื่องชั่ง 4 ตำแหน่งให้ได้น้ำหนักตามต้องการ แล้วใช้ NaOH 1 N เป็นตัวทำละลาย
2. เตรียม stock BA (Benzyladenine) น้ำหนักโมเลกุลเท่ากับ 225.26 ชั่ง BA โดยใช้เครื่องชั่ง 4 ตำแหน่ง ให้ได้ตามน้ำหนักต้องการ แล้วใช้ NaOH 1 N เป็นตัวทำละลาย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ค

ตารางที่ 4.1 ตารางแสดงการงอกของคัพภะต้นตอส้ม *Carrizo citrange* ในแต่ละสัปดาห์

เวลา (สัปดาห์)	การงอกของคัพภะ (ร้อยละ)
1	31.25
2	56.94
3	64.58
4	65.74
5	65.74
6	65.74

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.2 ตารางแสดงอัตราการเจริญเติบโตของต้นส้ม *Carrizo citrange* เมื่อเพาะเลี้ยงในอาหารสังเคราะห์สูตร MS

เวลา (สัปดาห์)	ความสูง (เซนติเมตร)
1	2.5
2	2.7
3	3.0
4	3.2
5	3.4
6	3.8
7	3.9
8	3.9

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.3 ตารางแสดงจำนวนยอดที่เกิดจากตาข้างในเวลา 3 สัปดาห์ และแสดงระยะเวลาที่เริ่มเกิดยอด หลังจากย้ายลงเพาะเลี้ยงในอาหารสังเคราะห์สูตร MS เสริมฮอร์โมน BA เข้มข้นต่างๆ กัน

ความเข้มข้นของ BA	จำนวนยอด						ระยะเวลาที่เริ่ม
(mg/l)	ชุดที่ 1	ชุดที่ 2	ชุดที่ 3	ชุดที่ 4	ชุดที่ 5	จำนวนยอดเฉลี่ย *	เกิดยอด (สัปดาห์)
0	1	1	1	1	1	1	2
2.5	7	4	2	3	3	3.8	2
5.0	1	5	8	4	3	4.2	1
7.5	4	5	5	5	2	4.2	1

หมายเหตุ 1. ส่วนของลำต้นต้นตอส้ม *Carrizo citrange* ใช้มีจำนวนตาข้างเฉลี่ย 2.6 ตาต่อ 1 ชิ้นส่วน

2. * หมายถึง จำนวนยอดที่เกิดขึ้นที่ระดับความเข้มข้นของฮอร์โมนต่างๆ กัน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 99

3. ค่า LSD ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 99 เท่ากับ 3.2131000
ค่า LSD ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 เท่ากับ 2.332000

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตาราง 4.4 ตารางแสดงจำนวนยอดโดยเฉลี่ยที่เกิดขึ้นภายในระยะเวลา 3 สัปดาห์ จากการชักนำลำต้นส่วนโคนของต้นตอส้ม *Carrizo citrange* ระดับอายุต่างๆ ด้วยฮอร์โมน BA 5.0 มิลลิกรัมต่อลิตร

อายุต้นตอส้ม (สัปดาห์)	จำนวนยอด					จำนวนยอดเฉลี่ย ns
	ชุดที่1	ชุดที่ 2	ชุดที่ 3	ชุดที่ 4	ชุดที่ 5	
4	2	2	2	2	4	2.4
6	4	5	5	5	2	4.2
8	1	2	3	3	4	2.6
10	2	3	3	2	5	3
12	1	1	5	4	4	3
14	2	4	5	2	1	2.8

หมายเหตุ 1. ต้นตอส้ม *Carrizo citrange* ที่ใช้ในการทดลองมีจำนวนตาข้างเฉลี่ย 2.7 ตาต่อ 1 ชิ้นส่วน

2. ns หมายถึง จำนวนยอดที่เกิดขึ้นที่ระดับอายุต้นตอส้มต่าง ๆ กัน ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตาราง 4.5 ตารางแสดงจำนวนต้นตอส้ม *Carrizo citrange* ที่เกิดรากภายในระยะเวลา 3 สัปดาห์ ของยอดระดับอายุต่างๆ

อายุต้นตอส้ม	เปอร์เซ็นต์การเกิดราก					ร้อยละ
(สัปดาห์)	ชุดที่1	ชุดที่ 2	ชุดที่ 3	ชุดที่ 4	ชุดที่ 5	เฉลี่ย **
4	93.87	100	98.75	100	99.03	98.330
6	93.73	94.00	94.14	93.88	93.94	93.930
8	88.89	89.00	87.99	88.49	90.03	88.880
10	80.67	85.00	83.26	85.94	82.00	83.374
12	55.00	60.49	50.04	54.99	52.17	54.538
14	47.06	44.32	45.15	45.15	45.00	45.736

หมายเหตุ 1. ** หมายถึงจำนวนการเกิดรากของต้นตอส้มที่ระดับอายุต่างๆ มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 99

2. ค่า LSD ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 99 เท่ากับ 3.322517

ค่า LSD ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 เท่ากับ 2.860941

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง

กรมวิชาการเกษตร, " แนวทางฟื้นฟูการทำสวนส้ม " , เอกสารเผยแพร่ในงานนิทรรศการทางวิชาการเรื่องส้ม จัดโดยบริษัทไบเออร์ไทย จำกัด ณ. โรงแรมรามาการ์เด้นท์, 7 กันยายน 2538.

