



วิทยานิพนธ์

สภาวะความเครียดของน้ำที่มีผลต่อสัณฐานวิทยาและการเกิดตาดอก

ส้มพันธุ์ฮันนี่เมอร์คอตท์แทนกอร์และมินเนโอลาแทนเจโล

**Effects of Water Stress on Morphology and Floral Buds Formation
of Honey Murcott Tangor and Minneola Tangelo**

นางสาวปรียาภรณ์ ต่อวงศ์

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

พ.ศ. ๒๕๕๐



ใบรับรองวิทยานิพนธ์

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต (พฤกษศาสตร์)

ปริญญา

พฤกษศาสตร์

พฤกษศาสตร์

สาขา

ภาควิชา

เรื่อง สภาวะความเครียดของน้ำที่มีผลต่อสัณฐานวิทยาและการเกิดตาดอกส้ม
พันธุ์สันนิเมอรัคคอตท์แทนกอร์และมินเนโอลาแทนเจโล

Effects of Water Stress on Morphology and Floral Buds Formation of
Honey Murcott Tangor and Minneola Tangelo

นามผู้วิจัย นางสาวปรีษาภรณ์ ต่อวงศ์

ได้พิจารณาเห็นชอบโดย

ประธานกรรมการ

(รองศาสตราจารย์เสาวณี สาธรวิริยะพงศ์, ปร.ค.)

กรรมการ

(รองศาสตราจารย์นรินทร์ จันทวงศ์, Dr.nat.tech.)

กรรมการ

(รองศาสตราจารย์วิทยา สาธรวิริยะพงศ์, Ph.D.)

หัวหน้าภาควิชา

(รองศาสตราจารย์สุรียา ตันติวิวัฒน์, Ph.D.)

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์รับรองแล้ว

(รองศาสตราจารย์วินัย อัจจงหาญ, M.A.)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

วันที่..... เดือน..... พ.ศ.....

วิทยานิพนธ์

เรื่อง

สภาวะความเครียดของน้ำที่มีผลต่อสัณฐานวิทยาและการเกิดตาดอก
ส้มพันธุ์ฮันนี่เมอร์คอตท์แทนกอร์และมินเน โอลาแทนเจโล

Effects of Water Stress on Morphology and Floral Buds Formation
of Honey Murcott Tangor and Minneola Tangelo

โดย

นางสาวปริยาภรณ์ ต่่องศ์

เสนอ

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
เพื่อความสมบูรณ์แห่งปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (พฤษศาสตร์)

พ.ศ. 2550

ปริยาภรณ์ ต่อวงศ์ 2550: สภาวะความเครียดของน้ำที่มีผลต่อสัณฐานวิทยาและการเกิด
ตาดอกส้มพันธุ์ฮันนี่เมอร์คอตท์แทนกอร์และมินเนโอลาแทนเจโล ปริญญาวิทยาศาสตร
มหาบัณฑิต (พฤกษศาสตร์) สาขาวิชาพฤกษศาสตร์ ภาควิชาพฤกษศาสตร์ ประชาน
กรรมการที่ปรึกษา: รองศาสตราจารย์เสาวณี สาธรวิริยะพงศ์, ปร.ด. 121 หน้า

การศึกษาผลของสภาวะความเครียดขาดน้ำที่มีต่อสัณฐานวิทยาและการเกิดตาดอกส้ม
พันธุ์ฮันนี่เมอร์คอตท์แทนกอร์และพันธุ์มินเนโอลาแทนเจโล ณ สวนส้มตำบลเขาโจด อำเภอศรี
สวัสดิ์ จังหวัดกาญจนบุรี ระหว่างเดือนตุลาคมถึงเดือนธันวาคม 2547 ตามระยะเวลาการงดน้ำ
0 (ต้นควบคุม) 7 14 21 28 และ 35 วัน เมื่อสิ้นสุดการทดลอง ทุกทรีทเมนต์ได้รับน้ำที่ระดับ
ความจุความชื้นสนาม (Field Capacity) และได้รับน้ำในสภาพปกติ (120 ลิตร/3วัน) พบว่า ต้น
ส้มพันธุ์ฮันนี่เมอร์คอตท์แทนกอร์และพันธุ์มินเนโอลาแทนเจโลที่ขาดน้ำนาน 21 –35 วัน เกิด
สภาพความเครียด มีผลทำให้สัณฐานวิทยาของใบส้มเปลี่ยนแปลง ใบส้มมีสีเขียวซีด (Spinach
Green, No. LCC 960) จนถึงใบเหลือง (Yellowish Orange, No. LCC 763) ขอบใบม้วนห่อ
เปอร์เซ็นต์ปริมาณน้ำสัมพัทธ์ในใบ ($\% RWC = [(W_f - W_d) / (W_t - W_d)] \times 100$, W_f = น้ำหนัก
สด W_d = น้ำหนักแห้ง W_t = น้ำหนักอิ่มตัว) ลดลงเมื่อเปรียบเทียบกับต้นควบคุม สภาพการ
ขาดน้ำที่เหมาะสมของต้นส้มพันธุ์ฮันนี่เมอร์คอตท์แทนกอร์อยู่ในช่วงขาดน้ำ 21 วัน ($\% RWC$
เท่ากับ 70.67 %) พันธุ์มินเนโอลาแทนเจโลอยู่ในช่วงขาดน้ำ 28 วัน ($\% RWC$ เท่ากับ 68.21 %)
ต้นส้มทั้งสองพันธุ์เมื่อได้รับน้ำในสภาพปกตินาน 7 – 14 วัน เกิดยอดอ่อนที่มีคุณภาพ ดอกมี
จำนวนมากขึ้น ส้มพันธุ์ฮันนี่เมอร์คอตท์แทนกอร์เกิดดอก 65.00 % ส้มมินเนโอลาแทนเจโลเกิด
ดอก 86.25 % หลังจากต้นส้มได้รับน้ำในสภาพปกตินาน 21 – 28 วัน พบว่า ลักษณะทางกาย
วิภาคของเนื้อเยื่อเจริญส่วนปลายของตาดอกส้มเป็นรูปกระต๊อว่า บริเวณปลายเนื้อเยื่อเจริญก่อน
ข้างบนและจุดกำเนิดของกลีบเลี้ยงเริ่มปรากฏให้เห็น

Preeyaporn Torwong 2007: Effects of Water Stress on Morphology and Floral Buds Formation of Honey Murcott Tangor and Minneola Tangelo. Master of Science (Botany), Major Field: Botany, Department of Botany. Thesis Advisor: Associate Professor Sawanee Sathornviriyapong, Ph.D. 121 pages.

Studies on morphological and floral buds formation of Honey murcott tangor and Minneola tangelo affected by water stress were studied at citrus orchard, Tambon Kaojod, Aumphur Srisawat, Kanchanaburi Province since October until December 2004. The water withholding period were divided into 0 (control) 7 14 21 28 and 35 days. Then re-watering to field capacity and each treatment was received 120 lits/3 days. The leaves blades of two citrus after withholding period of 21-35 days were curled and the color changed from Spinach Green (No. LCC 960) to Yellowish Orange (No. LCC 763). The percentage of relative water contents measured as % RWC ($\% \text{ RWC} = [(W_f - W_d) / (W_t - W_d)] \times 100$, W_f = fresh weight, W_d = dry weight, W_t = turgid weight), % RWC in leaves were decreased when comparing to control treatments. The suitable period for withholding water was 21 days for Honey murcott tangor (% RWC = 70.67 %) and 28 days for Minneola tangelo (% RWC = 68.21 %). The high quality of new shoot which produced flower buds were increased 7 – 14 days after re-watering. The flowering percentage of Honey murcott tangor and Minneola tangelo after the suitable period for withholding water were 65.00 % and 86.25% respectively. Anatomical studied of apical meristematic tissue of flower bud were conical shape and flatten at the apex. The sepal primordials appeared 21 – 28 days after re-watering.

Student's signature

Thesis Advisor's signature

/ /

กิตติกรรมประกาศ

ขอกราบขอบพระคุณ รศ.ดร.เสาวณี สาธรวิริยะพงศ์ ประธานกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ที่กรุณาให้คำปรึกษาในการวางแผนงานวิจัยและตรวจแก้ไขข้อบกพร่องต่างๆของวิทยานิพนธ์จนกระทั่งเสร็จสมบูรณ์ ตลอดจนมอบธรรมสั่งสอนทั้งทางด้านการเรียน การทำงานและการใช้ชีวิต ขอกราบขอบพระคุณ รศ.ดร.นิรันดร์ จันทวงศ์ กรรมการที่ปรึกษาวิชาเอก และ รศ.ดร.วิทยา สาธรวิริยะพงศ์ กรรมการที่ปรึกษาวิชารอง และขอกราบขอบพระคุณ ผศ.ดร. พิมพันธ์ เจริญสวัสดิพงษ์ ผู้แทนบัณฑิตวิทยาลัย ที่ได้ให้ความกรุณาให้คำปรึกษา แนะนำแนวทางการค้นคว้าวิจัยและตรวจแก้ไขวิทยานิพนธ์ให้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น

ขอกราบขอบพระคุณ คุณพ่อ คุณแม่ ผู้ให้ความรัก ความเมตตา ไว้เนื้อเชื่อใจตลอดมา และผลักดันให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้เสร็จสมบูรณ์ รวมทั้งน้องสาวและน้องชายที่เป็นกำลังใจที่ดี

ขอกราบขอบพระคุณคณาจารย์ภาควิชาพฤกษศาสตร์ รวมทั้งคณาจารย์ในอดีต ที่ได้ให้การสั่งสอน ประสิทธิ์ประสาทวิชา ให้ความรู้และความเมตตาเสมอมา

ขอขอบคุณ นางสาวนิตยา กระจ่างแจ้ง นายสันติ ตาคำ นางสาวเรวดี แก้วขาว และนางสาวรวมพร เกษราพงศ์ ที่ช่วยเหลือในการเก็บข้อมูลและวิเคราะห์ข้อมูลระหว่างการทดลองเป็นอย่างดี

ขอขอบคุณ บัณฑิตวิทยาลัยที่สนับสนุนทุนในการวิจัยครั้งนี้ รวมทั้งขอขอบคุณมูลนิธิการศึกษาโรงเรียนกุฎีวิทยาลัยที่ให้ความช่วยเหลือสนับสนุนทุนการศึกษาในระดับอุดมศึกษา

และท้ายที่สุด ขอกราบขอบพระคุณแผ่นดินไทยและเกษตรกรไทยที่เป็นแรงบันดาลใจให้เกิดงานวิจัยเพื่อพัฒนาการเกษตรไทย หวังเป็นอย่างยิ่งว่าวิทยานิพนธ์ฉบับนี้จะทำคุณประโยชน์ให้แก่แผ่นดินและเกษตรกรได้บ้าง

ปรียาภรณ์ ต่ดวงค์

เมษายน 2550

สารบัญ

| | หน้า |
|------------------------|------|
| สารบัญ | (1) |
| สารบัญตาราง | (2) |
| สารบัญภาพ | (7) |
| คำนำ | 1 |
| วัตถุประสงค์ | 2 |
| การตรวจเอกสาร | 3 |
| ลักษณะทั่วไปของส้ม | 3 |
| กระบวนการออกดอกของส้ม | 4 |
| ความเครียดจากการขาดน้ำ | 8 |
| อุปกรณ์และวิธีการ | 19 |
| อุปกรณ์ | 19 |
| วิธีการ | 20 |
| ผลและวิจารณ์ | 25 |
| ผล | 25 |
| วิจารณ์ | 79 |
| สรุป | 87 |
| เอกสารและสิ่งอ้างอิง | 88 |
| ภาคผนวก | 106 |

สารบัญตาราง

| ตารางที่ | | หน้า |
|----------|--|------|
| 1 | ค่าประเมินลักษณะอาการขาดน้ำต้นสัปดาห์นี้เมอร์คอตที่แทนกอร์ ระหว่างการงดน้ำนาน 0 – 35 วันและหลังจากได้รับน้ำนาน 7-14 วัน | 27 |
| 2 | ค่าประเมินลักษณะอาการขาดน้ำต้นสัปดาห์นี้เมอร์คอตที่แทนกอร์ ระหว่างการงดน้ำนาน 0 – 35 วันและหลังจากได้รับน้ำนาน 7-14 วัน | 34 |
| 3 | เปรียบเทียบค่าประเมินลักษณะขาดน้ำต้นสัปดาห์นี้เมอร์คอตที่แทนกอร์และพันธุกรรมเนโกลาแทนเจโล ระหว่างการงดน้ำนาน 0 – 35 วันและหลังจากได้รับน้ำนาน 7-14 วัน | 39 |
| 4 | เปอร์เซ็นต์ปริมาณน้ำสัมพัทธ์ (% RWC) ในใบสัปดาห์นี้เมอร์คอตที่แทนกอร์ที่ ระยะเวลา 0 – 35 วันและหลังจากได้รับน้ำนาน 7-14 วัน | 41 |
| 5 | เปอร์เซ็นต์ปริมาณน้ำสัมพัทธ์ (% RWC) ในใบสัปดาห์นี้เมอร์คอตที่แทนกอร์ที่ ระยะเวลา 0 – 35 วันและหลังจากได้รับน้ำนาน 7-14 วัน | 43 |
| 6 | เปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์ปริมาณน้ำสัมพัทธ์ในใบสัปดาห์นี้เมอร์คอตที่แทนกอร์และพันธุกรรมเนโกลาแทนเจโลในช่วงก่อนการทดลอง | 45 |
| 7 | เปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์ปริมาณน้ำสัมพัทธ์ในใบสัปดาห์นี้เมอร์คอตที่แทนกอร์และพันธุกรรมเนโกลาแทนเจโล เมื่อครบกำหนดการงดน้ำของแต่ละทรีทเมนต์ | 45 |
| 8 | เปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์ปริมาณน้ำสัมพัทธ์ในใบสัปดาห์นี้เมอร์คอตที่แทนกอร์และพันธุกรรมเนโกลาแทนเจโลหลังจากการให้น้ำใหม่นาน 7 วัน | 46 |
| 9 | เปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์ปริมาณน้ำสัมพัทธ์ในใบสัปดาห์นี้เมอร์คอตที่แทนกอร์และพันธุกรรมเนโกลาแทนเจโลหลังจากการให้น้ำใหม่นาน 14 วัน | 46 |
| 10 | จำนวนกิ่งสัปดาห์นี้เมอร์คอตที่แทนกอร์ที่ผลิดาและเกิดยอดอ่อน | 50 |
| 11 | ความยาวยอดอ่อนผลิใหม่ของสัปดาห์นี้เมอร์คอตที่แทนกอร์ (เซนติเมตร) หลังจากได้รับน้ำใหม่นาน 7 วันและ 14 วัน | 53 |
| 12 | จำนวนกิ่งสัปดาห์นี้เมอร์คอตที่แทนกอร์ที่เกิดยอดอ่อนหลังจากได้รับน้ำใหม่นาน 7 - 14 วัน | 54 |

สารบัญตาราง (ต่อ)

| ตารางที่ | | หน้า |
|----------|--|------|
| 13 | ความยาวยอดอ่อนผลิใหม่ของส้มพันธุ์มินเน โอลาแทนเจโล (เซนติเมตร) หลังจากได้รับน้ำใหม่นาน 7 -14 วัน | 57 |
| 14 | เปรียบเทียบจำนวนกิ่งส้มพันธุ์ฮันนี่เมอร์คอตท์แทนกอร์และพันธุ์มินเน โอลาแทนเจโลที่เกิดยอดอ่อนผลิใหม่หลังจากครบกำหนดการงค่น้ำของแต่ละทริทเมนต์ | 58 |
| 15 | เปรียบเทียบจำนวนกิ่งส้มพันธุ์ฮันนี่เมอร์คอตท์แทนกอร์และพันธุ์มินเน โอลาแทนเจโลที่เกิดยอดอ่อนผลิใหม่ หลังจากการได้รับน้ำใหม่นาน 7 วัน | 59 |
| 16 | เปรียบเทียบจำนวนกิ่งส้ม พันธุ์ฮันนี่เมอร์คอตท์แทนกอร์และพันธุ์มินเน โอลาแทนเจโลที่เกิดยอดอ่อนผลิใหม่ หลังจากการได้รับน้ำใหม่นาน 14 วัน | 59 |
| 17 | เปรียบเทียบความยาวยอดอ่อนผลิใหม่ (เซนติเมตร) ของส้มพันธุ์ฮันนี่เมอร์คอตท์แทนกอร์และพันธุ์มินเน โอลาแทนเจโลหลังจากการได้รับน้ำใหม่นาน 7 วัน | 62 |
| 18 | เปรียบเทียบความยาวยอดอ่อนผลิใหม่ (เซนติเมตร) ของส้มพันธุ์ฮันนี่เมอร์คอตท์แทนกอร์และพันธุ์มินเน โอลาแทนเจโลหลังจากการได้รับน้ำ 14 วัน | 62 |
| 19 | ปริมาณดอกของส้มพันธุ์ฮันนี่เมอร์คอตท์แทนกอร์ที่เกิดขึ้นหลังได้รับน้ำใหม่นาน 21 วันและ 28 วัน | 66 |
| 20 | ปริมาณดอกของส้มพันธุ์มินเน โอลาแทนเจโลที่เกิดขึ้นหลังได้รับน้ำใหม่ | 69 |
| 21 | เปรียบเทียบจำนวนดอกของส้มพันธุ์ฮันนี่เมอร์คอตท์แทนกอร์และพันธุ์มินเน โอลาแทนเจโลหลังจากการได้รับน้ำใหม่นาน 21 วัน | 70 |
| 22 | เปรียบเทียบจำนวนดอกของส้มพันธุ์ฮันนี่เมอร์คอตท์แทนกอร์และพันธุ์มินเน โอลาแทนเจโลหลังจากการได้รับน้ำใหม่นาน 28 วัน | 70 |
| 23 | จำนวนตาดอกของส้มพันธุ์ฮันนี่เมอร์คอตท์แทนกอร์และพันธุ์มินเน โอลาแทนเจโลที่นับได้จากการตรวจสอบด้วยกล้องจุลทรรศน์ (7 วันหลังจากการให้น้ำใหม่) | 78 |
| 24 | จำนวนตาดอกของส้มพันธุ์ฮันนี่เมอร์คอตท์แทนกอร์และพันธุ์มินเน โอลาแทนเจโลที่นับได้ (14 วันหลังจากการให้น้ำใหม่) | 78 |

สารบัญตาราง (ต่อ)

| | ตารางผนวกที่ | หน้า |
|----|---|------|
| 1 | สภาพภูมิอากาศระหว่างทำการทดลอง | 107 |
| 2 | ประเมินค่าการขาดน้ำของใบส้มเปลือกก่อนพันธุ์ฮันนี่เมอร์คอตท์แทนกอร์ และพันธุ์มินเนโอลาแทนเจ โลกจากลักษณะภายนอก | 110 |
| 3 | แสดงค่าปริมาณน้ำสัมพัทธ์ในใบในวันที่ทำการเก็บข้อมูล | 111 |
| 4 | แสดงจำนวนยอดอ่อนผลิใหม่ในวันที่ทำการเก็บข้อมูล | 112 |
| 5 | แสดงความยาวยอดอ่อนผลิใหม่ (เซนติเมตร) ในวันที่ทำการเก็บข้อมูล | 113 |
| 6 | การวิเคราะห์ความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยของปริมาณน้ำสัมพัทธ์ในใบส้มพันธุ์ฮันนี่เมอร์คอตท์แทนกอร์กับระยะเวลาของการงดน้ำ (ก่อนการทดลอง) | 114 |
| 7 | การวิเคราะห์ความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยของปริมาณน้ำสัมพัทธ์ในใบส้มพันธุ์มินเนโอลาแทนเจ โลกกับระยะเวลาของการงดน้ำ (ก่อนการทดลอง) | 114 |
| 8 | การวิเคราะห์ความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยของปริมาณน้ำสัมพัทธ์ในใบส้มพันธุ์ฮันนี่เมอร์คอตท์แทนกอร์กับระยะเวลาของการงดน้ำ ในวันที่ครบกำหนดการงดน้ำของแต่ละทรีทเมนต์ | 114 |
| 9 | การวิเคราะห์ความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยของปริมาณน้ำสัมพัทธ์ในใบส้มพันธุ์มินเนโอลาแทนเจ โลกกับระยะเวลาของการงดน้ำ ในวันที่ครบกำหนดการงดน้ำของแต่ละทรีทเมนต์ | 115 |
| 10 | การวิเคราะห์ความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยของปริมาณน้ำสัมพัทธ์ในใบส้มพันธุ์ฮันนี่เมอร์คอตท์แทนกอร์กับระยะเวลาของการงดน้ำ ในช่วง 7 วันหลังให้น้ำใหม่ | 115 |
| 11 | การวิเคราะห์ความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยของปริมาณน้ำสัมพัทธ์ในใบส้มพันธุ์มินเนโอลาแทนเจ โลกกับระยะเวลาของการงดน้ำ ในช่วง 7 วัน หลังให้น้ำใหม่ | 115 |
| 12 | การวิเคราะห์ความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยของปริมาณน้ำสัมพัทธ์ในใบส้มพันธุ์ฮันนี่เมอร์คอตท์แทนกอร์กับระยะเวลาของการงดน้ำ ในช่วง 14 วันหลังให้น้ำใหม่ | 116 |