ประศาสตร์ เกื้อมณี, " เทคนิคการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืช ", คณะวิทยาศาสตร์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2536.

เปรมปรี ณ สงขลา, " ทำสวนส้มอย่างมืออาชีพ " , ฝ่ายข้อมูลวารสารเคหการเกษตร,2532:1-3

เปรมปรี ณ สงขลา, " รวมกลยุทธ์ส้ม ", วารสารเคหการเกษตร , เจริญรัฐการพิมพ์, กรุงเทพฯ , ฉบับที่ 1, มกราคม 2538 : 168-179.

พรทิพย์ ธนูทอง, " การเพาะเลี้ยงและเนื้อเยื่อพืช ", โครงการผลิตสิ่งตีพิมพ์ทางการเกษตร คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น, 2528.

ไพบูลย์ กวินเลิศวัฒนา, " หลักการและวิธีการเลี้ยงเนื้อเยื่อพืช ", 2424: 76-88.

ภูวดล บุตรรัตน์, " โครงสร้างของเนื้อเยื่อพืช ", โรงพิมพ์ไทยวัฒนาพานิช, 2535: 52-53.

ร.ศ มงคล แซ่หลิม, " การผลิตส้ม ", ภาควิชาพืชศาสตร์ คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์, 2538 : 3-5,12-18,61-66,78-88.

รศ. วิจิตร วังใน, " เรื่องของพันธุ์ส้ม " วารสารเคหการเกษตร : 51-57.

ดร. สัญชัย ตันตยาภรณ์ , " พืชสวนยุคโลกาภิวัฒน์ ", วารสารเคหการเกษตร, กองโรคพืชและจุลชีววิทยา กรมวิชาการเกษตร : 48-56.

หลวงบุเรศร์บำรุงการ, " การทำไร่ส้ม ", สมาคมพฤกษชาติแห่งประเทศไทย, สำนักพิมพ์แพร่พิทยา, กรุงเทพฯ, 2529 : 3-7.

อารยะเกษตร, " หมอต้นไม้โรคพืช ", วารสารเคหกการเกษตร, ปีที่ 10 , ฉบับที่ 109 , กุมภาพันธ์, 2529: 50-54

Barret, H.C. andd A.M Rhodes . 1976. A numerical taxonomic study of affinity relationship in cultivated Citrus and its close relatives. Syst.Bot., 1:105-136.

Chapot,H. 1975. The citrus plant, in Citrus, Haeflinger (Ed.) Ciba-Geigy, Bassel,Technol. Monogr.No. 4:6-13.

Fallahhi,E.;Roddney,DR. Tree size,yeild,fruit quality,and leaf mineral nutrient concentratioon of 'Fairchild' mandarin on six rootstocks.Journal-of-the-American-Society-for-Horticutural-Science.1992,117:1,28-31;33 ref.Yuma Agricutural Center, University of Arizona,Route Box 40-M,somerton,AZ 85350,USA.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Levy,Y;Lifshitz,J;Bravli,N. Alemow (Citrus macrophylla Wester) - a ddwarfing rootstock for old-line ' Temple' manddarin (CitrusTempleHort.ex.tan.).Scientia-Horticulturae.1993 ,53:4,289-300;33 ref.

Swing,W.T. (revised by Reece , P.C.) . 1967 The botany of Citrus and its wild relatives, In The Citrus Industry, Vol.1.2nd ed.,Reuther,W.H., H.J. Webber and L.D. Batchelor , (eds.) , Division of Agricultural Science. Univ. of California, Berkeley, Chap.3 .

Williamson,JG.;Castle,WS;Koch;KE.Growth and 14C-photosynthate allocation in citrus nursery trees subjected to one of Three bud-forcing methods.Journal-of-the-American-Society-for-Horticutural-Science.1992,117:1,37-40;12 ref.Fruit Crops Department,Institute of Food and Agricultural Sciences,University of Florida,Gainesville,FL 32611,USA.

Zekri,M. Seedling emergence, growth and minerial concentration of three citrus rootstocks undder salt stress . Journal-of-Plant-Nutrition.1993,16:8,1555-1568;10 refEcole Superieure d' Horticulture de Chott-Mariem,Sousse,Tunisia.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้