สารบัญตาราง (ต่อ)

| ตารางผนวกที่ | | หน้า |
|--------------|---|------|
| 13 | การวิเคราะห์ความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยของปริมาณน้ำสัมพัทธ์ในใบส้ม พันธุ์มินเนโอลาแทนเจโลกับระยะเวลาของการรดน้ำ ในช่วง 14 วันหลังให้น้ำใหม่ | 116 |
| 14 | การวิเคราะห์ความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยของจำนวนกิ่งที่เกิดยอดอ่อนส้ม พันธุ์ฮันนี่เมอร์คอตท์แทนกอร์กับระยะเวลาของการรดน้ำ ในวันที่ครบ กำหนดการรดน้ำของแต่ละทรีทเมนต์ | 116 |
| 15 | การวิเคราะห์ความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยของจำนวนกิ่งที่เกิดยอดอ่อนส้ม พันธุ์มินเนโอลาแทนเจโลกับระยะเวลาของการรดน้ำในวันที่ครบกำหนดการ รดน้ำของแต่ละทรีทเมนต์ | 117 |
| 16 | การวิเคราะห์ความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยของจำนวนกิ่งที่เกิดยอดอ่อนส้ม พันธุ์ฮันนี่เมอร์คอตท์แทนกอร์กับระยะเวลาของการรดน้ำ ในวันที่ครบ 7 วัน หลังให้น้ำใหม่ | 117 |
| 17 | การวิเคราะห์ความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยของจำนวนกิ่งที่เกิดยอดอ่อนส้ม พันธุ์มินเนโอลาแทนเจโลกับระยะเวลาของการรดน้ำ ในวันที่ครบ 7 วันหลัง ให้น้ำใหม่ | 117 |
| 18 | การวิเคราะห์ความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยของจำนวนกิ่งที่เกิดยอดอ่อนส้ม พันธุ์ฮันนี่เมอร์คอตท์แทนกอร์กับระยะเวลาของการรดน้ำในวันที่ครบ 14 วัน หลังให้น้ำใหม่ | 118 |
| 19 | การวิเคราะห์ความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยของจำนวนกิ่งที่เกิดยอดอ่อนส้ม พันธุ์มินเนโอลาแทนเจโลกับระยะเวลาของการรดน้ำ ในวันที่ครบ 14 วัน หลังให้น้ำใหม่ | 118 |
| 20 | การวิเคราะห์ความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยของความยาวเฉลี่ยยอดอ่อนผล ใหม่ส้มพันธุ์ฮันนี่เมอร์คอตท์แทนกอร์กับระยะเวลาของการรดน้ำในวันที่ ครบ 7 วันหลังให้น้ำใหม่ | 118 |

สารบัญตาราง (ต่อ)

| ตารางผนวกที่ | | หน้า |
|--------------|--|------|
| 21 | การวิเคราะห์ความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยของความยาวเฉลี่ยของค่อนผลิ ใหม่สัมพันธู์มินเน โอลาแทนเจโลกับระยะเวลาของการงค่น้ำ ในวันที่ครบ 7 วันหลังให้น้ำใหม่ | 119 |
| 22 | การวิเคราะห์ความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยของความยาวเฉลี่ยของค่อนผลิ ใหม่สัมพันธู์อินนี่เมอร์คอทท์แทนกอร์กับระยะเวลาของการงค่น้ำในวันที่ ครบ 14 วันหลังให้น้ำใหม่ | 119 |
| 23 | การวิเคราะห์ความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยของความยาวเฉลี่ยของค่อนผลิ ใหม่สัมพันธู์มินเน โอลาแทนเจโลกับระยะเวลาของการงค่น้ำ ในวันที่ครบ14 วันหลังให้น้ำใหม่ | 119 |
| 24 | การวิเคราะห์ความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยของจำนวนดอกสัมพันธู์อินนี่เมอร์ คอทท์แทนกอร์กับระยะเวลาของการงค่น้ำในวันที่ครบ 21 วันหลังให้น้ำใหม่ | 120 |
| 25 | การวิเคราะห์ความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยของจำนวนดอกสัมพันธู์มินเน โอลา แทนเจโลกับระยะเวลาของการงค่น้ำในวันที่ครบ 21 วันหลังให้น้ำใหม่ | 120 |
| 26 | การวิเคราะห์ความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยของจำนวนดอกสัมพันธู์อินนี่เมอร์ คอทท์แทนกอร์กับระยะเวลาของการงค่น้ำในวันที่ครบ 28 วันหลังให้น้ำใหม่ | 120 |
| 27 | การวิเคราะห์ความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยของจำนวนดอกสัมพันธู์มินเน โอลา แทนเจโลกับระยะเวลาของการงค่น้ำในวันที่ครบ 28 วันหลังให้น้ำใหม่ | 121 |

สารบัญภาพ

| ภาพที่ | | หน้า |
|--------|--|------|
| 1 | แผนการทดลองและการบันทึกผลในแต่ละทริทเมนต์ (ตามระยะเวลาของการรดให้น้ำ) | 24 |
| 2 | ต้นส้มที่ทำการทดลอง | 26 |
| 3 | สีแผ่นใบส้มเปรียบเทียบกับแผนภูมิเทียบสีใบพืช (Leaf Color Chart; LCC) | 29 |
| 4 | ใบส้มเปลือกก่อนพันธุ์ฮันนี่เมอร์คอตท์แทนกอร์ | 30 |
| 5 | ใบส้มเปลือกก่อนพันธุ์ฮันนี่เมอร์คอตท์แทนกอร์ที่ขาดน้ำ 14 – 35 วัน | 31 |
| 6 | อาการขาดน้ำอย่างรุนแรงของส้มพันธุ์ฮันนี่เมอร์คอตท์แทนกอร์ที่ขาดน้ำ 21 วัน | 32 |
| 7 | อาการขาดน้ำอย่างรุนแรงของส้มพันธุ์ฮันนี่เมอร์คอตท์แทนกอร์ที่ขาดน้ำ 28 – 35 วัน | 33 |
| 8 | ใบส้มเปลือกก่อนพันธุ์มินเนโอลาแทนเจโล | 36 |
| 9 | ส้มเปลือกก่อนพันธุ์มินเนโอลาแทนเจโลที่ขาดน้ำนาน 28 – 35 วัน | 37 |
| 10 | อาการขาดน้ำรุนแรงของส้มเปลือกก่อนพันธุ์มินเนโอลาแทนเจโล | 38 |
| 11 | กราฟแสดงค่าปริมาณน้ำสัมพัทธ์ในใบส้มพันธุ์ฮันนี่เมอร์คอตท์แทนกอร์ หลังจากงดให้น้ำนาน 0 7 14 21 28 และ 35 วันและค่าปริมาณน้ำสัมพัทธ์ หลังจากได้รับ น้ำใหม่นาน 7 – 14 วัน | 42 |
| 12 | กราฟแสดงค่าปริมาณน้ำสัมพัทธ์ในใบส้มพันธุ์มินเนโอลาแทนเจโลหลังจากงด ให้น้ำนาน 0 7 14 21 28 และ 35 วันและค่าปริมาณน้ำสัมพัทธ์หลังจากได้รับน้ำ ใหม่นาน 7 – 14 วัน | 44 |
| 13 | กราฟเปรียบเทียบค่าปริมาณน้ำสัมพัทธ์ในใบส้มแต่ละพันธุ์ | 47 |
| 14 | กราฟเปรียบเทียบค่าปริมาณน้ำสัมพัทธ์ระหว่างใบส้มพันธุ์ฮันนี่เมอร์คอตท์แทน กอร์และพันธุ์มินเนโอลาแทนเจโล | 48 |
| 15 | ลักษณะยอดอ่อนผลิใหม่บนกิ่งที่ผ่านการพักตัวของต้นส้มพันธุ์ฮันนี่เมอร์คอตท์ แทนกอร์ หลังจากได้รับน้ำใหม่นาน 7 วันและ 14 วันตามลำดับ | 51 |
| 16 | กราฟเปรียบเทียบจำนวนกิ่งส้มพันธุ์ฮันนี่เมอร์คอตท์แทนกอร์ที่เกิดยอดอ่อนเมื่อ ครบกำหนดการรดน้ำและได้รับน้ำใหม่นาน 7 - 14 วัน | 52 |

สารบัญภาพ (ต่อ)

| ภาพที่ | | หน้า |
|--------|--|------|
| 17 | กราฟเปรียบเทียบความยาวของยอดอ่อนสั้มน้ำพุร้อนนี้เมอร์คอตท์แทนกอร์ที่ผลิตใหม่หลังจากได้รับน้ำใหม่นาน 7 วันและ 14 วัน | 53 |
| 18 | ยอดอ่อนผลิตใหม่บนกิ่งที่ผ่านการพักตัวของต้นสั้มน้ำพุร้อนมินเนโอลาแทนเจโลหลังจากได้รับน้ำใหม่นาน 7 วันและ 14 วัน ตามลำดับ | 55 |
| 19 | กราฟเปรียบเทียบจำนวนกิ่งที่เกิดยอดอ่อนของต้นสั้มน้ำพุร้อนมินเนโอลาแทนเจโลเมื่อครบกำหนดการรดน้ำและหลังจากได้รับน้ำใหม่นาน 7-14 วัน | 56 |
| 20 | กราฟเปรียบเทียบความยาวยอดอ่อนสั้มน้ำพุร้อนมินเนโอลาแทนเจโล เมื่อต้นสั้มน้ำพุร้อนได้รับน้ำใหม่นาน 7 วันและ 14 วัน | 57 |
| 21 | กราฟเปรียบเทียบเปรียบเทียบจำนวนกิ่งสั้มน้ำพุร้อนนี้เมอร์คอตท์แทนกอร์และมินเนโอลาแทนเจโลที่ผลิตยอดอ่อน | 60 |
| 22 | เปรียบเทียบจำนวนกิ่งสั้มน้ำพุร้อนนี้เมอร์คอตท์แทนกอร์และมินเนโอลาแทนเจโลที่เกิดยอดอ่อน | 61 |
| 23 | เปรียบเทียบความยาวของยอดอ่อนผลิตใหม่ของต้นสั้มน้ำพุร้อนนี้เมอร์คอตท์และต้นสั้มน้ำพุร้อนมินเนโอลาแทนเจโล | 63 |
| 24 | กราฟเปรียบเทียบความยาวของยอดอ่อนผลิตใหม่ของต้นสั้มน้ำพุร้อนนี้เมอร์คอตท์แทนกอร์และมินเนโอลาแทนเจโล | 64 |
| 25 | ตาดอกที่เกิดขึ้นหลังจากต้นสั้มน้ำพุร้อนได้รับน้ำใหม่นาน 21 – 28 วัน | 67 |
| 26 | กราฟเปรียบเทียบปริมาณดอกสั้มน้ำพุร้อนนี้เมอร์คอตท์แทนกอร์ที่เกิดหลังจากต้นสั้มน้ำพุร้อนได้รับน้ำใหม่นาน 21 วัน และ 28 วัน | 68 |
| 27 | กราฟเปรียบเทียบปริมาณดอกสั้มน้ำพุร้อนมินเนโอลาแทนเจโลที่เกิดหลังจากต้นสั้มน้ำพุร้อนได้รับน้ำใหม่นาน 21 วัน และ 28 วัน | 69 |
| 28 | กราฟเปรียบเทียบจำนวนดอกสั้มน้ำพุร้อนที่เกิดขึ้นของต้นสั้มน้ำพุร้อนนี้เมอร์คอตท์แทนกอร์และต้นสั้มน้ำพุร้อนมินเนโอลาแทนเจโล | 71 |
| 29 | กราฟเปรียบเทียบจำนวนดอกแต่ละทริทเมนต์ของต้นสั้มน้ำพุร้อนนี้เมอร์คอตท์แทนกอร์และต้นสั้มน้ำพุร้อนมินเนโอลาแทนเจโลที่เกิดหลังจากได้รับน้ำใหม่ | 72 |

สารบัญญภาพ (ต่อ)

| ภาพที่ | | หน้า |
|--------|---|------|
| 30 | ลักษณะของดอกส้ม | 73 |
| 31 | ตาเดี่ยว (single bud) บริเวณปลายยอด (X100) | 74 |
| 32 | กระจุกตา (cluster buds หรือ multiple buds) (X100) | 75 |
| 33 | กายวิภาคของเนื้อเยื่อเจริญส่วนปลายของตาส้มที่กำลังพักตัว (X400) | 76 |
| 34 | กายวิภาคของเนื้อเยื่อเจริญส่วนปลายของตาดอก (X400) | 77 |

สภาวะความเครียดของน้ำที่มีผลต่อสัณฐานวิทยาและการเกิดตาดอก
ส้มพันธุ์ฮันนี่เมอร์คอตท์แทนกอร์และมินเนโอลาแทนเจโล

**Effects of Water Stress on Morphology and Floral Buds Formation
of Honey Murcott Tangor and Minneola Tangelo**

คำนำ

ส้ม (Citrus) เป็นผลไม้ที่นิยมบริโภคกันทุกเขตของโลก มีปริมาณการปลูกและผลผลิตออกสู่ตลาดโลกเป็นอันดับต้นๆของการผลิตไม้ผล จากข้อมูลการส่งออกส้มของกรมศุลกากร (2549) พบว่าในช่วงเดือนมกราคมถึงสิงหาคม 2549 ประเทศไทยมีรายได้จากการส่งออกส้มไปจำหน่ายยังตลาดต่างประเทศ 432,758,807 บาท กลุ่มส้มเปลือกอ่อน (Mandarin) มีมูลค่าการส่งออกรวม 217,670,844 บาท พันธุ์ที่เกษตรกรนิยมปลูก คือ ส้มเขียวหวาน ส้มโชกุน เป็นต้น อย่างไรก็ตาม มีส้มเปลือกอ่อนอีกหลายพันธุ์ที่ตลาดต่างประเทศนิยมบริโภคมากกว่าส้มสายพันธุ์ดังกล่าว ดังนั้น หากประเทศไทยสามารถผลิตพันธุ์ส้มเปลือกอ่อนที่ได้รับความนิยมของตลาดต่างประเทศเป็นผลผลิตมีคุณภาพดีสามารถส่งออกไปจำหน่ายยังตลาดต่างประเทศได้ จะช่วยเพิ่มรายได้เข้าสู่ประเทศให้เพิ่มมากขึ้น การชักนำให้ส้มออกดอกโดยการควบคุมปริมาณการให้น้ำกับต้นส้มเพื่อให้เกิดความเครียดจากการขาดน้ำเป็นวิธีการหนึ่งที่ทำให้ได้ดอกส้มที่มีคุณภาพดีและมีปริมาณมากโดยที่ไม่เป็นอันตรายต่อต้นส้ม ช่วยให้ต้นส้มสามารถให้ผลผลิตส้มที่มีคุณภาพ มีผลผลิตสูง สามารถเก็บเกี่ยวผลผลิตได้ยาวนาน รวมทั้งสามารถบังคับให้มีผลผลิตนอกฤดูได้ตามความต้องการของชาวสวน

ดังนั้น จึงมีความจำเป็นที่ต้องมีการศึกษาวิจัยในเรื่องการควบคุมปริมาณน้ำ ระยะเวลาที่เหมาะสมของการรดน้ำเพื่อให้มีความสัมพันธ์เกี่ยวข้องกับกลไกการออกดอก ระยะเวลาเจริญเติบโตของตาดอก การผลิตดอก การติดผล ปริมาณและคุณภาพของผลส้มในการผลิตส้มเป็นการค้า ทั้งนี้เพื่อนำความรู้มาประยุกต์ใช้เป็นแนวปฏิบัติทางการเกษตรในการควบคุมปริมาณและประสิทธิภาพของผลผลิตเพื่อให้ได้ผลส้มที่มีปริมาณและคุณภาพสูงต่อไป

วัตถุประสงค์

เพื่อศึกษาผลของสภาพความเครียดขนาดน้ำระดับต่างๆ ที่มีผลต่อลักษณะโครงสร้างทางสัณฐานและสรีระของใบ การเกิดตาดอก การออกดอก ติดผลของส้มเปลือกอ่อนพันธุ์ฮันนี่เมอร์คอตท์แทนกอร์ (Honey murcott tangor) และพันธุ์มินเนโอลาแทนเจโล (Minneola tangelo) และเพื่อใช้ผลของการทดลองเป็นแนวทางในการพัฒนาและปฏิบัติให้ส้มทั้งสองพันธุ์เป็นผลไม้เศรษฐกิจที่จะผลิตเป็นการค้าในอนาคต

การตรวจเอกสาร

ลักษณะทั่วไปของส้ม

ส้มมีหลายชนิดและหลายพันธุ์ เช่น ส้มเขียวหวาน (mandarin หรือ tangerine) ส้มโอ (pummelo) มะนาว (lime) เป็นต้น ผลส้มชนิดต่างๆ มีคุณภาพแตกต่างกัน ทั้งกลิ่น รส สี ความหวานและขนาดของผล การจำแนกตามหลักพืชสวนของพืชในสกุล *Citrus* แบ่งเป็น 4 กลุ่ม ได้แก่ กลุ่มส้มเกลี้ยง (oranges) กลุ่มส้มเปลือกกล่อน (mandarins) กลุ่มส้มโอและเกรฟฟรุท (pummelos and grapefruits) และกลุ่มที่มีรสเปรี้ยว (common acid members) (Hodgson, 1967) กลุ่มส้มที่ปลูกเป็นการค้าเพื่อบริโภคมี 3 สกุล คือ *Citrus Fortunella* และ *Poncirus* ส้มพันธุ์ฮันนี่เมอร์คอตท์ (Honey murcott) และพันธุ์มินเนโอลาแทนเจโล (Minneola tangelo) จัดอยู่ในกลุ่มส้มเปลือกกล่อน (mandarins หรือ tangerine หรือ loose-skin orange) มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Citrus reticulata* Blanco (Davenport, 1990; Krajewski and Rabe, 1995; Spiegel-Roy and Goldschmidt, 1996)

กลุ่มส้มเปลือกกล่อนมีระบบรากแก้ว การขนใบของรากอยู่ในระดับดินไม่เกิน 50 เซนติเมตร การแผ่กระจายของรากสัมพันธ์กับการเจริญเติบโตของทรงพุ่มที่อยู่ในระดับเหนือดิน เป็นไม้ยืนต้นขนาดกลาง เนื้อไม้ค่อนข้างอ่อน เปลือกกิ่งที่มีอายุไม่มากมีสีเขียว กิ่งแก่มีสีเหลืองอมน้ำตาล ผิวเรียบหรือขรุขระเล็กน้อย ใบเป็นใบประกอบแบบ unifoliate มีต่อมน้ำมัน (oil glands) กระจายทั่วแผ่นใบ ก้านใบ (petiole) แผ่กว้างเป็นปีก (wing) แคบ ผิวของแผ่นใบเป็นมัน ดอกพบทั้งดอกเดี่ยวและช่อดอก เกิดจากตายอด (terminal bud) และตาข้าง (lateral bud) ช่อดอกแบบ cymose มี 3 – 5 ดอกย่อย เป็นดอกสมบูรณ์ (complete flower) ประกอบด้วย กลีบเลี้ยง (sepal) สีเขียว 5 กลีบ กลีบดอก (petal) สีขาว 4 – 5 กลีบ เกสรเพศผู้ (stamen) 20- 40 อัน อับเรณู (anther) 4 ช่อง ภายในมีละอองเรณู เกสรเพศเมีย (pistil) ประกอบด้วยรังไข่แบบ superior ovary มี 8-14 carpel ที่แยกจากกัน แต่ละ carpel มี 1 locule ก้านเกสรเพศเมีย (style) เชื่อมเป็นหลอดเดียวกัน ผลเป็นแบบ hesperidium (เปรมปรี, 2544; มงคล, 2538)

กระบวนการออกดอกของส้ม

การออกดอก คือ กระบวนการสืบพันธุ์ที่มีความสำคัญต่อการดำรงพันธุ์ ทำให้เกิดการรวมกันของสารพันธุกรรมระหว่างต้นพ่อและแม่ ในระยะที่พืชสร้างดอกต้องอาศัยกระบวนการต่างๆทางสรีรวิทยาที่สลับซับซ้อน มีการเปลี่ยนแปลงของเนื้อเยื่อเจริญ (meristem) ในระยะการเจริญทางด้านวิวัฒนาการ (vegetative growth) เป็นระยะการเจริญด้านเจริญพันธุ์ (reproductive growth) (Hopkins, 1995) ปัจจัยทั้งภายในและภายนอกมีส่วนเกี่ยวข้องกับการออกดอก เช่น แสง อุณหภูมิ ธาตุอาหาร ฮอโมน รวมทั้งอายุและความพร้อมของพืช (Krajewski and Rabe, 1995)

อุณหภูมิและความเป็นประโยชน์ของน้ำในดินเป็นปัจจัยสำคัญให้ส้มมีการผลิยอดและออกดอก สภาพอุณหภูมิที่นาน 2 – 4 เดือนเป็นสิ่งสำคัญพื้นฐานในการชักนำการออกดอกของส้มที่ปลูกในสภาพเขตกึ่งร้อน (subtropical climate) สำหรับส้มที่ปลูกในเขตร้อน (tropical climate) ความเครียดเนื่องจากการขาดน้ำเป็นปัจจัยสำคัญที่สุดปัจจัยหนึ่งในการชักนำการออกดอก (Davenport, 1990; Davis and Albrigo, 1994; Krajewski and Rabe, 1995) ในประเทศไทยพบว่าการเกิดดอกของส้มทุกชนิดเกิดขึ้นหลังจากต้นส้มผ่านช่วงความแห้งแล้ง (period of drought) ชาวสวนส้มจึงนิยมทำให้ต้นส้มผ่านช่วงความแห้งแล้งโดยการกักน้ำเพื่อบังคับให้ส้มเขียวหวานออกดอก (วัฒนา, 2514)

การออกดอกของส้มมีหลายลักษณะ ที่พบมากที่สุดคือ เกิดช่อดอกที่ปลายยอดอ่อนผลิใหม่ (leafy inflorescence) ดอกย่อยที่อยู่ตรงกลางช่อมีขนาดใหญ่และสมบูรณ์ เป็นดอกที่มีคุณภาพสูงที่สุด เนื่องจากมีใบใหม่รองรับช่วยเลี้ยงดอกและผลได้ดี ดอกที่ไม่มีใบรองรับ (leafless inflorescence) เป็นดอกที่มีคุณภาพต่ำ ขนาดเล็ก บานช้า ส่วนมากเป็นดอกเพศผู้ โอกาสที่จะติดผลมีต่ำมาก (Guardiola, 1997; Spiegel – Roy and Goldschmidt, 1996)

กระบวนการออกดอกของส้มแบ่งเป็น 3 ระยะ ได้แก่ ระยะชักนำ (induction stage) ระยะการเกิดตาดอก (initiation หรือ evocation stage) และระยะการพัฒนาของดอก (floral development หรือ organogenesis stage) (Hopkins, 1995)

(1) ระยะชักนำ (induction stage) เป็นกระบวนการขั้นแรกที่ทำให้พืชเกิดดอก ระยะนี้พืชเริ่มมีการตอบสนองต่อการกระตุ้นหรือชักนำจากปัจจัยต่างๆ การกระตุ้นทำให้ระยะวิวัฒนาการ

เริ่มเปลี่ยนเป็นระยะเจริญพันธุ์และเกิดการเปลี่ยนแปลงกระบวนการเมแทบอลิซึม (metabolism) ที่ชักนำให้เกิดดอก (Hopkins, 1995)

Davis and Albrigo (1994) กล่าวว่า ระยะเริ่มแรกของการชักนำให้เกิดดอกคือ การหยุดหรือชะงักการเจริญทางวิวัฒนาการ พืชที่เจริญเติบโตในเขตกึ่งร้อนจะชะงักการเจริญทางกิ่งใบและรากในช่วงฤดูหนาว ตาเริ่มเข้าสู่สภาพที่พร้อมจะเป็นตาดอก ปัจจัยที่มีผลต่อการเกิดตาดอกของส้มที่ปลูกในเขตกึ่งร้อน คือ ความหนาวเย็น สภาพอุณหภูมิต่ำกว่า 25 องศาเซลเซียสเป็นเวลาหลายๆ สัปดาห์ การชักนำการเกิดตาดอกมีความสัมพันธ์ในเชิงปริมาณกับเวลา กล่าวคือ หากได้รับอุณหภูมิต่ำเป็นระยะเวลาเวลานาน สามารถชักนำให้เกิดตาดอกมากขึ้น ส่วนพืชที่เจริญเติบโตในเขตร้อน ในช่วงที่ได้รับความแห้งแล้งจะเกิดการชะงักการเจริญของกิ่งและใบ เมื่อนำส้มมาปลูกในเขตร้อน ปัจจัยพื้นฐานที่จำเป็นสำหรับชักนำให้เกิดตาดอกส้ม คือความเครียดขาดน้ำ การชักนำตาดอกเป็นสัดส่วนโดยตรงกับความรุนแรงและระยะเวลายาวนานของการได้รับความเครียดขาดน้ำ พบว่า ส้มที่มีสภาพแห้งแล้งยาวนานกว่า 30 วัน สามารถเกิดตาดอกเพิ่มขึ้นอย่างชัดเจน (Davenport, 1990; Inoue and Kataoka, 1992; Southwick and Davenport, 1986)

Garcia – Luis *et al.* (1992) กล่าวว่า อุณหภูมิต่ำมีผล 2 ประการ คือ ทำให้ตาเข้าสู่การพักตัวและเปลี่ยนเป็นตาดอก นอกจากนี้ยังมีส่วนช่วยทำลายการพักตัวของตาส้มด้วย จากการศึกษาภายในเรือนทดลองควบคุมสภาพแวดล้อม พบว่า อุณหภูมิต่ำ (15 – 18 องศาเซลเซียสในเวลากลางวันและ 8 – 13 องศาเซลเซียสในเวลากลางคืน) สามารถชักนำให้มะนาวออกดอกได้ (Lovatt *et al.*, 1988) ขณะที่อุณหภูมิสูง (30 องศาเซลเซียสในเวลากลางวันและ 25 องศาเซลเซียสในเวลากลางคืน) ยับยั้งการสร้างตาดอก พัฒนาการของดอกเกิดซ้ำ ส้ม Sweet orange พันธุ์ Washington navel ที่ปลูกในแคลิฟอร์เนีย พบว่าใช้เวลาในการพัฒนาดอกนานถึง 3 เดือน (Guardiola, 1997; Lenz, 1969)

ปัจจัยภายนอกอื่นๆ ยังไม่สามารถสรุปได้อย่างชัดเจนว่ามีอิทธิพลเพียงพอที่จะชักนำให้ส้มออกดอกได้ เช่น ช่วงแสง (photoperiod) ทั้งในสภาพแปลงปลูกและเรือนทดลอง พบว่า สภาพวันสั้นไม่มีผลที่จะชักนำให้ส้มออกดอกได้ การออกดอกช่วงฤดูหนาวนั้นน่าจะเนื่องจากอุณหภูมิต่ำมากกว่าสาเหตุจากสภาพวันสั้น สารควบคุมการเจริญเติบโต (plant bioregulators) มีผลต่อการเกิดดอกของส้ม การให้จิบเบอเรลลิน (Gibberellins, GA) กับต้นส้มช่วยยับยั้งการออกดอกของส้ม (Moss, 1976; Spiegel – Roy and Goldschmidt, 1996) เมื่อใช้สารยับยั้งการสร้าง GA พบว่าสามารถยับยั้งการเจริญด้านวิวัฒนาการเท่านั้น ยังไม่สามารถชักนำให้ส้มออกดอกได้ หากปราศจาก

สภาพอุณหภูมิต่ำหรือความเครียดจากการขาดน้ำร่วมด้วย (Davenport, 1990) นอกจากนี้พบว่า การตัดแต่งกิ่งเป็นวิธีจำกัดการเจริญเติบโตทางด้านวัฒนธรรมที่มีอิทธิพลในการชักนำการเกิดดอกของไม้ผลหลายชนิด ทำให้เกิดกิ่งข้างและตาดอกเพิ่มมากขึ้น การตัดแต่งกิ่งในช่วงฤดูร้อน (summer) ช่วยเพิ่มการออกดอกและผล (Forshey and Elfring, 1989; Guimond and Lang, 1998; Webster and Shepherd, 1984)

(2) **ระยะการเกิดตาดอก (initiation หรือ evocation stage)** เป็นระยะที่มีการเปลี่ยนแปลงของตาเข้าสู่ระยะการสร้างจุดกำเนิดดอก (floral primordia) และจุดกำเนิดของส่วนต่างๆของดอก (floral part primordia) เนื้อเยื่อเจริญของตาเริ่มขยายตัว มีลักษณะค่อนข้างแบนและกว้าง เกิดการพองตัวของตาดอก (floral bud) (Davenport, 1990; Hopkins, 1995; Krajewski and Rabe, 1995; McDaneil, 1994) การสร้างจุดเจริญของกลีบเลี้ยง กลีบดอก เกสรเพศผู้และเกสรเพศเมีย ตาสัมเมื่อเกิดจุดเจริญกลีบเลี้ยง (sepal primordia) แล้วเนื้อเยื่อเจริญของตาจะไม่กลับไปเจริญเป็นตาใบอีก ถึงแม้จะมีการให้จิบเบอเรลลิน เนื้อเยื่อเจริญของตายอดที่สร้างจุดกำเนิดกลีบดอกแล้ว ตาที่อยู่ด้านข้างยังสามารถกำเนิดเป็นดอกได้เช่นกัน ระยะเวลาการพัฒนาดอกจนถึงดอกบานผันแปรตามตำแหน่งของการเกิดดอกหรือชนิดของช่อดอกและมีความสัมพันธ์กับอุณหภูมิสะสม (Lovatt *et al.*, 1988) กระบวนการสร้างตาดอกส่งผลให้มีการเพิ่มขึ้นของสารที่เกี่ยวข้องกับการหายใจและอัตราการหายใจ และมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของ RNA และการสังเคราะห์โปรตีนในเนื้อเยื่อเจริญ สิ่งต่างๆเหล่านี้มีความสัมพันธ์กับการเกิดจุดกำเนิดดอกทั้งสิ้น (Hopkins, 1995)

Okuda *et al.* (2004) ศึกษาช่วงเวลาที่เหมาะสมที่สุดในการออกดอกส้ม 'Aoshima' Satsuma mandarin (*Citrus unshiu* Marc.) พบว่า ตาที่ได้รับการชักนำแล้วจะพัฒนาเป็นตาดอกภายใน 2 – 3 วัน ระยะเวลาที่เกิดตาดอกมี 2 ระยะ คือ ช่วงกลางเดือนพฤศจิกายนถึงกลางเดือนธันวาคมและเกิดในช่วงกลางเดือนจนถึงปลายเดือนกุมภาพันธ์ ระยะเวลาอื่นๆเป็นช่วงพักตัวของตา (bud dormancy) หากเกิดอุณหภูมิสูงขึ้นมาเสียก่อนจะมีผลทำให้จำนวนดอกลดลง แสดงว่าฤดูกาลมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงการพักตัวของตาส้มและชักนำการออกดอก (Southwick and Davenport, 1986) สารชะลอการเจริญเติบโต (growth retardants) หลายชนิดมีผลในการยับยั้งการออกดอกและการพัฒนาดอก Sweet orange (*Citrus sinensis*) เช่น 2 – chloroethyltrimethylammonium chloride, 2,3,5 – tri – iodobenzoic acid, maleic hydrazide, morphactin IT 3456, ethylene chlorhydrin (Moss, 1976)

(3) ระยะเวลาพัฒนาของดอก (floral development หรือ organogenesis stage) เป็นระยะที่มีการสร้างโครงสร้างของดอก ชั้นของกลีบเลี้ยง (calyx) เจริญขึ้นมาก่อนส่วนอื่น ตามด้วยชั้นของกลีบดอก (corolla) ชั้นเกสรเพศผู้ (androecium) และชั้นเกสรเพศเมีย (gynoecium) เจริญและพัฒนาขึ้นมาจนถึงระยะออกดอก(anthesis)ซึ่งถือเป็นขั้นระยะสุดท้ายของการพัฒนาดอกในพืช (Davenport, 1990; Grayson, 1994; Hopkins, 1995)

ลักษณะทางสัณฐานวิทยาทั้งภายนอกและภายในของตาส้มชัทซумаแมนดาริน (Satsuma mandarin) พบว่า ดอกส้ม Satsuma ที่เกิดจากตาข้างของกิ่งที่ผ่านการพักตัวและกิ่งใหม่มี bract รองรับเนื้อเยื่อเจริญส่วนปลาย ระยะเวลาตั้งแต่ตาดอกเริ่มบวมพองจนเกิดโครงสร้างของดอกครบทุกส่วน ตาดอกมีขนาด 0.1 เซนติเมตร ใช้เวลาประมาณ 7 วัน การเจริญเติบโตของดอกส้มชัทซумаแบ่งเป็น 5 ระยะ ตาดอกส้มชัทซумаที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 0.1 เซนติเมตรเจริญจนถึงระยะก่อนดอกบาน 1 วัน ใช้เวลาประมาณ 25 – 30 วัน (ลักษณะ, 2546; อรุษา, 2545) ลักษณะทางสัณฐานวิทยาของกิ่งส้มพันธุ์ Washington navel (*Citrus sinensis* L.) ขณะกำลังสร้างตาใบ พบว่า ใบมีขนาด 17.59 ± 5.79 ตารางเซนติเมตร มีจำนวนข้อประมาณ 5 – 6 ข้อต่อกิ่ง ไม่มีหนามและไม่มีการแตกแขนงของกิ่งเป็นจำนวนมาก จุดกำเนิดของโครงสร้างดอกเริ่มจากการเกิดปุ่มกำเนิดกลีบเลี้ยง กลีบดอก เกสรเพศผู้ และเกสรเพศเมียตามลำดับ รวมระยะเวลาการสร้างประมาณ 14 วัน ดอกส้มเกิดที่ส่วนปลายยอดอ่อนและตาข้างของกิ่งที่เจริญขึ้นมาใหม่ เกิดเป็นดอกเดี่ยว (solitary flower) หรือช่อดอก (inflorescence) ขนาดเล็กจำนวน 3 – 5 ดอก ดอกที่เกิดจากตาข้างส่วนมากเป็นดอกเดี่ยวยกเว้นในต้นที่มีสภาพต้นสมบูรณ์ ผลส้มส่วนใหญ่เจริญมาจากดอกกลาง ระยะแรกของการเกิดตาดอกจะสังเกตได้ยากเนื่องจากมีลักษณะใกล้เคียงกับตาใบมาก การจำแนกตาใบและตาดอกออกจากกันได้ต้องใช้ลักษณะรูปร่างและการเจริญของเนื้อเยื่อเจริญส่วนปลายยอด ตาใบมีเนื้อเยื่อเจริญส่วนปลายเป็นรูปโดมโค้งมน เนื้อเยื่อเจริญส่วนปลายของตาดอกในขณะสร้างจุดกำเนิดกลีบเลี้ยงเป็นรูปกระโถก (ลักษณะ, 2546; Lord and Eckard, 1985)

รูปแบบการพัฒนาของส้มคล้ายคลึงกับพืชดอกหลายชนิด เช่น พัฒนาการของเนื้อเยื่อเจริญส่วนปลายของตาข้าง Pillans (*Brumia albiflora*) พบว่า การชักนำให้ดอกเกิดในเดือนตุลาคม ตาข้างเริ่มขยายขนาดออก กิ่งข้างเริ่มยืดยาว พร้อมกับที่เนื้อเยื่อเจริญส่วนปลายเปลี่ยนแปลงเป็นรูปโดม จากนั้นเนื้อเยื่อรูปโดมกว้างเริ่มแบนราบเกิด bract primordial perianth androecium และ gynoecium ตามลำดับ (Poole *et al.*, 2002) เนื้อเยื่อเจริญส่วนปลายของดอก *Arabidopsis thaliana* เริ่มเกิด floral buttress ส่วนของ sepal primordia เกิดขึ้นเป็นอันดับแรก

sepal เชื่อมติดกัน ตามด้วย petal primordia และ stamen primordia stamen แผ่กว้างออกเกิดเป็น stalk และเริ่มปรากฏ stigma papillae การพัฒนาของดอกใช้เวลา 13.25 วัน (Smyth *et al.*, 1990)

ความเครียดจากการขาดน้ำ

ความเครียดขาดน้ำของพืช (water stress) หมายถึง สภาพที่พืชมีพลังงานศักย์ของน้ำ (water potential) และความเต่งของพืช (turgor) ลดลงหรือพืชอยู่ในสภาวะที่ไม่สามารถดูดน้ำได้ทันกับการคายน้ำ ความเครียดขาดน้ำมีความสัมพันธ์กับความชื้นของน้ำในดิน หากความชื้นในดินลดลง การเคลื่อนที่ของน้ำจากดินสู่รากเริ่มมีอัตราที่ช้ากว่าการสูญเสียของพืช ทำให้พืชแสดงออกถึงลักษณะการขาดน้ำ คือ การปิดของปากใบ ใบและยอดอ่อนเหี่ยว เมื่อพลังงานศักย์ของน้ำในดินลดลงจนทำให้พลังงานศักย์น้ำในใบถึงจุดที่เหี่ยวถาวรเกิดขึ้นทำให้พืชไม่สามารถฟื้นความเต่งกลับคืนมาได้ (Kramer, 1983)

สภาวะความเครียดขาดน้ำของพืชสามารถตรวจวัดได้หลายวิธี ทั้งจากการสังเกตลักษณะภายนอกของพืช เช่น ลักษณะทรงพุ่ม (canopy characteristics) ที่ปรากฏอาการขาดน้ำให้เห็น การตรวจวัดปริมาณน้ำสัมพัทธ์ในใบ (Relative Water Contents; RWC) ณ เวลาใดเวลาหนึ่งเปรียบเทียบกับใบที่อิ่มตัวด้วยน้ำและวัดพลังงานศักย์ของน้ำในใบ (leaf water potential) โดยใช้ pressure bomb และ thermocouple hygrometer การตรวจวัดค่า relative water contents และ leaf water potential เป็นวิธีที่เหมาะสมอย่างยิ่งวิธีหนึ่งในการประเมินการตอบสนองต่อสภาวะความเครียดขาดน้ำของพืช (Kramer, 1983; Savé *et al.*, 1995) นอกจากนี้ยังมีวิธีประเมินสภาวะความเครียดขาดน้ำแบบอื่นอีกหลายวิธี เช่น การวัดอุณหภูมิของทรงพุ่มโดยใช้ infra – red thermometer การวัดค่า soil water potential โดยใช้ microtensiometer การวัดค่า leaf conductance โดยใช้ porpometer การวัดอัตราการสังเคราะห์แสงที่ใบเพสลาด โดยใช้ PS system และ infra – red gas analyzer และการหาค่า leaf area index (AI – Khatib and Paulsen, 1990; Ehrler *et al.*, 1978; Huang *et al.*, 1998; Savé *et al.*, 1995; Siddique *et al.*, 2000; Sinclair and Ludlow, 1985; Waddington *et al.*, 1992)

ความเครียดขาดน้ำของพืชมีผลกระทบต่อกระบวนการทางสรีรวิทยาของพืช เช่น การหายใจ ปฏิกิริยาไม่ใช้แสงของกระบวนการสังเคราะห์แสง การสร้างคลอโรฟิลล์ เมแทบอลิซึมของคาร์โบไฮเดรตและไนโตรเจน ความสมดุลของสารควบคุมการเจริญเติบโตของพืช รวมทั้งมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงที่เกี่ยวข้องกับการออกดอกด้วย (Goldchmidt and Koch, 1996) ความเครียด

ขาดน้ำส่งผลให้การสังเคราะห์แสงลดลงมีสาเหตุมาจากการปิดของปากใบมากกว่าความเสียหายของคลอโรพลาสต์ (Castel and Fereres, 1982; Sharkey and Seemann, 1989) ผลของความเครียดขาดน้ำที่มีต่อกลไกและกายวิภาคของปากใบ พบว่าปากใบมีขนาดเล็กลง (Spence *et al.*, 1986) การดูดกลืนแสงและการสูญเสียน้ำในใบถูกควบคุมด้วยลักษณะการเปิดปิดของปากใบ (Jones, 1980; Morris, 1989; Savé *et al.*, 1995) ปากใบปิดเนื่องจากการขาดแคลนน้ำ ทำให้การคายน้ำของ *Heteromeles arbutifolia* Roem. ลดลง อุณหภูมิใบสูงขึ้น การทำงานของคลอโรพลาสต์ถูกจำกัด (Valladares and Percy, 1997) หลังการให้น้ำกับต้นมะเขือเทศที่ขาดน้ำ พบว่าอัตราการคายน้ำเข้าสู่ภาวะปกติแต่อัตราการเจริญเติบโตยังไม่เพิ่มขึ้น (Gu *et al.*, 1996) การปิดปากใบของใบก่อ (*Juglans regia x nigra*) ช่วยรักษาการสูญเสียน้ำจากใบ (leaf dehydration) ลดค่าความดันของท่อลำเลียงน้ำในใบและศักย์น้ำในใบ (Cochard *et al.*, 2002) การขาดน้ำในใบทานตะวัน (*Helianthus annuus* L.) ทำให้ปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์น้อยกว่าออกซิเจน ส่งผลให้เกิดการยับยั้งการสร้าง ribulose biphosphate ซึ่งสัมพันธ์กับการลดลงของ ATP (Tezara *et al.*, 1999)

สภาวะความเครียดขาดน้ำที่ไม่รุนแรงมีผลทำให้อัตราการไหลของตัวถูกละลายและการยืดขยายของเซลล์ (cell expansion) ในข้าวโพด (*Zea mays* L.) ลดลง (Frensch and Hsiao, 1994) ส่งผลกระทบต่อผลผลิตด้วย โดยเฉพาะในช่วง 2 สัปดาห์ก่อนและหลังระยะ Silking (Singh and Singh, 1995) ลักษณะเช่นนี้พบได้ในถั่วเหลือง (*Glycine max* L. Merr.) และทานตะวัน (*Helianthus annuus* L.) (Boyer, 1970) การขาดน้ำอย่างรุนแรงสามารถยับยั้งการสังเคราะห์แสงและการหายใจ (Liptay *et al.*, 1998) ดังนั้น การควบคุมการให้น้ำอย่างเหมาะสมมีความสำคัญต่อการปรับตัว ช่วยให้ต้นกล้าทนต่อความเครียด (Stress – tolerant) และมีเปอร์เซ็นต์การรอดชีวิตสูงขึ้น (Liptay and Nicholls, 1993; Marr and Jirak, 1990) อย่างไรก็ตาม การเกิดความเครียดขาดน้ำระดับปานกลางในระยะพัฒนาการ ทำให้ปริมาณผลผลิตมีความเหมาะสม เนื่องจากพืชยังสามารถนำน้ำไปใช้ได้ยังมีประสิทธิภาพที่สุด (Shaozhong *et al.*, 2000) Panda *et al.* (2004) รายงานว่า ระดับชั้นดิน (soil layer) ลึก 0 - 45 เซนติเมตรในพื้นที่กึ่งเขตร้อน ดินมีความชื้นสูงเหมาะกับการเจริญเติบโตของข้าวโพดมากที่สุด การให้น้ำ 40 เปอร์เซ็นต์ของความจุความชื้นสนามทำให้ข้าวโพดนำน้ำไปใช้ได้มากที่สุด การศึกษารากข้าวโพดในสภาวะความเครียดขาดน้ำของ Chazen and Newmann (1994) พบว่า ระดับ water potential ต่ำ hydraulic pressure และ osmotic pressure ทำให้ผนังเซลล์ของรากแข็งแรง แรงดันของน้ำช่วยให้เซลล์ยืดยาวได้มากขึ้น

เมื่อศักย์ของน้ำ (water potential) ในถั่วเหลืองต่ำลงมาก มีผลให้มวลชีวภาพ (biomass) และ stomatal conductance ลดลง เซลล์พืชมีความสามารถในการซึมน้ำเข้าสู่เซลล์ได้น้อยลง

(Liptay *et al.*, 1998; Muchow *et al.*, 1986) การเกิดสภาวะความเครียดขาดน้ำช่วงสั้นๆ ทำให้พื้นที่ใบ (leaf area) และจำนวนไหล (stolon) ของ *Raphanus raphanistrum* L. *Lycopersicon esculentum* Mill. และ *Trifolium repens* L. ลดลงแต่ไม่มีผลต่อจำนวนใบ เมื่อเพิ่มระยะเวลาการขาดน้ำให้นานมากขึ้นจะทำให้จำนวนใบลดลง (Belaygue *et al.*, 1996; Schulze and Bloom, 1984) ในบร็อกโคลี่ (Broccoli) พบว่า พื้นที่ใบลดลงแต่มวลชีวภาพ (biomass) เพิ่มขึ้นอย่างมาก มวลชีวภาพที่เพิ่มขึ้นนี้อาจจะเกิดจากการพัฒนาของ stress tolerance ในต้นพืช อัตราการเจริญเติบโตลดลง เนื้อเยื่อมีสารถูกละลาย (solute) เพิ่มขึ้น (Latimer, 1990)

Kuchenbuch *et al.* (1986) รายงานว่าเมื่อปริมาณน้ำในดินลดลง การเจริญเติบโตของลำต้นหอมใหญ่ (*Allium sativum* L.) ลดลง เช่นเดียวกับการเจริญเติบโตของรากและลำต้นของข้าวโพดและมะเขือเทศ รวมทั้งผนังเซลล์ของ primary root เสื่อมสลายมากขึ้นด้วย (Liptay and Tan, 1985; Saab *et al.*, 1990; Sharp *et al.*, 1988; Wu *et al.*, 1994) หลังจากย้ายปลูกต้น *Hopea odorata* Roxb. และ *Mimusops elengi* Linn. อัตราการเจริญเติบโตลดลงเพราะขาดอาหารพืชถูกจำกัดเนื่องจากความแน่นของดิน (soil compaction) สภาวะความเครียดขาดน้ำ (water stress) และขาดการควบคุมการให้น้ำที่เหมาะสมด้วย (Craul, 1992; Zainudin *et al.*, 2003)

Siddique *et al.* (2000) รายงานว่า สภาวะความเครียดขาดน้ำส่งผลให้อุณหภูมิในทรงพุ่มและอุณหภูมิใบของข้าวสาลี (*Triticum aestivum* L.) เพิ่มขึ้น ขณะที่ศักย์ของน้ำในใบ (leaf water potential) ศักย์ของน้ำในดิน (soil water potential) และปริมาณน้ำสัมพัทธ์ในใบ (leaf relative water contents; RWC) ลดลง เมื่ออุณหภูมิใบเริ่มลดลง ศักย์ของน้ำในใบและปริมาณน้ำสัมพัทธ์ในใบเริ่มสูงขึ้นพร้อมกับอัตราการสังเคราะห์แสงและอัตราการเจริญเติบโตเพิ่มมากขึ้น ทั้งในระยะพัฒนาภาค (vegetative stage) และระยะเจริญพันธุ์ (reproductive stage) ระยะเจริญพันธุ์มีความอ่อนไหว (sensitive) ต่อสภาพขาดน้ำมากกว่าระยะพัฒนาภาค ผลการทดลองดังกล่าวคล้ายคลึงกับที่ศึกษาในอัลฟัลฟา (alfalfa) และพริกไทย (hot pepper) (Pennypacker *et al.*, 1990; Rascio *et al.*, 1988; Techawongstin *et al.*, 1993) อุณหภูมิในใบข้าวสาลีลดลงมีผลทำให้อัตราการหายใจเพิ่มขึ้น ต้นข้าวสาลีต้องปรับตัวโดยลดอัตราการสังเคราะห์แสง ลักษณะดังกล่าวเป็นการปรับตัวทางสรีรวิทยาของพืชในสภาพแวดล้อมที่ไม่เหมาะสมอย่างหนึ่ง (Jones, 1983)

สภาวะความเครียดขาดน้ำยังชักนำให้ท้อ (*Prunus persica* (L.) Batch) เกิดอาการ blind node เนื้อเยื่อเจริญบริเวณข้อไม่พัฒนา พบอาการดังกล่าวในช่วงปลายของฤดูกาลการเจริญเติบโต (เดือนมีนาคมถึงพฤษภาคม) ลักษณะ normal node พบในช่วงเดือนมิถุนายนถึงกรกฎาคม มีการ

สร้าง prophyll และ procambium ในข้อ blind node ทำให้เกิดแขนงของกิ่งน้อยลง เนื่องจาก vegetative bud ถูกทำลาย ไม่สามารถนำกิ่งแขนงมาใช้ขยายพันธุ์ได้ (Boonprakob *et al.*, 1996; Patten *et al.*, 1989)

Stancato *et al.* (2001) รายงานว่า กล้วยไม้ (epiphytic orchid) มีความไวต่อสภาวะความเครียดขาดน้ำระดับปานกลาง มีผลให้ความสามารถในการสังเคราะห์แสงลดลง เนื่องจากขาด electron transfer ใน Photosystem II ปริมาณน้ำสัมพัทธ์ในใบ (relative water contents; RWC) ลดลงอย่างต่อเนื่อง อัตราส่วนระหว่าง sucrose กับ monosaccharide ในใบลดลง อย่างไรก็ตาม pseudobulb ของกล้วยไม้มีการปรับตัว เก็บสะสมน้ำและผลิต glucomannan เพิ่มขึ้น ลักษณะดังกล่าวเป็นกลไกป้องกันการสูญเสียน้ำ ทำให้ความเข้มข้นของ monosaccharide ในใบและ glucomannan ใน pseudobulb เพิ่มขึ้น ลดการเคลื่อนย้ายน้ำระหว่างเนื้อเยื่อ ปริมาณคาร์โบไฮเดรตใน pseudobulb ที่เพิ่มขึ้นสามารถชักนำให้เกิดการออกดอกได้

Thornton (2002) กล่าวว่า สภาพความเครียดขาดน้ำมีความสัมพันธ์ใกล้ชิดกับอุณหภูมิในช่วงวัน (daytime temperature) อุณหภูมิที่เพิ่มสูงขึ้น ทำให้อัตราการใช้น้ำของมันฝรั่ง (*Solanum tuberosum* L.) สูงขึ้นด้วย เมื่อดินแห้งความชื้นในดินลดลงอย่างรวดเร็ว เกิดความแห้งแล้งและเกิดสภาวะความเครียดขาดน้ำตามมาในที่สุด อุณหภูมิที่สูงขึ้นนี้ทำให้อัตราการหายใจเพิ่มขึ้น การสังเคราะห์แสงลดลง มันฝรั่งสามารถทนต่อการขาดน้ำได้ในช่วงก่อนการสร้าง tuber ถ้าอุณหภูมิดินเพิ่มขึ้นในช่วง 6 - 9 องศาฟาเรนไฮต์ มีผลทำให้ผลผลิตและคุณภาพของหัวมันฝรั่งลดลงมาก อุณหภูมิสูงจะช่วยส่งเสริมการเจริญทางด้านลำต้นของมันฝรั่ง แป้งและ reducing sugars ที่ใช้ในการเจริญของ tuber มีปริมาณลดลง ทำให้คุณภาพของ tuber ลดต่ำลง (Cappaert *et al.*, 1994; Eldredge *et al.*, 1996; Shock *et al.*, 1992)

กะหล่ำปลี (Chinese cabbage) เจริญเติบโตได้รวดเร็ว 95 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักทั้งต้นเป็นน้ำหนักของน้ำ ดังนั้น เมื่อเกิดสภาวะความเครียดขาดน้ำย่อมส่งผลกระทบต่อผลผลิตอย่างรุนแรง หากขาดน้ำช่วง 3 -10 วันหลังการสร้างหัวกะหล่ำปลี หัวกะหล่ำปลีพัฒนาได้ช้า น้ำหนักน้อยลง การพัฒนาของรากลดลง เกิดอาการ necrosis ที่ขอบใบด้วย อาการ necrosis นี้เกิดจากปริมาณแคลเซียมในเนื้อเยื่อต่ำ ใบแก่มีค่า water potential ต่ำ แคลเซียมไม่สามารถเคลื่อนย้ายไปที่ใบแก่ได้ แก่ใจได้โดยให้แคลเซียมทางรากจนเพียงพอเพื่อให้แคลเซียมสามารถเคลื่อนย้ายเข้าไปในต้นพืชได้แบบ mass flow (Aloni, 1986; Doorenbos and Pruitt, 1984; Slatyer, 1973; Zhang, 1990)

Huang and Gao (1999) กล่าวว่า สภาพความเครียดขาดน้ำเป็นปัจจัยจำกัดการเจริญเติบโตของ Turfgrass การรดน้ำนาน 9 วัน ทำให้ค่าศักย์ของน้ำในดิน (soil water contents) ลดลง 20 เปอร์เซ็นต์ ส่งผลต่ออัตราการสังเคราะห์แสงสุทธิ (net photosynthetic rate) อัตราการคายน้ำ (transpiration rate) ปริมาณน้ำสัมพัทธ์ในใบ (relative water content; RWC) stomatal conductance และ photochemical efficiency (Fr/Fm) ลดลง Kaiser (1987) พบว่าใบของ Turfgrass เริ่มเหี่ยวถาวร (permanently wilted) เมื่อค่าปริมาณน้ำสัมพัทธ์ในใบลดลงถึง 30 - 40 เปอร์เซ็นต์ ลักษณะดังกล่าวมีความคล้ายคลึงกับพืชตระกูลหญ้า perennial ryegrass (*Lolium perenne* L.) Kentucky bluegrass (*Poa pratensis* L.) ที่เจริญเติบโตภายใต้สภาพขาดน้ำ ความต้านทานต่อความแห้งแล้งและการฟื้นกลับจากสภาพความเครียดขาดน้ำของ Tall fescue (*Festuca arundinaces* Schrob.) ซึ่งเป็นหญ้าที่มีระบบรากลึกและสามารถหลีกเลี่ยงสภาพแห้งแล้งได้ดี หลังจากการรดน้ำ 14 วัน Tall fescue พันธุ์ "MIC 18" มีการตอบสนองต่อสภาวะความเครียดขาดน้ำมากที่สุด ใบมีวนห่อ อุณหภูมิทรงพุ่มสูงขึ้น ค่า leaf water contents chlorophyll fluorescence leaf area และ leaf biomass ลดลง เมื่อให้น้ำใหม่การเจริญเติบโตกลับสู่ปกติ ขณะที่การรดน้ำนาน 21 วัน Tall fescue ไม่สามารถฟื้นคืนสู่สภาพปกติได้ เนื่องจากเกิดความเสียหายของคลอโรพลาสต์ในใบอย่างสมบูรณ์ (Carrow, 1996; Huang *et al.*, 1998; White *et al.*, 1992) เนื้อเยื่อพืชที่แตกต่างกันมีผลให้ความทนต่อความเครียดขาดน้ำแตกต่างกันด้วย Nus and Hodges (1986) กล่าวว่า เนื้อเยื่อเจริญตาข้าง (lateral bud meristem) ของ Kentucky bluegrass (*Poa pratensis* L. 'Merion') มีความอ่อนไหวต่อการขาดน้ำมากที่สุด สภาวะความเครียดขาดน้ำทำให้การพัฒนาของเนื้อเยื่อเจริญตาข้างลดการสร้างลำต้นใต้ดินลดลง ลักษณะเช่นนี้มีความเกี่ยวข้องกับ auxin ที่ยับยั้งการเจริญของเนื้อเยื่อตาข้าง มีผลให้ cytokinins และ ABA ลดลงด้วย (Milborrow, 1982) กิ่งแอปเปิ้ล (*Malus domestica*) สภาพขาดน้ำในแนวนอน (horizontal shoots) มีปริมาณ ethylene สูง ขณะที่ปริมาณของ auxin และ cytokinin ต่ำกว่าสภาพปกติ ทำให้กิ่งแนวนอนเกิดการชักนำตาดอกเพิ่มขึ้น (Sanyal and Bangerth, 1998)

ระดับความเครียดขาดน้ำปานกลาง (ค่าศักย์น้ำในใบเท่ากับ - 0.6 MPa) ทำให้ขนาด vessel และ shoot hydraulic conductivity ขององุ่น (*Vitis vinifera* L.) ลดลง เป็นการจำกัดการเคลื่อนที่ของน้ำจากรากสู่ลำต้น (Jones, 1983; Lovisolo and Schubert, 1998) พืชชั้นสูงหลายชนิดตอบสนองต่อสภาวะความเครียดขาดน้ำด้วยกลไกทางสรีรวิทยาและโมเลกุล ที่พบมากคือการเคลื่อนที่ของน้ำจากดินเข้าสู่ต้นพืชลดลงและลดการสูญเสียน้ำไม่ให้ระเหยสู่บรรยากาศ (soil - plant - atmosphere water pathway) ลักษณะนี้เรียกว่า bulk conductivity (Moreschet *et al.*, 1990) สภาวะความเครียดขาดน้ำสามารถชักนำให้ vessel สูญเสียสภาพ ทำให้ xylem conductivity ลดลง

ด้วย การพัฒนาของเนื้อไม้ (wood xylem rings) น้อยกว่าปกติ (Hargrave *et al.*, 1994; Lovisolo and Schubert, 1998)

Jagtap *et al.* (1998) กล่าวว่า สภาวะความเครียดเนื่องจากปริมาณแสงมาก อุณหภูมิสูง และการขาดน้ำล้วนส่งผลต่อการเจริญเติบโตของ *Sorghum bicolor* (L.) Moench เป็นสภาวะที่จำกัดความสามารถในการสังเคราะห์แสงของพืช (Feierabend *et al.*, 1992; Greer *et al.*, 1986; Powles, 1984) สภาวะความเครียดขาดน้ำทำให้เกิดความเสียหายต่อ *S. bicolor* (L.) Moench มากที่สุด เมื่อเปรียบเทียบกับสภาวะความเครียดอื่นเพราะลดประสิทธิภาพของ photochemical ของ photosystem II ลดกิจกรรมของ PEP case (Phosphoenolpyruvate Carboxylase) และ Rubisco (Ribulose – 1,5 – Bisphosphate Carboxylase) ทำให้ PEPcase ลดลงถึง 70 เปอร์เซ็นต์ รวมทั้งยังลดปริมาณ chlorophyll ด้วย มีผลต่อกระบวนการสังเคราะห์แสงอย่างมากเนื่องจาก PEPcase เป็นเอนไซม์ตัวแรกที่ใช้ในการตรึงคาร์บอนไดออกไซด์ในพืช C_4 (Jagtap *et al.*, 1998; Vanand Krueger, 1993)

มะเขือยาว (*Solanum melongena* L. cv. Teorem F1) ที่เจริญเติบโตในสภาพขาดน้ำ มีอุณหภูมิใบสูงขึ้น 3 – 4 องศาเซลเซียส มีผลให้ปริมาณคลอโรฟิลล์ ปริมาณน้ำสัมพัทธ์ในใบและอัตราการเจริญเติบโตของลำต้น (vegetative growth) ลดลง เมื่อดันเข้าสู่สภาวะความเครียดขาดน้ำอย่างรุนแรง น้ำในระดับ pot capacity 40 เปอร์เซ็นต์ มีผลทำให้ความสูง เส้นผ่านศูนย์กลางและน้ำหนักแห้งของลำต้นลดลง มีอัตราการแผ่ขยายของใบลดลง อัตราส่วน root/shoot ratio เพิ่มขึ้น แสดงว่าการเกิดความเครียดขาดน้ำในมะเขือยาวทำให้การเจริญของรากเพิ่มขึ้น ยับยั้งการเจริญทางด้านลำต้น ยับยั้งการเคลื่อนย้ายของไนโตรเจน ฟอสฟอรัสและโพแทสเซียมด้วย (Kirmak *et al.*, 2001)

Katsura Tree (*Cercidiphyllum japonicum* Sieb. & Zucc.) เป็นพืชที่ทนแล้งได้ดี ทนต่อการขาดน้ำในระดับความชื้นดินน้อยกว่า $0.16 \text{ m}^3 \cdot \text{m}^{-3}$ ชักน้ำให้เกิดการหลุดร่วงของใบ พื้นที่ผิวใบ (leaf surface area) ลดลง ลดการคายน้ำ สามารถเก็บสะสมน้ำในใบได้มากขึ้น (Addicott, 1982; Dosmann *et al.*, 1999; Ginter – Whitehouse *et al.*, 1983) ใบพืชที่ผ่านสภาวะความเครียดขาดน้ำมักไหม้เกรียมและหลุดร่วงไป เมื่อน้ำตามปกติ ใบสามารถผลิใบใหม่ได้อีกครั้งเรียกว่า refoliation (Kjelgren, 1994) จากการศึกษาของ Mazzoleni and Dickmann (1988) พบว่า ค่า soil metric potential มีค่าน้อยกว่า -1.0 MPa สามารถชักน้ำให้ใบ Poplar (*Populus* L.) หลุดร่วงและลดพื้นที่ใบลง 10 เปอร์เซ็นต์ เช่นเดียวกับใบ Black walnut tree (*Juglans nigra* L.) เมื่อค่าความตักข์ของน้ำ

ในใบอยู่ในระดับ -1.0 และ -2.0 MPa ทำให้ใบหลุดร่วงถึง 35 และ 65 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ การชักนำให้ใบ *Katsura tree* เกิดใบใหม่ได้ง่ายกว่าการชักนำให้เกิดรากและลำต้นใหม่ อัตราส่วนของพื้นที่ใบต่อน้ำหนักแห้งของรากลดลง เพื่อให้เกิดความสมดุลระหว่างการดูดซึมน้ำ (water – absorbing) ของรากและการสูญเสียน้ำ (water – losing) ของใบ (Dosmann *et al.*, 1999; Pallardy and Rhoads, 1993)

ความเข้มข้นของ proline ใช้บ่งชี้สถานะน้ำในพืช (plant water status) ปริมาณ proline ที่เพิ่มขึ้นเป็นตัวบ่งชี้ถึงความทนทานต่อสภาพความแห้งแล้งของกิจกรรม proline oxidase จากการศึกษาค้นคว้าของสถานะเครียดขาดน้ำในระหว่างการออกดอกและติดผลของสตรอเบอรี่ (*Fragaria sp.*) พบว่าการงดน้ำที่ต้นในระยะเวลาออกดอกและติดผล ทำให้ปริมาณ proline เพิ่มขึ้นเป็น 6.24 และ 57.76 เท่าของต้นที่ได้รับน้ำตามปกติตามลำดับ (สุกัญญา, 2545) สถานะความเครียดขาดน้ำมีผลต่อ *Phaseolus vulgaris* L. และ *P. acutifolium* A. Gray ปริมาณน้ำสัมพัทธ์ในใบลดลง ความเข้มข้นของ proline เพิ่มขึ้น ทำให้เกิดสถานะทนทานต่อสถานะความเครียด ในขณะที่ความเข้มข้นของ polyamine และ ammonia ไม่เปลี่ยนแปลง (Ferrat and Lovatt, 1999) polyamine มีบทบาทต่อกระบวนการพัฒนาลำต้นและรากของต้นกล้า Kerguelen cabbage (*Pringlea antiscorbutica*) ปริมาณ polyamine ที่เพิ่มขึ้นเป็นปัจจัยที่ช่วยให้พืชมีความทนต่อความเค็มและความเครียดขาดน้ำ (Boucherean *et al.*, 1999; Couée *et al.*, 2004)

Cattail (*Typha latifolia*) และ *T. domingensis* ทนต่อสภาพน้ำท่วมได้ดีแต่อ่อนไหวต่อสภาพขาดน้ำเป็นอย่างมาก (Pezeshki *et al.*, 1996; Shuwen *et al.*, 2004) การทดลองการขาดน้ำในสภาพแห้งแล้งอย่างต่อเนื่องและการขาดน้ำเป็นระยะเวลาหนึ่ง ทำให้มวลชีวภาพลดลง หน้าที่ของ RuBP และ Rubisco ลดลง ทำให้ photosystem II ในใบเสียหาย อัตราการสังเคราะห์แสงลดลงอย่างรวดเร็ว (Maxwell and Johnson, 2000; Pankovic *et al.*, 1999; Shuwen *et al.*, 2004) ถั่วลิสงพันธุ์ไทนาน 9 พันธุ์ขอนแก่น 60-3 พันธุ์ ICGV 98308 และพันธุ์ ICGV 98324 ที่ปลูกในสภาพความชื้นดิน 3 ระดับ คือ field capacity และ $\frac{1}{2}$ available water และ $\frac{1}{4}$ available water พบว่า ถั่วลิสงทุกพันธุ์มีน้ำหนักแห้ง ผลผลิตต่อฝักและน้ำหนักเมล็ดสูงสุด ที่ระดับความชื้นดิน field capacity และผลผลิตลดลงตามระดับความชื้นในดินที่ลดลง (Vorasoat *et al.*, 2003) ระยะที่สร้างฝักเป็นระยะที่มีความอ่อนไหวต่อการขาดน้ำเป็นอย่างยิ่ง การขาดน้ำอย่างรุนแรงส่งผลต่อคุณภาพของฝักและเมล็ด รวมทั้งทำให้เกิดการปนเปื้อนของ aflatoxin ได้อีกด้วย (Rucker *et al.*, 1995; Sander *et al.*, 1993; Stansell and Pallas, 1985)

ความเครียดจากการขาดน้ำเป็นสัญญาณหลักในการชักนำการออกดอกของส้มที่ปลูกในพื้นที่เขตร้อน นอกจากนี้ช่วงฤดูร้อนที่แห้งแล้งในเขตกึ่งร้อนสามารถชักนำให้ส้มออกดอกได้เช่นกัน (Davenport, 1990; Davis and Albrigo, 1994; Spiegel – Roy and Goldschmidt, 1996) การรดให้น้ำแก่ต้นส้มเปลือกก่อนพันธุ์โชกุนจนทำให้ความชื้นในดินและศักย์น้ำในดินลดลง เมื่อสิ้นสุดการรดน้ำ ปริมาณคาร์โบไฮเดรตในใบที่ไม่อยู่ในรูปโครงสร้าง (Total Nonstructural Carbohydrate; TNC) เพิ่มขึ้นและปริมาณ TNC มีแนวโน้มเพิ่มมากขึ้นตามสภาพความรุนแรงของการขาดน้ำ ขณะที่ปริมาณไนโตรเจน (TN) มีค่าลดลง ทำให้สัดส่วนระหว่าง TNC/TN เพิ่มขึ้น เมื่อส้มมีการผลิยอดใหม่ ปริมาณ TNC ในใบลดลง ปริมาณ TN กลับสูงขึ้นอีกครั้ง ส่งผลให้สัดส่วนระหว่าง TNC/TN ลดลง ส้มไม่ออกดอกเนื่องจากมีปริมาณ TN ในต้นส้มสูงเกินไป (ธีรพงศ์, 2544; ผดุงพงศ์; 2545)

สภาวะความเครียดขาดน้ำต่อการออกดอกของส้มเขียวหวานพันธุ์โชกุนที่ติดตามต้นต่อ Troyer citrange โดยจำกัดปริมาณการให้น้ำ 50 และ 70 เปอร์เซ็นต์ของการให้น้ำปกติ (67 และ 100 มิลลิลิตร/วัน ตามลำดับ) เป็นระยะเวลา 2 4 และ 6 สัปดาห์ หลังจากนั้นจึงให้น้ำเพิ่มขึ้นที่ระดับความจุความชื้นสนาม พบว่า การจำกัดปริมาณและระยะเวลาการให้น้ำต่างกันมีผลทำให้ความชื้นในดินลดลงเป็นระยะเวลาหนึ่งเพียงพอที่จะชักนำให้เกิดความเครียดขาดน้ำ จนสามารถกระตุ้นให้เกิดตาดอก สภาวะความเครียดขาดน้ำอย่างน้อย 2 สัปดาห์สามารถชักนำให้เกิดตาดอก ทั้งนี้ความยาวนานของการขาดน้ำมีผลทำให้ระยะเวลาผลิข่อใหม่เร็วขึ้น จำนวนช่อดอกผลิเพิ่มมากขึ้น (ทัศนพันธุ์, 2545)

สภาวะความเครียดขาดน้ำในต้นส้ม Satsuma mandarin (*Citrus unshiu* Marc.) มีความสัมพันธ์กับระดับฮอร์โมนพืชบางชนิดในระหว่างการชักนำและการพัฒนาของดอก ภายใต้การ' 16 น้ำอย่างรุนแรง ค่าศักย์ของน้ำในใบลดลงอยู่ระหว่าง - 1.5 ถึง - 2.0 MPa พบว่า GA และ ABA ในกิ่งที่สร้างตาดอกมีปริมาณเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ แสดงว่า GA และ ABA มีอิทธิพลต่อการชักนำการออกดอก ขณะที่ IAA มีความสำคัญในช่วงการพัฒนาของดอก (Koshita and Takahara, 2004; Koshita *et al.*, 1999; Ogata, 1997) Davenport (1990) รายงานว่าหลังจากเริ่มรดน้ำ 1 สัปดาห์ GA เพิ่มขึ้นถึง 4 เท่าและค่อยๆลดลงในช่วง 3 สัปดาห์หลังให้น้ำใหม่ ส่วนสภาวะความเครียดขาดน้ำปานกลาง (ค่าศักย์ของน้ำในใบ - 0.5 ถึง -1.0 MPa) ทำให้เกิดการหลุดร่วงของใบและจำนวนข้อที่เกิดในแต่ละกิ่งมีน้อยลง

การขาดน้ำอย่างรุนแรงของส้ม *Satsuma mandarin* มีผลให้มีการสร้างตาดอกน้อยกว่าระดับการขาดน้ำปานกลางรวมทั้งยังมีการสร้างช่อดอกที่ไม่มีใบมากกว่าช่อดอกที่มีใบด้วย (Koshita and Takahara, 2004) การขาดน้ำอย่างรุนแรงในส้ม *Tahiti lime* ชักน้ำให้ส้มออกดอกมากกว่าในสภาวะการขาดน้ำปานกลาง หากระดับการขาดน้ำมีความรุนแรงเกินไปจะส่งผลให้ใบส้มหลุดร่วงมากขึ้นและจำนวนดอกลดลง สภาวะความเครียดขาดน้ำทั้งแบบต่อเนื่องและเป็นระยะๆล้วนมีอิทธิพลต่อการชักน้ำให้ส้มออกดอก การเกิดสภาวะความเครียดขาดน้ำเป็นระยะๆ ของต้นส้ม *Satsuma mandarin* ในระหว่างกลางเดือนตุลาคมช่วยเพิ่มจำนวนตาดอกได้ (Katayama *et al.*, 1989; Koshita *et al.*, 1999; Southwick and Davenport, 1986)

Savé *et al.* (1995) ศึกษากลไกการหลีกเลี่ยงสภาวะความเครียดขาดน้ำของ *Newhall orange (Citrus sinensis (L.) Osbeck)* และ *Ellendale tangor (C. sinensis (L.) Osbeck x C. reticulata Blanco)* พบว่าในสภาวะดังกล่าวศักย์ของน้ำในใบ (leaf water potential) leaf conductance และปริมาณน้ำสัมพัทธ์ในใบลดลง ค่าดังกล่าวเหล่านี้จะเพิ่มขึ้นหลังจากให้น้ำใหม่ เนื้อเยื่อของใบมี elasticity เพิ่มขึ้นแต่จะไม่กลับคืนสู่ปกติ ค่าศักย์ของน้ำในใบ (leaf water potential) leaf conductance และปริมาณน้ำสัมพัทธ์ในใบที่ลดลง บ่งชี้ว่าพืชอยู่ในสภาวะที่สูญเสียน้ำแล้ว (Benzioni and Dunstone, 1988; Savé and Adillon, 1990) Alscher and Cumming (1990) รายงานว่า ส้มที่ปลูกแถบเมดิเตอร์เรเนียนจำเป็นต้องปรับตัวด้วยการควบคุมการเปิด-ปิดของปากใบ (stomatal control) และปรับลักษณะทางทรงพุ่ม (canopy architecture) เพื่อหลีกเลี่ยงสภาพความแห้งแล้ง

ความเครียดขาดน้ำในระดับปานกลางจนถึงรุนแรง (ศักย์ของน้ำในดินมีค่า -2.25 ถึง -3.5 MPa ตามลำดับ) ยาวนานอย่างน้อย 2 สัปดาห์ สามารถชักน้ำให้ *'Tahiti' lime (Citrus latif 17 Tan.)* ออกดอกได้ การขาดน้ำอย่างรุนแรงทำให้เกิดดอกที่ไม่มีใบรองรับ (leafless inflorescence) อย่างไรก็ตาม การขาดน้ำอย่างรุนแรงเป็นเวลานานทำให้เกิดการเหี่ยวอย่างถาวรได้ การทำให้เกิดระดับความเครียดขาดน้ำปานกลางร่วมกับอุณหภูมิต่ำ (18 องศาเซลเซียสในเวลากลางวัน / 10 องศาเซลเซียสในเวลากลางคืน) สามารถชักน้ำให้ส้ม *'Tahiti' lime* ออกดอกได้เป็นจำนวนมากเช่นกัน (Bernier *et al.*, 1981; Southwick and Davenport, 1986)

สภาวะความเครียดขาดน้ำมีผลต่อการสร้างและพัฒนาของผลส้มด้วย โดยจะยับยั้งการยืดขยายและการขยายออกของผลส้ม (Lotter *et al.*, 1985) การเกิดสภาวะความเครียดขาดน้ำอย่างอ่อน (ค่าศักย์น้ำในใบประมาณ 0.2 MPa) ในช่วงก่อนการสร้าง juice sac ของส้ม *tangerine (Citrus*

sinensis Blanco. cv. Zhujū) ทำให้ผนังเซลล์ของผิวผลส้มเสียดสภาพได้ ต้นส้มมีการปรับตัวทางสรีรวิทยาเพื่อหลีกเลี่ยงสภาวะดังกล่าว ทำให้ปริมาณ total soluble solids และ soluble sugars ใน juice sac และผลเพิ่มมากขึ้น ขณะที่ osmotic potential ลดลง (Huang *et al.*, 2000) การตอบสนองต่อความเครียดขาดน้ำดังกล่าวทำให้ผนังเซลล์ของผลส้มแข็งแรงขึ้น (Nuemann, 1995) นอกจากนี้เมื่อวิเคราะห์การทำงานของเอนไซม์บางชนิดที่เกี่ยวข้องกับความแข็งแรงของผนังเซลล์ผิวเปลือกพบว่ากิจกรรมของเอนไซม์ pectinase และ peroxidase เพิ่มมากขึ้น ทำให้มีความสามารถในการสร้างพันธะ diphenolic covalent ได้ดีในสภาพขาดน้ำ (Lampert, 1980) อย่างไรก็ตาม กลไกสร้างความแข็งแรงให้กับผิวส้มจะลดลงภายใต้สภาวะความเครียดขาดน้ำปานกลางจนถึงรุนแรง ปริมาณ water soluble pectin เพิ่มขึ้น calcium และ insoluble pectin ลดลง เป็นสาเหตุสำคัญที่ทำให้ผนังเซลล์ของผลสูญเสียสภาพได้ (Huang *et al.*, 2000) การพัฒนาของผลพืชหลายชนิด เช่น orange grapefruit pear และ peach เมื่อได้รับสภาวะความเครียดขาดน้ำเป็นระยะเวลาหนึ่ง เมื่อให้น้ำใหม่ อัตราการเจริญและพัฒนาของผลเร็วกว่าและผลขยายออกมากกว่าสภาพปกติ (Cohen and Goell, 1988; Huang *et al.*, 1994; Li *et al.*, 1989; Mitchell *et al.*, 1986) ปรากฏการณ์ที่พืชมีอัตราการเจริญเติบโตเพิ่มมากขึ้นในช่วงระยะเวลาที่ได้รับน้ำใหม่ หลังจากที่อยู่ในสภาพขาดน้ำ เรียกว่า compensatory growth (Kramer, 1983) การขาดน้ำมีผลต่อการเจริญในระยะสุดท้ายของผลต่อ (*Prunus persica*) สภาวะความเครียดขาดน้ำยังทำให้การเจริญเติบโตของลำต้น ค่าศักย์น้ำในลำต้นและการสังเคราะห์แสงลดลงด้วย ทั้งนี้พบว่าสภาพการขาดน้ำอย่างรุนแรงทำให้เปอร์เซ็นต์ของ soluble solid ของผลเพิ่มขึ้นด้วย (Besset *et al.*, 2001)

Mwanamwenge *et al.* (1999) ศึกษาผลของสภาวะความเครียดขาดน้ำต่อการสร้างดอกและพัฒนาฝักของ Faba bean (*Vicia faba* L.) พบว่าในระยะการสร้างและพัฒนาฝักมีความอ่อนไหว (sensitive) ต่อสภาวะความเครียดขาดน้ำอย่างยิ่งเมื่อเปรียบเทียบกับระยะเริ่มสร้างดอกและระยะออกดอก ซึ่งขัดแย้งกับรายงานของ El Nadi (1969) ที่กล่าวว่าระยะการสร้างดอก (flowering phase) ของ faba bean เป็นระยะที่อ่อนไหวมากที่สุด ค่าศักย์ของน้ำในใบและพื้นที่ใบลดลงอย่างมากในช่วงท้ายของการงอต้น ใบเริ่มแสดงอาการ necrotic ทำให้ใบหลุดร่วง ใบย่อยไม่สามารถแผ่ขยายได้ เมื่อให้น้ำใหม่ ขนาดของใบลดลงอย่างถาวร ใบที่เกิดอาการ necrotic ไม่สามารถฟื้นคืนสภาพได้ นอกจากนี้ ค่า stomatal conductance และอัตราการสังเคราะห์แสงลดลง การที่อัตราการสังเคราะห์แสงเริ่มลดลงตั้งแต่ระยะออกดอกจนถึงระยะสร้างเมล็ด ทำให้ดอกและฝักมีขนาดเล็ก ส่งผลให้ดัชนีการเก็บเกี่ยว (harvest indices) และผลผลิตลดลงถึง 50 เปอร์เซ็นต์ (Mwanamwenge *et al.*, 1999) Husain *et al.* (1988) กล่าวว่า faba bean ที่ปลูกในพื้นที่ sub-humid climate ของประเทศนิวซีแลนด์ มีลักษณะกิ่งสั้น ใบมีขนาดเล็ก น้ำหนักแห้งของลำต้น

น้อย ขณะที่น้ำหนักแห้งของรากเพิ่มมากขึ้นเมื่อเปรียบเทียบกับพื้นที่อื่น ลักษณะดังกล่าวถือเป็น การปรับตัวเพื่อให้เจริญเติบโตในพื้นที่ที่มีฝนตกน้อยกว่า 350 มิลลิเมตรต่อปี

Halevy (1972) ศึกษาผลของความเครียดขาดน้ำที่มีต่อแกแลคทีโอลัส การงดน้ำนาน 22 วัน ส่งผลให้ค่าศักย์ของน้ำในดิน (soil water potential) ปริมาณน้ำสัมพัทธ์ในใบ (leaf relative water contents) และการเปิดของปากใบลดลง ระยะเริ่มต้นการสร้างดอก (flower initiation) และระยะที่ เกิดใบที่ 4 ถือเป็นช่วงที่อ่อนไหวต่อสภาวะความเครียดขาดน้ำมากที่สุดส่งผลให้เปอร์เซ็นต์การออก ดอกและคุณภาพของดอกลดลง ลำต้นได้ดินที่ทำหน้าที่สะสมอาหาร (corn) ไม่เสียหาย เนื่องจาก ยังสามารถรักษาน้ำไว้ได้ดี การขาดน้ำในช่วงแรกของการพัฒนาดอกมีผลต่อการพัฒนาเป็นดอกที่ สมบูรณ์และการติดเมล็ดเกิดได้ยากมากขึ้น การป้องกันไม่ให้เกิดสภาวะความเครียดขาดน้ำในใบ และดอกของไม้ตัดดอกต้องเพิ่มความชื้นและลดอุณหภูมิใบ วิธีที่ดีที่สุดคือเพิ่มความถี่ของการให้น้ำต่อวัน ทำให้อัตราการสังเคราะห์แสงและการพัฒนาของดอกเพิ่มมากขึ้น (Zeid, 1970)

อุปกรณ์และวิธีการ

อุปกรณ์

1. ใบบและตาส้มเปลือกก่อนพันธุ์ฮันนี่เมอร์คอตท์แทนกอร์ (Honey murcott tangor) และพันธุ์มินเนโอลาแทนเจโล (Minneola tangelo) จากต้นอายุ 3 ปี พันธุ์ละ 24 ต้น ปลูกในสภาพแปลงปลูกกลางแจ้ง ณ ตำบลเขาโจด อำเภอศรีสวัสดิ์ จังหวัดกาญจนบุรี ระยะปลูกระหว่างต้นส้ม 3 เมตรและระยะปลูกระหว่างแถวประมาณ 3 เมตร

2. อุปกรณ์และสารเคมีสำหรับเก็บตัวอย่าง เช่น ป้ายและขวดสำหรับติดตัวอย่างพืช มีดกรรไกรตัดกิ่ง ขวดเก็บตัวอย่าง ถังพลาสติก FAA 70% (Formalin Acetic Acid 70%)

3. อุปกรณ์ที่ใช้ในการศึกษาลักษณะพื้นฐานวิทยาของต้นส้ม เช่น ไม้บรรทัด แผนภูมิเทียบสีใบพืช (Leaf Color Chart; LCC) (Wilson, 1941)

4. อุปกรณ์ที่ใช้ในการศึกษาปริมาณน้ำสัมพัทธ์ในใบ เช่น เครื่องชั่งน้ำหนัก ตู้อบตัวอย่าง

5. สารเคมี เครื่องมือและอุปกรณ์ไมโครเทคนิคทางพืช เช่น ethyl alcohol TBA paraffin xylene ether canada balsam rotary microtome hot air oven slide warmer สไลด์ฝ้า กระจกปิดสไลด์ สีย้อม ได้แก่ safranin และ fast green เป็นต้น

6. กล้องจุลทรรศน์แบบ compound microscope และกล้องถ่ายภาพประกอบกล้องจุลทรรศน์ Zeiss Axioskop 2 Plus กล้องถ่ายภาพดิจิทัล

7. เครื่องมือวัดความชื้นในดิน ได้แก่ soil moisture meter รุ่น Model 5910A และ gypsum blocks

8. เครื่องมือวัดความชื้นสัมพัทธ์และอุณหภูมิดิน (digital psychrometer 5105)

วิธีการ

1.แผนการทดลอง

วางแผนการทดลองแบบ Completely Randomized Design (CRD) แบ่งต้นส้มแต่ละพันธุ์ ออกเป็น 6 ทริทเมนต์ (ตามระยะเวลาของการงดให้น้ำ) ในแต่ละทริทเมนต์มีจำนวน 4 ซ้ำ (1 ซ้ำใช้ต้นส้ม 1 ต้น)

ทริทเมนต์ที่ 1 ต้นควบคุม (control) ให้น้ำตามสภาพปกติ (120 ลิตร/ต้น/3วัน)
ในปริมาณน้ำที่เกษตรกรให้จริงในสภาพสนาม

ทริทเมนต์ที่ 2 งดให้น้ำ 7 วัน

ทริทเมนต์ที่ 3 งดให้น้ำ 14 วัน

ทริทเมนต์ที่ 4 งดให้น้ำ 21 วัน

ทริทเมนต์ที่ 5 งดให้น้ำ 28 วัน

ทริทเมนต์ที่ 6 งดให้น้ำ 35 วัน

สุ่มตัดปลายกิ่งที่มีขนาดใกล้เคียงกันที่ผ่านการปักตัวและอยู่บริเวณรอบนอกของทรงพุ่ม ทริทเมนต์ละ 80 กิ่ง งดการให้น้ำแก่ต้นส้มโดยถอดหัวระบบการให้น้ำแบบหยดออก ในขณะที่ต้น ควบคุมได้รับน้ำต่อเนื่อง 120 ลิตร/ต้น/3 วัน เมื่อทำการงดน้ำแก่ต้นส้มในแต่ละทริทเมนต์จนครบ ตามแผนการทดลองแล้ว ได้ให้น้ำกับต้นส้มเต็มที่ในปริมาณที่ดินอุ้มน้ำไว้ได้หรือที่ความจุความชื้น สนาม (Field Capacity) หลังจากนั้นอีก 3 วัน จึงให้น้ำตามสภาพปกติที่เกษตรกรให้จริง (ปริมาณ 120 ลิตร/ต้น) และให้น้ำทุกๆ 3 วันในเวลา 08.30 – 09.30 น. (ภาพที่ 1)

2.การบันทึกผล

2.1 ศึกษาลักษณะสัณฐานวิทยาภายนอกของต้นส้มที่แสดงอาการสภาวะเครียดขาดน้ำ

สังเกตลักษณะใบส้มที่มีการเปลี่ยนแปลงขณะที่ต้นส้มได้รับสภาวะความเครียด ขาดน้ำและหลังจากได้รับน้ำใหม่เปรียบเทียบกับต้นที่ได้รับน้ำตามสภาพปกติ เทียบสีแผ่นใบส้ม

กับแผนภูมิเทียบสีใบพืช (Leaf Color Chart; LCC) การม้วนงอของแผ่นใบ มุมระหว่างกิ่งกับก้านใบ เป็นต้น บันทึกผลในช่วงก่อนการทดลอง เมื่อครบกำหนดการงอของแต่ละทรีทเมนต์ และหลังจากให้น้ำใหม่เป็นระยะเวลา 7 – 14 วัน โดยใช้ค่าประเมินลักษณะอาการขาดน้ำดังนี้

- 0 = อาการปกติ ใบสีเขียวสด (Leek Green, No. LCC 1060) ขอบใบไม่ม้วนห่อ มุมระหว่างกิ่งกับก้านใบเป็นมุมแหลม (0° - 60°)
- 1 = แสดงอาการขาดน้ำเล็กน้อย ใบสีเขียวซีด (Spinach Green, No. LCC 960) ขอบใบม้วนห่อเล็กน้อย มุมระหว่างกิ่งกับก้านใบเป็นมุมแหลม (0° - 60°)
- 2 = แสดงอาการขาดน้ำปานกลาง ใบสีเขียวซีด (Spinach Green, No. LCC 960) ขอบใบม้วนห่อมาก มุมระหว่างกิ่งกับก้านใบเป็นมุมกว้าง (มากกว่า 60° - 90°)
- 3 = แสดงอาการขาดน้ำรุนแรง ใบสีเหลือง (Yellowish Orange, No. LCC 763) ขอบใบม้วนห่อมาก มุมระหว่างกิ่งกับก้านใบเป็นมุมฉาก (มากกว่า 90° - 100°)
- 4 = แสดงอาการขาดน้ำรุนแรงมาก ใบสีเหลือง (Yellowish Orange, No. LCC 763) ขอบใบม้วนห่อมากเกือบชิดกัน มุมระหว่างกิ่งกับก้านใบเป็นมุมป้าน (มากกว่า 100° - 180°) และใบที่อยู่โคนกิ่งหลุดร่วง

2.2 ศึกษาการเปลี่ยนแปลงปริมาณน้ำสัมพัทธ์ในใบ (Relative Water Contents; RWC)

สุ่มเก็บใบส้มจำนวน 40 ใบต่อทรีทเมนต์จากกิ่งที่ผ่านการพักตัวในเวลา 09.00 น. นำใบมาชั่งน้ำหนักสด (fresh weight, W_f) และนำไปแช่ในน้ำกลั่น ณ อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 4 ชั่วโมง ชับแผ่นใบให้แห้ง ชั่งน้ำหนักอิ่มตัว (turgid weight, W_t) หลังจากนั้นนำใบไปอบในตู้อบอุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง ชั่งน้ำหนักแห้ง (dry weight, W_d) คำนวณหาเปอร์เซ็นต์ปริมาณน้ำสัมพัทธ์ในใบ ดังสูตร

$$\% \text{RWC} = (W_f - W_d) / (W_t - W_d) \times 100$$

ศึกษาเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงปริมาณน้ำสัมพัทธ์ในใบขณะที่ต้นส้มได้รับสถานะความเครียดขาดน้ำและหลังจากได้รับน้ำใหม่กับต้นที่ได้รับน้ำตามสภาพปกติ บันทึกค่าปริมาณน้ำสัมพัทธ์ในใบในช่วงก่อนการทดลอง สิ้นสุดการงอของแต่ละทรีทเมนต์และหลังจากให้น้ำใหม่นาน 14 วัน (ภาพที่ 1)

2.3 ศึกษาการเกิดยอดอ่อนที่ผลิใหม่บนกิ่งที่ผ่านการพักตัวและความยาวยอดอ่อนผลิใหม่

สุ่มนับจำนวนกิ่งที่มีตาข้างของกิ่งผลิยอดอ่อนยาว 1 เซนติเมตรขึ้นไป จากกิ่งทั้งหมด 20 กิ่งของแต่ละทริทเมนต์จากกิ่งที่ติดป้ายในการทดลองที่ 2.1 เมื่อสิ้นสุดการงดน้ำและหลังจากให้น้ำใหม่นาน 7 – 14 วัน บันทึกผลในแต่ละทริทเมนต์ กิ่งที่เกิดยอดอ่อนผลิใหม่และผ่านการนับจำนวนยอดอ่อนแล้วจะไม่นำมาสุ่มเลือกในครั้งต่อไปอีก คำนวณค่าเฉลี่ยของกิ่งที่มีการเกิดยอดอ่อนผลิใหม่ รวมทั้งสังเกตลักษณะยอดอ่อนและกิ่งที่ผลิยอดอ่อน

สุ่มวัดความยาวยอดอ่อนที่ผลิใหม่ครั้งละ 10 ยอดต่อทริทเมนต์ หลังจากให้น้ำใหม่นาน 7 – 14 วัน ยอดอ่อนผลิใหม่ที่นำมาวัดความยาวแล้วจะไม่ถูกนำมาสุ่มเลือกอีก บันทึกผลในแต่ละทริทเมนต์และคำนวณค่าความยาวเฉลี่ยของยอดอ่อนผลิใหม่ (ภาพที่ 1)

2.4 ศึกษาจำนวนและลักษณะการออกดอกส้ม

สุ่มกิ่งที่ผ่านการพักตัวครั้งละ 20 กิ่งต่อทริทเมนต์ เพื่อบันทึกจำนวนตาดอกที่มีขนาด 0.1 เซนติเมตร ที่เกิดขึ้นภายหลังจากต้นส้มได้รับน้ำใหม่นาน 21 วันและ 28 วัน เมื่อครบกำหนดการงดน้ำ บันทึกผลในแต่ละทริทเมนต์และคำนวณค่าเฉลี่ยของดอกที่ออกในแต่ละทริทเมนต์ (ภาพที่ 1) รวมทั้งสังเกตความสมบูรณ์ของดอกและจำนวนดอกในแต่ละช่อดอกด้วย (กิ่งที่ใช้ในการนับแล้วจะไม่นำมาสุ่มเลือกอีก)

2.5 ศึกษาจำนวนการเกิดดอกจากลักษณะกายวิภาคของตาส้ม

เก็บตาส้มตาที่ 1 - 4 จากปลายยอดจากกิ่งที่ผ่านการพักตัวครั้งละ 10 กิ่ง ตั้งแต่เริ่มการทดลอง จนครบกำหนดการงดน้ำและหลังจากให้น้ำใหม่นาน 7 และ 14 วันของแต่ละทริทเมนต์ นำตัวอย่างตาส้มแช่ในน้ำยา FAA 70 % และนำไปผ่านขั้นตอนต่างๆของกระบวนการไมโครเทคนิคทางพืช (Johansen, 1968) ตัดตัวอย่างหนา 10 ไมโครเมตรด้วยเครื่อง rotary microtome ย้อมสีด้วย safranin และ fast green ศึกษาลักษณะกายวิภาคของตาส้มและพัฒนาการของตาที่เจริญเป็นดอก สุ่มนับจำนวนตาที่พัฒนาเป็นดอกครั้งละ 20 ตาต่อทริทเมนต์ ภายใต้อุปกรณ์จุลทรรศน์แบบใช้แสง (compound microscope)

3.การวิเคราะห์ทางสถิติ

วิเคราะห์ค่าต่างๆที่ได้จากการเก็บข้อมูลในการทดลอง โดยวิธี Analysis of Variance เปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างทรีทเมนต์ โดยวิธี Duncan 's New Multiple Range Test (DNMRT)

สถานที่และระยะเวลาการทําวิจัย

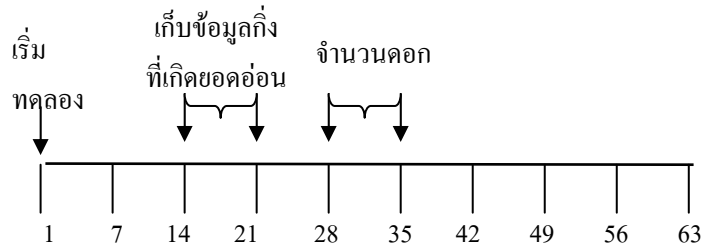
สถานที่ทำการทดลอง

- แปลงปลูกและเรือนปลูกพืชทดลอง ตำบลเขาโจด อำเภอศรีสวัสดิ์ จังหวัดกาญจนบุรี
- ห้องปฏิบัติการไมโครเทคนิคทางพืช ห้องวิจัยโครงสร้างพืช และห้องกล้องจุลทรรศน์ ภาควิชาพฤกษศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตบางเขน จังหวัดกรุงเทพฯ

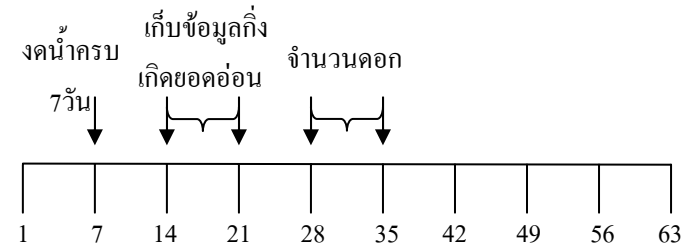
ระยะเวลาในการทดลอง

ตั้งแต่เดือนตุลาคม 2547 - เดือนเมษายน 2548

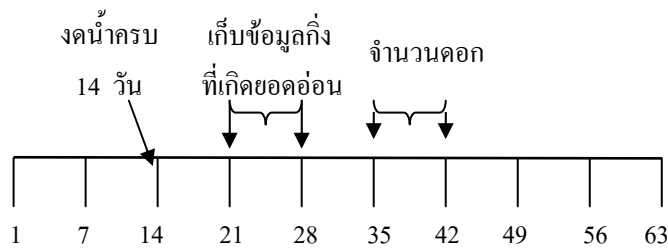
(ก) ต้นควบคุม



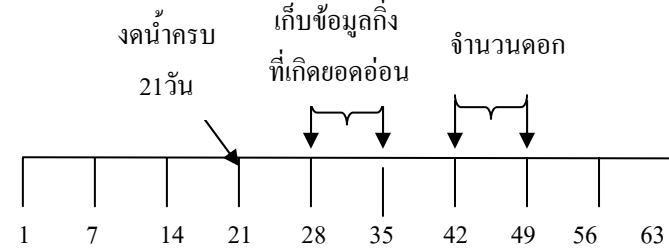
(ข) ทริทเมนต์ที่ให้น้ำ 7 วัน



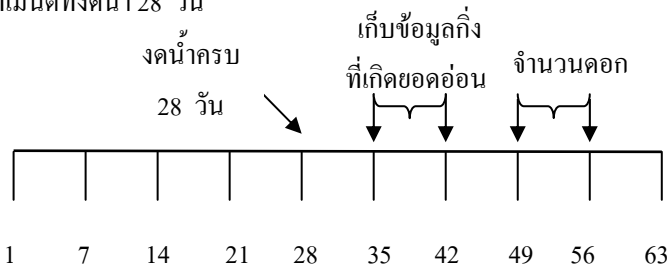
(ค) ทริทเมนต์ที่ให้น้ำ 14 วัน



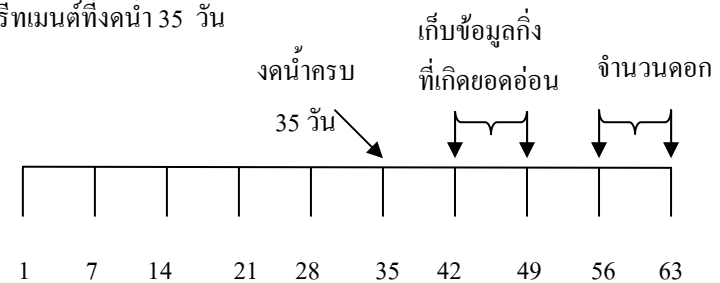
(ง) ทริทเมนต์ที่ให้น้ำ 21 วัน



(จ) ทริทเมนต์ที่ให้น้ำ 28 วัน



(ฉ) ทริทเมนต์ที่ให้น้ำ 35 วัน



ภาพที่ 1 แผนการทดลองและการบันทึกผลในแต่ละทริทเมนต์ (ตามระยะเวลาของการรดให้น้ำ)

ผลและวิจารณ์

ผล

1. ผลของสภาวะความเครียดขาดน้ำต่อลักษณะสัณฐานวิทยาภายนอกของต้นส้ม

สภาพแวดล้อมของแปลงปลูกต้นส้ม ปลูกกลางแจ้ง มีแดดจัด ลมพัดแรง อุณหภูมิเฉลี่ย 21.81 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ยตลอดระยะเวลาที่ทำการทดลอง 82.22 เปอร์เซ็นต์ ตัวอย่างดินที่สุ่มเก็บก่อนการทดลองที่ระดับความลึก 30 เซนติเมตร มีความชื้นในดินโดยปริมาตรเท่ากับ 33.64 เปอร์เซ็นต์ ต้นส้มเปลือกอ่อนพันธุ์ฮันนี่เมอร์คอตท์แทนกอร์และพันธุ์มินเนโอลาแทนเจโล (ภาพที่ 2) ที่ได้รับการรดน้ำเป็นระยะเวลานาน 7 14 21 28 และ 35 วันแสดงอาการตอบสนองต่อการขาดน้ำแตกต่างกัน รูปแบบอาการในระหว่างการขาดน้ำที่ต้นส้มทั้งสองพันธุ์แสดงอาการขาดน้ำ คือ ขอบใบม้วนห่อ เห็นได้ชัดเจนในช่วงเวลา 11.00 – 14.00 น. ของวัน อาการของการขาดน้ำของต้นส้มมีความสัมพันธ์โดยตรงกับระดับความชื้นในดิน เมื่อผ่านการรดน้ำตามระยะเวลาต้นส้มได้รับน้ำเต็มถึงจุดความจุความชื้นสนามและให้น้ำตามปกติ (120 ลิตร/ต้น/ 3 วัน) นาน 14 วัน เมื่อต้นส้มได้รับน้ำใหม่นาน 7 – 14 วัน ต้นส้มแต่ละทรีทเมนต์สามารถฟื้นคืนกลับสู่สภาพปกติได้ในระยะเวลาที่แตกต่างกัน

1.1 ต้นส้มพันธุ์ฮันนี่เมอร์คอตท์แทนกอร์

ลักษณะสัณฐานวิทยาภายนอกของต้นส้มพันธุ์ฮันนี่เมอร์คอตท์แทนกอร์ในทุกทรีทเมนต์มีลักษณะเหมือนกัน ใบที่อยู่ภายในและภายนอกทรงพุ่มมีสีเขียวสด (Leek Green, No. LCC 1060) ขอบใบไม่ม้วนห่อ มุมระหว่างกิ่งกับก้านใบเป็นมุมแหลม ระยะเวลาตั้งแต่เริ่มทำการรดน้ำจนถึงเวลาขาดน้ำนาน 7 วันยังไม่แสดงอาการผิดปกติเนื่องจากการขาดน้ำ (ตารางที่ 1)



(ก)



(ข)

ภาพที่ 2 ต้นส้มที่ทำการทดลอง

(ก) ส้มพันธุ์ฮันนี่เมอร์คอตที่แทนกอร์อายุประมาณ 3 ปี

(ข) ส้มพันธุ์มินเนโอลาแทนเจโลอายุประมาณ 3 ปี

ตารางที่ 1 ค่าประเมินลักษณะอาการขาดน้ำต้นส้มพันธุ์ฮันนี่เมอร์คอตท์แทนกอร์
ระหว่างการรดน้ำนาน 0–35 วันและหลังจากได้รับน้ำนาน 7–14 วัน

| ทรีทเมนต์ | อาการและระยะเวลาที่สังเกตและบันทึก | | | |
|--------------|------------------------------------|----------------------|-------------------------|--------------------------|
| | ก่อนการทดลอง | ครบกำหนด การรดน้ำ | 7 วัน หลังให้น้ำใหม่ | 14 วัน หลังให้น้ำใหม่ |
| ต้นควบคุม | 0 | 0 | 0 | 0 |
| รดน้ำ 7 วัน | 0 | 0 | 0 | 0 |
| รดน้ำ 14 วัน | 0 | 1 | 0 | 0 |
| รดน้ำ 21 วัน | 0 | 3 | 0 | 0 |
| รดน้ำ 28 วัน | 0 | 4 | 3 | 0 |
| รดน้ำ 35 วัน | 0 | 4 | 3 | 0 |

0 = อาการปกติ ใบสีเขียวสด (Leek Green, No. LCC 1060) ขอบใบไม่มีม้วนห่อ มุมระหว่างกิ่งกับก้านใบเป็นมุมแหลม (0° - 60°)

1 = แสดงอาการขาดน้ำเล็กน้อย ใบสีเขียวซีด (Spinach Green, No. LCC 960) ขอบใบม้วนห่อเล็กน้อย มุมระหว่างกิ่งกับก้านใบเป็นมุมแหลม (0° - 60°)

2 = แสดงอาการขาดน้ำปานกลาง ใบสีเขียวซีด (Spinach Green, No. LCC 960) ขอบใบม้วนห่อมาก มุมระหว่างกิ่งกับก้านใบเป็นมุมกว้าง (มากกว่า 60° - 90°)

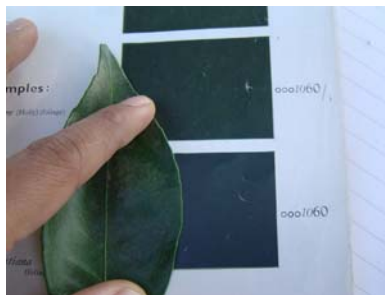
3 = แสดงอาการขาดน้ำรุนแรง ใบสีเหลือง (Yellowish Orange, No. LCC 763) ขอบใบม้วนห่อมาก มุมระหว่างกิ่งกับก้านใบเป็นมุมฉาก (มากกว่า 90° - 100°)

4 = แสดงอาการขาดน้ำรุนแรงมาก ใบสีเหลือง (Yellowish Orange, No. LCC 763) ขอบใบม้วนห่อมากเกือบชิดกัน มุมระหว่างกิ่งกับก้านใบเป็นมุมป้าน (มากกว่า 100° - 180°) และใบที่อยู่โคนกิ่งหลุดร่วง

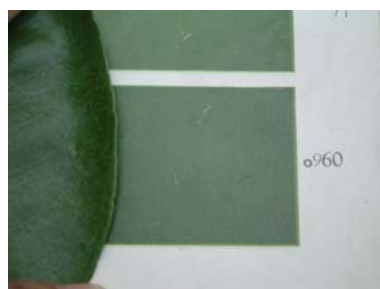
ต้นส้มที่รดน้ำนาน 14 วัน เริ่มแสดงอาการขาดน้ำเล็กน้อยประมาณ 30 เปอร์เซ็นต์ของใบที่อยู่ภายนอกทรงพุ่ม เริ่มปรากฏลักษณะขอบใบม้วนห่อเล็กน้อย แผ่นใบสีเขียวซีด (Spinach Green, No. LCC 960) คิดเป็น 20 เปอร์เซ็นต์ของทั้งทรงพุ่ม ใบส้มพันธุ์ฮันนี่เมอร์คอตท์แทนกอร์ที่ขาดน้ำ 21 วัน มีสีเขียวซีด (Spinach Green, No. LCC 960) เช่นเดียวกับใบของต้นส้มที่รดน้ำนาน 14 วัน ลักษณะการม้วนห่อของใบเห็นได้ชัดเจนกว่าต้นที่ขาดน้ำ 14 วัน การม้วนห่อของใบพบประมาณ 30–35 เปอร์เซ็นต์ของทั้งทรงพุ่ม มุมระหว่างกิ่งกับก้านใบของต้นส้มพันธุ์ฮันนี่เมอร์คอตท์แทนกอร์เป็นมุมกว้างมากขึ้นด้วย เมื่อขาดน้ำนาน 21 วันใบเริ่มปรากฏอาการแผ่นใบเหลือง

(chlorotic) (Yellowish Orange, No. LCC 763) ประมาณ 30 เปอร์เซ็นต์ของทั้งทรงพุ่มและพบว่า มีใบหลุดร่วงเกิดขึ้น เนื่องจากเกิดสภาพการขาดน้ำที่รุนแรงมากขึ้น เมื่อสิ้นสุดการทดลองของแต่ละทรีทเมนต์ ต้นส้มได้รับน้ำเต็มที่ที่ความจุความชื้นสนาม (field capacity) และได้รับน้ำตามสภาพปกติ (ปริมาณ 120 ลิตร/ต้น/ 3 วัน) นาน 7 วัน การม้วนห่อของขอบใบส้มอันนี้เมอร์คอตที่ แทนกอร์ที่งดน้ำ 14 และ 21 วันสามารถฟื้นคืนกลับสู่สภาพปกติ มุมระหว่างกิ่งกับก้านใบเป็นมุมแหลมเช่นเดียวกับต้นควบคุม อย่างไรก็ตาม อาการของแผ่นใบส้มที่มีสีเขียวซีด (Spinach Green, No. LCC 960) ไม่สามารถฟื้นคืนสู่สภาพปกติเป็นใบสีเขียวสด (Leek Green, No. LCC 1060) ได้

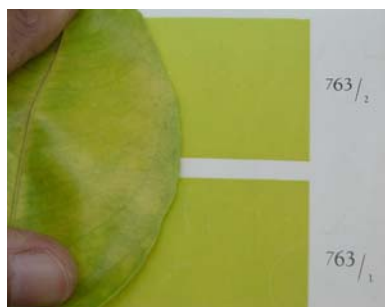
ต้นส้มที่ผ่านการงดน้ำนาน 28 และ 35 วัน แสดงอาการขาดน้ำให้เห็นชัดเจนมากขึ้น ใบมีสีเหลือง (Yellowish Orange, No. LCC 763) ขอบใบม้วนห่อมากจนเกือบชิดกัน ลักษณะเช่นนี้พบประมาณ 50 เปอร์เซ็นต์ของทั้งทรงพุ่ม มุมระหว่างกิ่งกับก้านใบเป็นมุมป้าน แผ่นใบเหลือง (chlorotic) แสดงถึงอาการขาดน้ำรุนแรงเพิ่มมากขึ้น เส้นใบยังมีสีเขียว ใบที่อยู่ทางส่วนโคนกิ่งแก่หลุดร่วง จำนวนใบที่แสดงอาการใบเหลืองและหลุดร่วงมีจำนวนมากขึ้นตามระยะเวลาของการขาดน้ำ หลังจากต้นส้มได้รับน้ำใหม่ครบ 7 วัน แผ่นใบยังปรากฏสีเหลือง ขอบใบยังม้วนห่อ เมื่อต้นส้มได้รับน้ำใหม่นาน 14 วัน ขอบใบไม่ม้วนห่อ การหลุดร่วงของใบมีน้อยลง ใบที่มีสีเหลืองไม่สามารถคืนสภาพเป็นใบสีเขียวสด (Leek Green, No. LCC 1060)เช่นปกติได้ (ตารางที่ 1 และ ภาพที่ 3 – 7)



(ก)



(ข)



(ค)

ภาพที่ 3 สีแผ่นใบส้มเปรียบเทียบกับแผนภูมิเทียบสีใบพืช (Leaf Color Chart; LCC)

- (ก) ใบสีเขียวสด (Leek Green, No. LCC 1060)
(ค่าประเมินลักษณะอาการขาดน้ำ เท่ากับ 0 อาการปกติ)
- (ข) ใบสีเขียวซีด (Spinach Green, No. LCC 960)
(ค่าประเมินลักษณะอาการขาดน้ำ เท่ากับ 1 และ 2 แสดงอาการขาดน้ำเล็กน้อยถึงปานกลาง ตามลำดับ)
- (ค) ใบสีเหลือง (Yellowish Orange, No. LCC 763) (ค่าประเมินลักษณะอาการขาดน้ำ เท่ากับ 3 และ 4 แสดงอาการขาดน้ำรุนแรงถึงรุนแรงมาก)



(ก)



(ข)

ภาพที่ 4 ใบส้มเปลือกอ่อนพันธุ์ฮันนี่เมอร์คอตท์แทนกอร์

(ก) ใบปกติจากต้นควบคุม

(ใบสีเขียวสด ขอบใบไม่มีนํ้าหน่อ มุมระหว่างกิ่งกับก้านใบเป็นมุมแหลม)

(ข) ลักษณะใบมีนํ้าหน่อมาก มุมระหว่างกิ่งกับก้านใบเป็นมุมกว้าง (มากกว่า 60° - 90°)



(ก)



(ข)

ภาพที่ 5 ใบส้มเปลือกอ่อนพันธุ์ฮันนี่เมอร์คอตที่แทนกอร์ที่ขาดน้ำ 14 – 35 วัน

(ก) แผ่นใบมีสีเขียวสด (Spinach Green, No. LCC 960) เมื่อต้นส้มขาดน้ำ 14 วัน

(ข) ใบส้มที่ขาดน้ำนาน 21 - 35 วัน แผ่นใบมีสีเหลือง (chlorotic) เส้นใบยังมีสีเขียว



(ก)



(ข)

ภาพที่ 6 อาการขาดน้ำอย่างรุนแรงของส้มพันธุ์สันนิเมอรัคอทท์แทนกอร์ที่ขาดน้ำ 21 วัน
(ก) – (ข) ใบส้มที่ขาดน้ำนาน 21 วัน พบแผ่นใบมีสีเขียวซีด (Spinach Green, No. LCC 960) จนถึงสีเหลือง (Yellowish Orange, No. LCC 763)



(ก)



(ข)

ภาพที่ 7 อาการขาดน้ำอย่างรุนแรงของส้มฮันนี่เมอร์คอตที่แทนกอร์ที่ขาดน้ำ 28 – 35 วัน

(ก) ใบส้มที่ขาดน้ำนาน 28 วัน

(ข) อาการของต้นส้มที่ขาดน้ำนาน 35 วันและหลังจากได้รับน้ำใหม่นาน 14 วัน
แผ่นใบมีสีเหลืองไม่สามารถคืนสภาพเป็นสีเขียวเช่นปกติ

1.2 ต้นสั้มนพันธุ์มินเนโอลาแทนเจโล

ระยะเริ่มต้นการทดลอง ใบของต้นสั้มนพันธุ์มินเนโอลาแทนเจโลทุกทรีทเมนต์ มีสีเขียวสด (Leek Green, No. LCC 1060) ไม่พบใบม้วนห่อ เมื่อดำน้ำครบ 7 วันและ 14 วัน ต้นสั้มนพันธุ์มินเนโอลายังไม่แสดงอาการขาดน้ำ เมื่อดำน้ำครบ 21 วัน ใบสั้มนแสดงอาการขาดน้ำเล็กน้อย แผ่นใบมีสีเขียวซีด (Spinach Green, No. LCC 960) ขอบใบม้วนห่อเล็กน้อยประมาณ 10 เปอร์เซ็นต์ของทั้งทรงพุ่ม อาการม้วนห่อของใบเริ่มคืนสู่สภาพปกติได้ในช่วงเย็นเวลาประมาณ 17.00 – 18.00 น. ของทุกวันเนื่องจากความชื้นในบรรยากาศสูง เมื่อต้นสั้มนได้รับน้ำใหม่ ต้นสั้มนที่ผ่านการงดน้ำนาน 7-21 วันฟื้นกลับสู่สภาพปกติได้รวดเร็วภายในเวลา 1 – 2 วัน (ตารางที่ 2)

ตารางที่ 2 ค่าประเมินลักษณะอาการขาดน้ำต้นสั้มนพันธุ์มินเนโอลาแทนเจโล

ระหว่างการงดน้ำนาน 0 – 35 วันและหลังจากได้รับน้ำนาน 7 – 14 วัน

| ทรีทเมนต์ | อาการและระยะเวลาที่สังเกตและบันทึก | | | |
|--------------|------------------------------------|------------------|-------------------------|--------------------------|
| | ก่อนการทดลอง | ครบกำหนดการงดน้ำ | 7 วัน หลังให้น้ำใหม่ | 14 วัน หลังให้น้ำใหม่ |
| ต้นควบคุม | 0 | 0 | 0 | 0 |
| งดน้ำ 7 วัน | 0 | 0 | 0 | 0 |
| งดน้ำ 14 วัน | 0 | 0 | 0 | 0 |
| งดน้ำ 21 วัน | 0 | 1 | 0 | 0 |
| งดน้ำ 28 วัน | 0 | 3 | 0 | 0 |
| งดน้ำ 35 วัน | 0 | 4 | 2 | 0 |

0 = อาการปกติ ใบสีเขียวสด (Leek Green, No. LCC 1060) ขอบใบไม่ม้วนห่อ มุมระหว่างกิ่งกับก้านใบเป็นมุมแหลม (0° - 60°)

1 = แสดงอาการขาดน้ำเล็กน้อย ใบสีเขียวซีด (Spinach Green, No. LCC 960) ขอบใบม้วนห่อเล็กน้อย มุมระหว่างกิ่งกับก้านใบเป็นมุมแหลม (0° - 60°)

2 = แสดงอาการขาดน้ำปานกลาง ใบสีเขียวซีด (Spinach Green, No. LCC 960) ขอบใบม้วนห่อมาก มุมระหว่างกิ่งกับก้านใบเป็นมุมกว้าง (มากกว่า 60° - 90°)

3 = แสดงอาการขาดน้ำรุนแรง ใบสีเหลือง (Yellowish Orange, No. LCC 763) ขอบใบม้วนห่อมาก มุมระหว่างกิ่งกับก้านใบเป็นมุมฉาก (มากกว่า 90° - 100°)

4 = แสดงอาการขาดน้ำรุนแรงมาก ใบสีเหลือง (Yellowish Orange, No. LCC 763) ขอบใบม้วนห่อมากเกือบชิดกัน มุมระหว่างกิ่งกับก้านใบมากกว่า 100° - 180° และใบที่อยู่โคนกิ่งหลุดร่วง

ต้นส้มที่งดน้ำครบ 28 วัน ปรากฏอาการตอบสนองต่อการขาดน้ำปานกลาง แผ่นใบมีสีเขียวซีด (Spinach Green, No. LCC 960) 20 เปอร์เซ็นต์ของทั้งทรงพุ่ม ขอบใบม้วนห่อเพิ่มมากขึ้น มุมระหว่างกิ่งกับก้านใบเป็นมุมกว้าง แต่ไม่เกินมุมฉาก (60° - 90°) ลักษณะการม้วนห่อของใบเช่นนี้พบประมาณ 20- 30 เปอร์เซ็นต์ของทั้งทรงพุ่ม แผ่นใบเริ่มปรากฏอาการเหลือง (chlorotic) ประมาณ 10 เปอร์เซ็นต์ของทรงพุ่มและจำนวนใบที่หลุดร่วงมีจำนวนที่ไม่มาก หลังจากได้รับน้ำใหม่ ต้นส้มสามารถฟื้นตัวได้รวดเร็วภายในระยะเวลา 7 วัน ต้นส้มมินเนโอลาแทนเจโลที่ขาดน้ำครบ 35 วันแสดงอาการขาดน้ำรุนแรงมากกว่าต้นส้มที่ขาดน้ำ 28 วัน ใบมีสีเหลือง (Yellowish Orange, No. LCC 763) ประมาณ 30 เปอร์เซ็นต์ของทรงพุ่ม ขอบใบม้วนห่อมากขึ้น มุมระหว่างกิ่งกับก้านใบเป็นมุมป้าน ลักษณะเช่นนี้พบประมาณ 30 เปอร์เซ็นต์ของทั้งทรงพุ่ม ใบที่อยู่ทางส่วนโคนของกิ่งแก่หลุดร่วงเพิ่มมากขึ้น หลังจากต้นส้มได้รับน้ำใหม่ในช่วงสัปดาห์แรกของการให้น้ำ ยังปรากฏสีเขียวซีดของแผ่นใบ (Spinach Green, No. LCC 960) อาการใบม้วนห่อเล็กน้อย เมื่อต้นส้มได้รับน้ำใหม่ติดต่อกันนาน 9 - 12 วัน แผ่นใบที่เคยม้วนห่อสามารถฟื้นคืนสู่สภาพปกติ แสดงว่า หลังจากให้น้ำตามปกติตาม 14 วัน ต้นส้มมินเนโอลาแทนเจโลสามารถฟื้นคืนสู่สภาพปกติได้ (ตารางที่ 2 และภาพที่ 8 - 10)

การแสดงผลการขาดน้ำของต้นส้มทั้งสองพันธุ์ในแต่ละทริทเมนต์ พบว่า ต้นส้มพันธุ์อันนีเมอร์คอตท์เริ่มแสดงอาการขาดน้ำให้เห็นได้เร็วกว่าต้นส้มพันธุ์มินเนโอลาแทนเจโล เพราะแผ่นใบเริ่มปรากฏสีเขียวซีด (Spinach Green, No. LCC 960) ขอบใบม้วนห่อ หลังจากขาดน้ำนาน 14 วัน ในขณะที่ต้นส้มพันธุ์มินเนโอลาแทนเจโลยังไม่ปรากฏอาการขาดน้ำให้เห็นชัดเจนเมื่อดูต้นนาน 14 วัน อาการขาดน้ำปรากฏให้เห็นเมื่อดูต้นนาน 21 วัน สัณฐานวิทยาภายนอกที่ตอบสนองต่อการขาดน้ำของต้นส้มพันธุ์อันนีเมอร์คอตท์ที่งดน้ำครบ 14 21 28 และ 35 วัน ปรากฏให้เห็นได้ชัดเจนมากกว่าต้นส้มพันธุ์มินเนโอลาแทนเจโลที่ขาดน้ำในระยะเท่ากัน อาการแผ่นใบเหลือง (chlorotic) เส้นใบยังมีสีเขียว (Yellowish Orange, No. LCC 763) และการหลุดร่วงของใบเห็นได้ชัดเจนในต้นส้มพันธุ์อันนีเมอร์คอตท์ที่ขาดน้ำนาน 21 - 35 วัน การหลุดร่วงของใบส้มพันธุ์มินเนโอลาแทนเจโลพบได้เมื่อต้นส้มขาดน้ำนาน 28 - 35 วัน การฟื้นคืนสู่สภาพปกติของต้นส้มทั้งสองพันธุ์หลังจากที่ได้รับน้ำใหม่ใช้ระยะเวลาใกล้เคียงกัน คือ ประมาณ 7 - 14 วัน (ตารางที่ 3)



(ก)



(ข)

ภาพที่ 8 ใบส้มเปลือกก่อนพันธุ์มินเนโอลาแทนเจโล

(ก) ลักษณะใบของต้นควบคุม (ใบสีเขียวสด ขอบใบไม่ม้วนห่อ มุมระหว่างกิ่งกับก้านใบเป็นมุมแหลม)

(ข) ใบส้มที่ขาดน้ำนาน 21 วัน มีสีเขียวซีด (Spinach Green, No. LCC 960)



(ก)



(ข)

ภาพที่ 9 ส้มเปลือกอ่อนพันธุ์มินเนโอลาแทนเจโลที่ขาดน้ำนาน 28-35 วัน

(ก) ใบที่แสดงอาการขาดน้ำนาน 28 วัน แผ่นใบเหี่ยว ขอบใบม้วนห่อมาก

(ข) ใบส้มที่แสดงอาการขาดน้ำนาน 28 - 35 วัน แผ่นใบเหลือง (chlorotic)



(ก)



(ข)

ภาพที่ 10 อาการขาดน้ำรุนแรงของส้มเปลือกอ่อนพันธุ์มินเนโอลาแทนเจโล

(ก) ต้นส้มแสดงอาการขาดน้ำรุนแรงมาก แผ่นใบมีสีเหลือง (Yellowish Orange, No. LCC 763) เมื่อขาดน้ำ 35 วัน

(ข) อาการม้วนห่อของใบส้มมินเนโอลาแทนเจโลที่ขาดน้ำ 35 วัน

ตารางที่ 3 เปรียบเทียบค่าประเมินลักษณะขาดน้ำต้นส้มเปลือกก่อนพันธุ์อินนี่เมอร์คอทท์แทนกอร์ และพันธุ์มินเนโอลาแทนเจโล ระหว่างการรดน้ำนาน 0 – 35 วันและหลังจากได้รับน้ำนาน 7 – 14 วัน

| ทรีทเมนต์ | อาการและระยะเวลาที่สังเกตและบันทึกผล | | | | | | | |
|--------------|--------------------------------------|---|------------------|---|-------------------------|---|--------------------------|---|
| | ก่อนการทดลอง | | ครบกำหนดการรดน้ำ | | 7 วัน หลังให้น้ำใหม่ | | 14 วัน หลังให้น้ำใหม่ | |
| | H | M | H | M | H | M | H | M |
| ต้นควบคุม | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| รดน้ำ 7 วัน | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| รดน้ำ 14 วัน | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| รดน้ำ 21 วัน | 0 | 0 | 3 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| รดน้ำ 28 วัน | 0 | 0 | 4 | 3 | 3 | 0 | 0 | 0 |
| รดน้ำ 35 วัน | 0 | 0 | 4 | 4 | 3 | 2 | 0 | 0 |

หมายเหตุ H = สัมพันธุ์อินนี่เมอร์คอทท์แทนกอร์ M = สัมพันธุ์มินเนโอลาแทนเจโล

0 = อาการปกติ ใบสีเขียวสด (Leek Green, No. LCC 1060) ขอบใบไม่ม้วนห่อ มุมระหว่างกิ่งกับก้านใบเป็นมุมแหลม (0° - 60°)

1 = แสดงอาการขาดน้ำเล็กน้อย ใบสีเขียวซีด (Spinach Green, No. LCC 960) ขอบใบม้วนห่อเล็กน้อย มุมระหว่างกิ่งกับก้านใบเป็นมุมแหลม (0° - 60°)

2 = แสดงอาการขาดน้ำปานกลาง ใบสีเขียวซีด (Spinach Green, No. LCC 960) ขอบใบม้วนห่อมาก มุมระหว่างกิ่งกับก้านใบเป็นมุมกว้าง (มากกว่า 60° - 90°)

3 = แสดงอาการขาดน้ำรุนแรง ใบสีเหลือง (Yellowish Orange, No. LCC 763) ขอบใบม้วนห่อมาก มุมระหว่างกิ่งกับก้านใบเป็นมุมฉาก (มากกว่า 90° - 100°)

4 = แสดงอาการขาดน้ำรุนแรงมาก ใบสีเหลือง (Yellowish Orange, No. LCC 763) ขอบใบม้วนห่อมากเกือบชิดกัน มุมระหว่างกิ่งกับก้านใบเป็นมุมป้าน (มากกว่า 100° - 180°) และพบใบที่อยู่โคนกิ่งหลุดร่วง

2.ผลของสภาวะความเครียดขาดน้ำต่อปริมาณน้ำสัมพัทธ์ในใบ (Relative Water Content;RWC)

การเปลี่ยนแปลงปริมาณน้ำสัมพัทธ์ในใบ (Relative Water Content; RWC) ของส้มเปลือกอ่อนพันธุ์ฮันนี่เมอร์คอทท์แทนกอร์และมินเนโกลาแทนเจโลในระยะก่อนการทดลอง ครอบกำหนดการทดลองจนน้ำและหลังจากได้รับน้ำใหม่นาน 7 – 14 วัน การเปลี่ยนแปลงปริมาณน้ำสัมพัทธ์ในใบส้มเปลือกอ่อนทั้งสองพันธุ์

2.1 ส้มพันธุ์ฮันนี่เมอร์คอทท์แทนกอร์

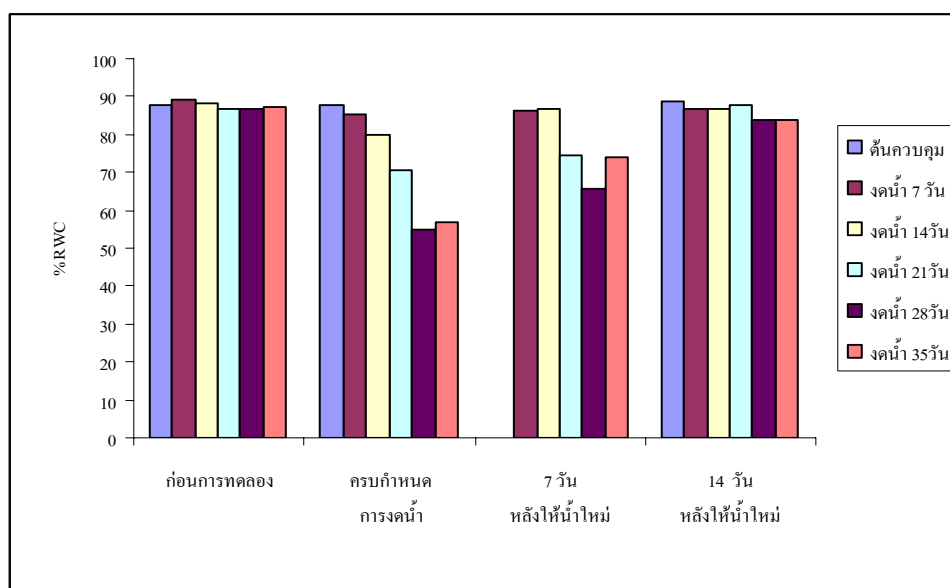
ก่อนทำการทดลอง ค่าปริมาณน้ำสัมพัทธ์ในใบส้มพันธุ์ฮันนี่เมอร์คอทท์แทนกอร์ของทุกทริทเมนต์มีค่าปริมาณน้ำสัมพัทธ์ไม่แตกต่างกันทางสถิติ (86.81 – 89.42 เปอร์เซ็นต์) ความชื้นในดินที่ระดับความลึก 30 เซนติเมตร อยู่ระหว่าง 33.99 – 36.20 เปอร์เซ็นต์ ค่าปริมาณน้ำสัมพัทธ์ในใบของต้นควบคุม มีค่าใกล้เคียงกันตลอดระยะเวลาการทดลอง (87.68 – 88.57 เปอร์เซ็นต์) ต้นส้มที่งดน้ำ 7 วัน มีปริมาณน้ำสัมพัทธ์ในใบลดลงจากเดิม อย่างไรก็ตาม ค่าปริมาณน้ำสัมพัทธ์ยังคงมีค่าค่อนข้างสูง (85.18 เปอร์เซ็นต์) และค่า % RWC ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติกับต้นควบคุม (ต้นควบคุมมีค่าปริมาณน้ำสัมพัทธ์ 87.82 เปอร์เซ็นต์) เมื่อต้นส้มได้รับน้ำใหม่นาน 7 วันและ 14 วัน ปริมาณน้ำสัมพัทธ์ในใบเพิ่มขึ้นเป็น 86.51 และ 87.00 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ ปริมาณน้ำสัมพัทธ์มีค่าไม่แตกต่างทางสถิติกับต้นควบคุมเช่นกัน แสดงให้เห็นว่า ต้นส้มพันธุ์ฮันนี่เมอร์คอทท์แทนกอร์ที่ขาดน้ำ 7 วัน สามารถฟื้นสภาพค่าปริมาณน้ำสัมพัทธ์ในใบได้ภายในเวลาเพียง 1 สัปดาห์ สอดคล้องกับลักษณะภายนอกของต้นส้มที่สามารถฟื้นคืนจากอาการใบเหี่ยวและขอบใบม้วนห่อได้อย่างรวดเร็ว (ตารางที่ 4) ขณะที่ต้นส้มที่งดน้ำ 14 21 28 และ 35 วัน ปริมาณน้ำสัมพัทธ์ในใบมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติกับต้นควบคุมและต้นที่งดน้ำ 7 วัน มีค่าเท่ากับ 79.68 70.67 54.87 และ 56.91 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ การงดน้ำ 21 28 และ 35 วัน มีผลทำให้ปริมาณน้ำสัมพัทธ์ในใบลดต่ำลงอย่างมาก ซึ่งในช่วงระยะเวลาการงดน้ำดังกล่าว ต้นส้มพันธุ์ฮันนี่เมอร์คอทท์แทนกอร์แสดงออกถึงความสัมพันธ์กับอาการผิดปกติเนื่องจากการขาดน้ำ คือ แผ่นใบมีสีเหลือง ขอบใบม้วนห่อและใบหลุดร่วง นอกจากนี้ระดับความชื้นในดินโดยปริมาตรยังลดต่ำกว่าปกติด้วย เมื่อได้รับน้ำใหม่ครบ 7 วัน พบว่าปริมาณน้ำสัมพัทธ์ในใบของต้นส้มที่ขาดน้ำ 21 28 และ 35 วันมีค่าเพิ่มสูงขึ้น (74.55 65.48 และ 73.78 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ) ค่าปริมาณน้ำสัมพัทธ์มีค่าน้อยและมีค่าที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติกับต้นควบคุม ต้นที่งดน้ำ 7 วันและต้นที่งดน้ำ 14 วัน หลังจากได้รับน้ำใหม่

จนครบ 14 วัน ดินสัมที่งดน้ำนาน 21 วัน มีค่าปริมาณน้ำสัมพัทธ์ในใบสูงขึ้น (87.72 เปอร์เซ็นต์) ค่าดังกล่าวมีค่าที่ไม่แตกต่างทางสถิติกับต้นควบคุมและต้นที่งดน้ำ 7 – 14 วัน แสดงให้เห็นว่า ดินสัมพันธุ์ฮันนี่เมอร์คอตท์แทนกอร์ที่งดน้ำนาน 21 วัน ต้องการระยะเวลาในการให้น้ำใหม่อย่างน้อย 2 สัปดาห์จึงจะสามารถฟื้นคืนสู่สภาพปกติได้ ในขณะที่ดินสัมพันธุ์ฮันนี่เมอร์คอตท์แทนกอร์ที่งดน้ำนาน 28 และ 35 วัน เมื่อได้รับน้ำใหม่ครบ 14 วัน ปริมาณน้ำสัมพัทธ์ในใบมีค่าเพิ่มมากขึ้น (83.94 และ 83.67 เปอร์เซ็นต์) อย่างไรก็ตาม ค่าที่เพิ่มขึ้นยังมีค่าน้อยกว่าค่าปริมาณน้ำสัมพัทธ์ในใบของต้นควบคุมและต้นที่งดน้ำนาน 7 – 21 วันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ตารางที่ 4 และภาพที่ 11)

ตารางที่ 4 เปอร์เซ็นต์ปริมาณน้ำสัมพัทธ์ (% RWC) ในใบสัมพันธุ์ฮันนี่เมอร์คอตท์แทนกอร์ ที่ระยะเวลา 0- 35 วันและหลังจากได้รับน้ำใหม่นาน 7 – 14 วัน

| ทรีทเมนต์ | เปอร์เซ็นต์ปริมาณน้ำสัมพัทธ์ในใบ | | | |
|--------------|----------------------------------|------------------|----------------------|-----------------------|
| | ก่อนการทดลอง | ครบกำหนดการรดน้ำ | 7 วัน หลังให้น้ำใหม่ | 14 วัน หลังให้น้ำใหม่ |
| ต้นควบคุม | 87.68 ± 2.88 | 87.82a ± 1.47 | 88.38a ± 2.05 | 88.57a ± 1.15 |
| งดน้ำ 7 วัน | 89.42 ± 4.30 | 85.18a ± 3.63 | 86.51a ± 3.09 | 87.00a ± 2.69 |
| งดน้ำ 14 วัน | 88.16 ± 3.50 | 79.68b ± 5.95 | 86.83a ± 2.24 | 86.88a ± 3.14 |
| งดน้ำ 21 วัน | 86.96 ± 3.11 | 70.67c ± 3.41 | 74.55b ± 4.29 | 87.72a ± 4.92 |
| งดน้ำ 28 วัน | 86.81 ± 3.11 | 54.87d ± 4.13 | 65.48c ± 12.02 | 83.94b ± 1.90 |
| งดน้ำ 35 วัน | 87.22 ± 3.20 | 56.91d ± 6.29 | 73.78b ± 9.12 | 83.67b ± 2.74 |
| F – test | ns | ** | ** | * |
| % CV | 3.85 | 6.14 | 8.38 | 3.47 |

หมายเหตุ ns ค่าเฉลี่ยไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ
 * ค่าเฉลี่ยมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %
 ** ค่าเฉลี่ยมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 %
 ค่าเฉลี่ยที่ตามหลังด้วยตัวอักษรที่เหมือนกันในแนวตั้งไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ
 เมื่อวิเคราะห์โดยวิธี DNMR



ภาพที่ 11 กราฟแสดงค่าปริมาณน้ำสัมพัทธ์ในใบสั้พันธุ์อันนี่เมอร์คอทท์แทนกอร์ หลังจากงดน้ำนาน 0 7 14 21 28 และ 35 วันและค่าปริมาณน้ำสัมพัทธ์หลังจากได้รับน้ำใหม่นาน 7 – 14 วัน

2.2 สั้พันธุ์มินเนโอลาแทนเจโล

ก่อนการทดลองปริมาณน้ำสัมพัทธ์ในใบสั้พันธุ์มินเนโอลาแทนเจโลทุกทรีทเมนต์มีค่าไม่แตกต่างกันทางสถิติและค่าปริมาณน้ำสัมพัทธ์ในใบสั้ของต้นควบคุมตั้งแต่เริ่มการทดลองจนถึงให้น้ำใหม่นาน 14 วันมีค่าค่อนข้างคงที่ (86.28 – 88.28 เปอร์เซ็นต์) (ตารางที่ 5 และภาพที่ 12)

ตารางที่ 5 เปอร์เซ็นต์ปริมาณน้ำสัมพัทธ์ (% RWC) ในใบส้มมินเนโอลาแทนเจโล ที่ระยะเวลา 0 – 35 วันและหลังจากได้รับน้ำใหม่นาน 7 – 14 วัน

| ทรีทเมนต์ | เปอร์เซ็นต์ปริมาณน้ำสัมพัทธ์ในใบ | | | |
|--------------|----------------------------------|------------------|-------------------------|--------------------------|
| | ก่อนการทดลอง | ครบกำหนดการรดน้ำ | 7 วัน หลังให้น้ำใหม่ | 14 วัน หลังให้น้ำใหม่ |
| ต้นควบคุม | 87.69 ± 3.53 | 86.28a ± 4.35 | 88.28 ± 9.88 | 87.89 ± 2.39 |
| รดน้ำ 7 วัน | 87.81 ± 3.45 | 85.25a ± 3.40 | 87.94 ± 1.97 | 87.13 ± 3.30 |
| รดน้ำ 14 วัน | 87.04 ± 3.69 | 84.28a ± 2.61 | 88.08 ± 1.85 | 86.74 ± 3.43 |
| รดน้ำ 21 วัน | 85.13 ± 4.26 | 79.87b ± 3.96 | 87.35 ± 2.80 | 87.01 ± 2.30 |
| รดน้ำ 28 วัน | 87.07 ± 3.17 | 68.21c ± 5.11 | 87.27 ± 2.71 | 86.18 ± 3.63 |
| รดน้ำ 35 วัน | 86.24 ± 4.09 | 64.07d ± 4.21 | 87.11 ± 2.82 | 87.10 ± 2.50 |
| F – test | ns | ** | ns | ns |
| % CV | 16.71 | 5.15 | 14.77 | 3.42 |

หมายเหตุ ns ค่าเฉลี่ยไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

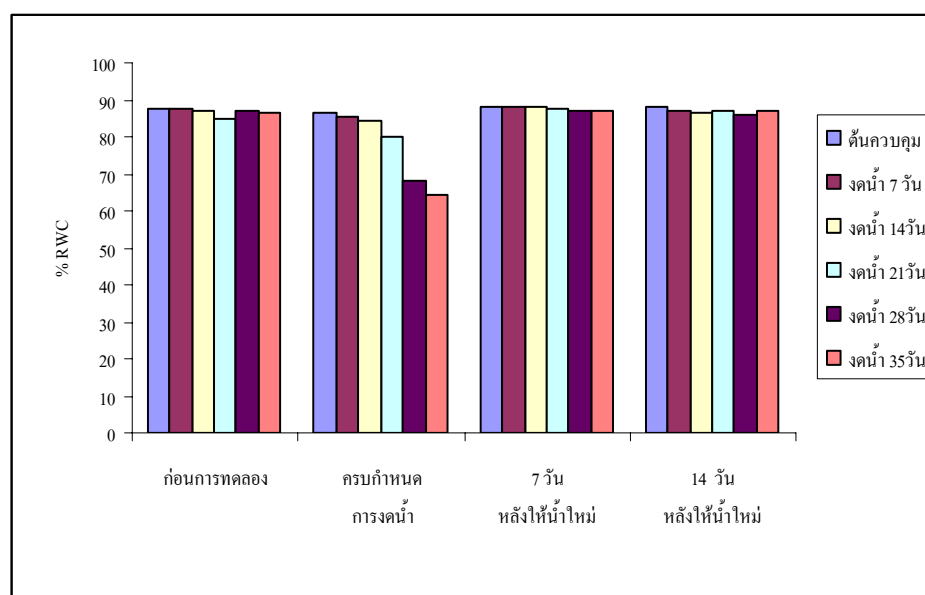
* ค่าเฉลี่ยมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

** ค่าเฉลี่ยมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 %

ค่าเฉลี่ยที่ตามหลังด้วยตัวอักษรที่เหมือนกันในแนวตั้งไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

เมื่อวิเคราะห์โดยวิธี DNMRT

ปริมาณน้ำสัมพัทธ์ในใบของต้นส้มมินเนโอลาแทนเจโลที่รดน้ำนาน 7 วันและ 14 วันมีค่า 85.25 และ 84.28 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ มีค่าไม่แตกต่างทางสถิติกับต้นควบคุม ทรีทเมนต์ที่รดน้ำนาน 7 วันเมื่อได้รับน้ำใหม่นาน 7 – 14 วัน มีค่าปริมาณน้ำสัมพัทธ์ใกล้เคียงกัน อยู่ระหว่าง 87.94 เปอร์เซ็นต์ (7 วันหลังได้รับน้ำใหม่) และ 87.13 เปอร์เซ็นต์ (14 วันหลังได้รับน้ำใหม่) ขณะที่ต้นส้มที่รดน้ำนาน 14 วันเมื่อได้รับน้ำใหม่นาน 7 – 14 วัน ค่าปริมาณน้ำสัมพัทธ์ในใบอยู่ระหว่าง 88.08 และ 86.74 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ ต้นส้มที่ครบกำหนดการรดน้ำ 21 28 และ 35 วัน ค่าปริมาณน้ำสัมพัทธ์ในใบลดลงเป็น 79.87 68.21 และ 64.07 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ค่าปริมาณน้ำสัมพัทธ์ที่ลดลงมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับต้นควบคุม (ภาพที่ 12)



ภาพที่ 12 กราฟแสดงค่าปริมาณน้ำสัมพัทธ์ในใบส้มพันธุ์มินเนโอลาแทนเจโลหลังจากงดน้ำนาน 0 7 14 21 28 และ 35 วันและค่าปริมาณน้ำสัมพัทธ์หลังจากได้รับน้ำใหม่นาน 7 – 14 วัน

ก่อนการทดลองค่าปริมาณน้ำสัมพัทธ์ในใบของส้มทั้งสองพันธุ์ไม่แสดงความแตกต่างกันทางสถิติ ปริมาณน้ำสัมพัทธ์ในใบของส้มทั้งสองพันธุ์อยู่ในช่วง 85.13 – 89.42 เปอร์เซ็นต์ หลังจากสิ้นสุดการรดน้ำของทรีทเมนต์ 7 วันและ 14 วัน ปริมาณน้ำสัมพัทธ์ในใบของต้นส้มทั้งสองพันธุ์ยังคงมีค่าไม่แตกต่างกันทางสถิติ เมื่อต้นส้มอันนี้เมอร์คอตท์แทนกอร์ขาดน้ำนาน 21 28 และ 35 วัน ค่าปริมาณน้ำสัมพัทธ์ในใบน้อยกว่าส้มมินเนโอลาแทนเจโลปรากฏความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติและเมื่อต้นส้มได้รับน้ำตามปกติตาม 14 วัน ปริมาณน้ำสัมพัทธ์ในใบต้นส้มทั้งสองพันธุ์ที่ผ่านการรดน้ำ 7 – 28 วันมีค่าเพิ่มขึ้นและค่าปริมาณน้ำสัมพัทธ์ในใบไม่แตกต่างกันทางสถิติ ส่วนส้มอันนี้เมอร์คอตท์แทนกอร์ที่ผ่านการรดน้ำ 35 วัน ยังคงมีปริมาณน้ำสัมพัทธ์ในใบน้อยกว่าต้นส้มมินเนโอลาแทนเจโลอย่างมีนัยสำคัญ (ตารางที่ 6 – 9 และภาพที่ 13 - 14)

ตารางที่ 6 เปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์ปริมาณน้ำสัมพัทธ์ในใบสัสมพันธุ์อันนี่เมอร์คอทท์แทนกอร์ และพันธุ์มินเนโอลาแทนเจโลในช่วงก่อนการทดลอง

| พันธุ์ | เปอร์เซ็นต์ปริมาณน้ำสัมพัทธ์ในใบ | | | | | |
|-------------------------|----------------------------------|--------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| | ต้นควบคุม | งค่น้ำ 7 วัน | งค่น้ำ 14 วัน | งค่น้ำ 21 วัน | งค่น้ำ 28 วัน | งค่น้ำ 35 วัน |
| อันนี่เมอร์คอทท์แทนกอร์ | 87.68±2.88 | 89.42±4.30 | 88.16±3.50 | 86.96±3.11 | 86.81±3.11 | 87.22±3.20 |
| มินเนโอลาแทนเจโล | 87.69±3.53 | 87.81±3.45 | 87.04±3.69 | 85.13±4.26 | 87.07±3.17 | 86.24±4.09 |
| F – test | ns | ns | ns | ns | ns | ns |
| % CV | 3.68 | 8.78 | 4.10 | 4.33 | 3.62 | 4.23 |

หมายเหตุ ns ค่าเฉลี่ยไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ เมื่อวิเคราะห์โดยวิธี DNMRT

ตารางที่ 7 เปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์ปริมาณน้ำสัมพัทธ์ในใบสัสมพันธุ์อันนี่เมอร์คอทท์แทนกอร์ และพันธุ์มินเนโอลาแทนเจโลเมื่อครบกำหนดการงค่น้ำของแต่ละทริทเมนต์

| พันธุ์ | เปอร์เซ็นต์ปริมาณน้ำสัมพัทธ์ในใบ | | | | | |
|-------------------------|----------------------------------|--------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| | ต้นควบคุม | งค่น้ำ 7 วัน | งค่น้ำ 14 วัน | งค่น้ำ 21 วัน | งค่น้ำ 28 วัน | งค่น้ำ 35 วัน |
| อันนี่เมอร์คอทท์แทนกอร์ | 87.82±1.47 | 85.18±3. | 79.68±5.95 | 70.67±3.41 | 54.87±4.13 | 56.91±6.2 |
| มินเนโอลาแทนเจโล | 86.28±4.35 | 85.25±3. | 84.28±2.61 | 79.87±3.96 | 68.21±5.11 | 64.07±4.2 |
| F – test | ns | ns | ns | * | * | * |
| % CV | 3.83 | 4.13 | 5.61 | 4.91 | 7.55 | 8.85 |

หมายเหตุ ns ค่าเฉลี่ยไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

* ค่าเฉลี่ยมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %
เมื่อวิเคราะห์โดยวิธี DNMRT

ตารางที่ 8 เปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์ปริมาณน้ำสัมพัทธ์ในใบสัสมพันธุ์อันนี้เมอร์คอทท์แทนกอร์และพันธุ์มินเนโอลาแทนเจโลหลังจากได้รับน้ำใหม่นาน 7 วัน

| พันธุ์ | เปอร์เซ็นต์ปริมาณน้ำสัมพัทธ์ในใบ | | | | | |
|--------------|----------------------------------|--------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| | ต้นควบคุม | งค่น้ำ 7 วัน | งค่น้ำ 14 วัน | งค่น้ำ 21 วัน | งค่น้ำ 28 วัน | งค่น้ำ 35 วัน |
| อันนี้เมอร์ | 88.38 | 86.51 | 86.83 | 74.55 | 65.48 | 73.78 |
| คอทท์แทนกอร์ | ±2.05 | ±3.09 | ±2.24 | ±4.29 | ±12.02 | ±9.12 |
| มินเนโอลา | 88.28 | 87.94 | 88.08 | 87.35 | 87.27 | 87.11 |
| แทนเจโล | ±9.88 | ±1.97 | ±1.85 | ±2.80 | ± 2.71 | ±2.82 |
| F – test | ns | ns | ns | * | * | * |
| % CV | 7.93 | 2.97 | 2.34 | 4.48 | 11.71 | 8.39 |

หมายเหตุ ns ค่าเฉลี่ยไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

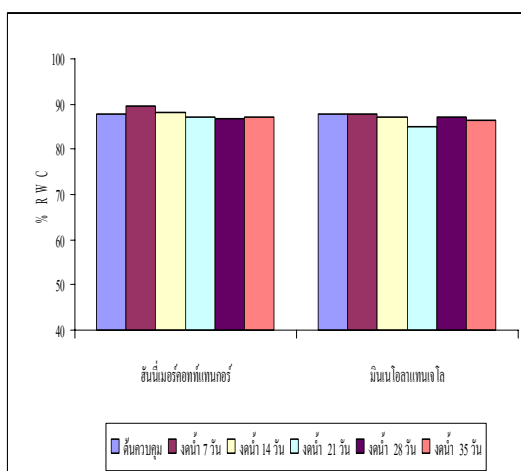
** ค่าเฉลี่ยมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 %
เมื่อวิเคราะห์โดยวิธี DNMRT

ตารางที่ 9 เปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์ปริมาณน้ำสัมพัทธ์ในใบสัสมพันธุ์อันนี้เมอร์คอทท์แทนกอร์และพันธุ์มินเนโอลาแทนเจโลหลังจากได้รับน้ำใหม่นาน 14 วัน

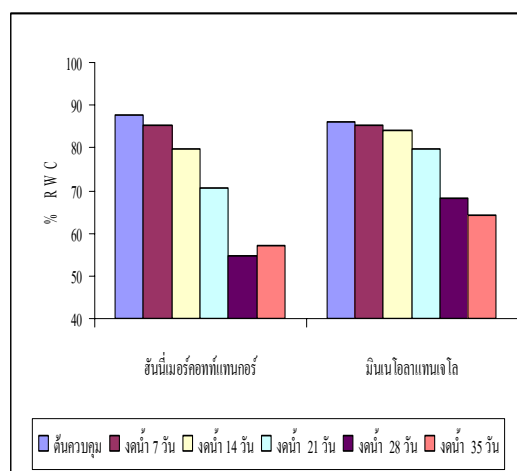
| พันธุ์ | เปอร์เซ็นต์ปริมาณน้ำสัมพัทธ์ในใบ | | | | | |
|--------------|----------------------------------|--------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| | ต้นควบคุม | งค่น้ำ 7 วัน | งค่น้ำ 14 วัน | งค่น้ำ 21 วัน | งค่น้ำ 28 วัน | งค่น้ำ 35 วัน |
| อันนี้เมอร์ | 88.57 | 87.00 | 86.88 | 87.72 | 83.94 | 83.67 |
| คอทท์แทนกอร์ | ±1.15 | ±2.69 | ±3.14 | ±4.92 | ±1.90 | ±2.74 |
| มินเนโอลา | 87.89 | 87.13 | 86.74 | 87.01 | 86.18 | 87.10 |
| แทนเจโล | ±2.39 | ±3.30 | ±3.43 | ±2.30 | ±3.63 | ±2.50 |
| F – test | ns | ns | ns | ns | ns | * |
| % CV | 7.65 | 3.45 | 3.78 | 4.40 | 3.41 | 3.07 |

หมายเหตุ ns ค่าเฉลี่ยไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

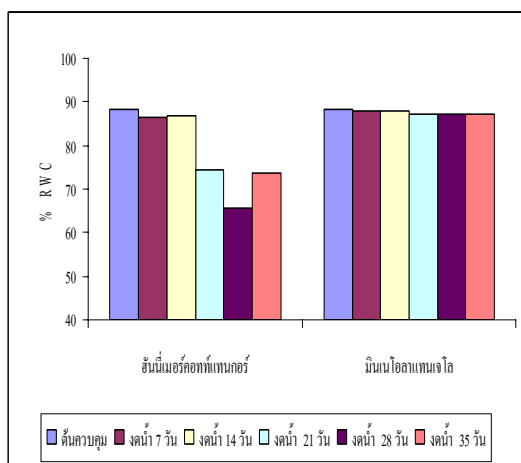
* ค่าเฉลี่ยมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %
เมื่อวิเคราะห์โดยวิธี DNMRT



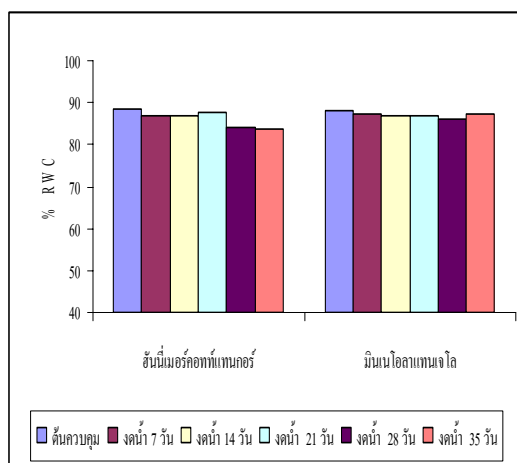
(ก)



(ข)



(ค)



(ง)

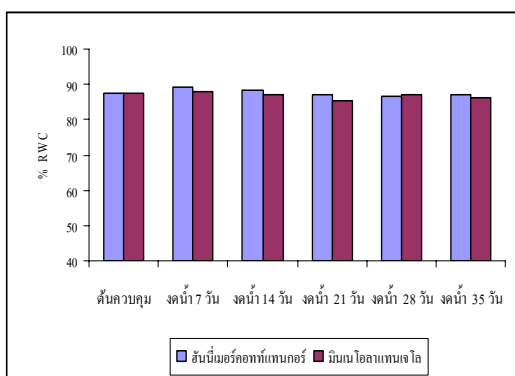
ภาพที่ 13 กราฟเปรียบเทียบค่าปริมาณน้ำสัมพัทธ์ในใบส้มแต่ละพันธุ์

(ก) ก่อนการทดลอง

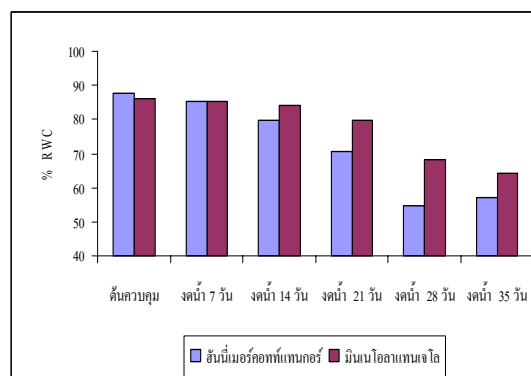
(ข) งดน้ำนาน 0 7 14 21 28 และ 35 วัน

(ค) ให้น้ำตามปกติ 7 วัน

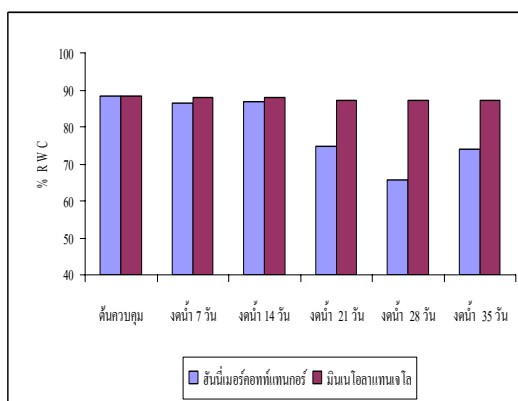
(ง) ให้น้ำตามปกติ 14 วัน



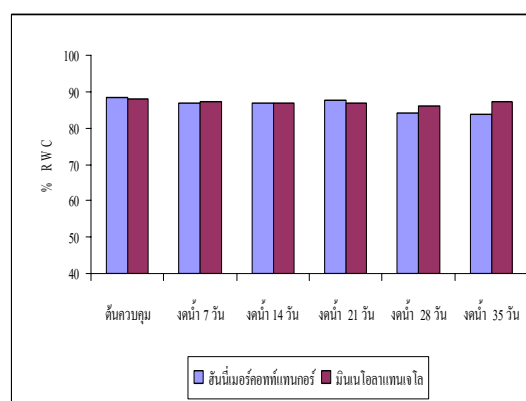
(ก)



(ข)



(ค)



(ง)

ภาพที่ 14 กราฟเปรียบเทียบค่าปริมาณน้ำสัมพัทธ์ระหว่างใบส้มพันธุ์อ้านนี่เมอร์คอตท์แทนกอร์ และพันธุ์มินเน โอลาแทนเจโล

(ก) ก่อนการทดลอง

(ข) งเด๋นำนาน 0 7 14 21 28 และ 35 วัน

(ค) ใ้ได้รับน้ำตามปกติ 7 วัน

(ง) ใ้ได้รับน้ำตามปกติ 14 วัน

3.ผลของสภาวะความเครียดขาดน้ำต่อการเกิดยอดอ่อนและความยาวยอดอ่อนบนกิ่งที่ผ่านการพักตัวหลังจากการให้น้ำใหม่

3.1 สัมพันธ์ฐานนี้เมอร์คอทท์แทนกอร์

เมื่อสิ้นสุดการทดลองงดน้ำ กิ่งส้ม 20 กิ่งของต้นส้มทั้ง 5 ทริทเมนต์ที่มีการงดน้ำนาน 7 14 21 28 และ 35 วัน เกิดตายอดและตาข้างแตกยอดอ่อนผลิใหม่มีจำนวนไม่แตกต่างกันทางสถิติ (1.75 2.50 2.50 4.25 และ 6.00 กิ่ง ตามลำดับ) และมีค่าไม่แตกต่างกันทางสถิติกับต้นควบคุม หลังจากได้รับน้ำใหม่ตามปกติ 7 วัน จำนวนกิ่งที่ผลิยอดอ่อนของต้นส้มพันธุ์ฐานนี้เมอร์คอทท์แทนกอร์มีจำนวนไม่แตกต่างกันทางสถิติ ต้นที่งดน้ำ 7 14 21 28 และ 35 วัน มีกิ่งที่ผลิยอดอ่อนจำนวน 7.50 9.75 8.50 7.50 และ 10.25 กิ่งตามลำดับ คิดเป็น 37.50 48.75 42.50 37.50 และ 51.25 เปอร์เซ็นต์ เมื่อได้รับน้ำใหม่นาน 14 วัน กิ่งสัมพันธ์ฐานนี้เมอร์คอทท์แทนกอร์ที่งดน้ำ 7 วัน มีกิ่งที่ผลิยอดอ่อนจำนวน 8.50 กิ่ง (42.50 เปอร์เซ็นต์) ไม่มีความแตกต่างทางสถิติกับต้นควบคุม ต้นส้มที่งดน้ำนาน 14 21 28 และ 35 วัน มีจำนวนกิ่งที่เกิดยอดอ่อนเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับต้นควบคุม ต้นที่งดน้ำ 14 วัน มีกิ่งที่เกิดยอดอ่อนจำนวน 14.00 กิ่ง (70.00 เปอร์เซ็นต์) ต้นสัมพันธ์ฐานนี้เมอร์คอทท์แทนกอร์ที่มีการงดน้ำ 21 28 และ 35 วัน มีกิ่งที่เกิดยอดอ่อนจำนวน 18.50 (92.50 เปอร์เซ็นต์) 19.2 (96.25 เปอร์เซ็นต์) และ 17.75 กิ่ง (88.75 เปอร์เซ็นต์) ตามลำดับ แสดงให้เห็นว่า ต้นส้มที่งดน้ำ 14 – 35 วันเมื่อได้รับน้ำใหม่นาน 14 วัน สามารถชักนำให้กิ่งที่ผ่านการพักตัวเกิดยอดอ่อนมากกว่าต้นควบคุม (ตารางที่ 10 และภาพที่ 15 - 16)

ตารางที่ 10 จำนวนกิ่งสัมพันธ์ชั้นนี้เมอร์คอทที่แทนกอร์ที่ผลิตาและเกิดยอดอ่อน

| ทริทเมนต์/20 กิ่ง | จำนวนกิ่งที่ผลิตยอดอ่อน | | |
|-------------------|-------------------------|-------------------------|--------------------------|
| | สิ้นสุดการทดลอง | 7 วัน หลังให้น้ำใหม่ | 14 วัน หลังให้น้ำใหม่ |
| ต้นควบคุม | 2.25 ± 1.71 | 4.25 ± 0.71 | 4.25a ± 1.18 |
| งดน้ำ 7 วัน | 1.75 ± 0.06 | 7.50 ± 0.32 | 8.50a ± 1.43 |
| งดน้ำ 14 วัน | 2.50 ± 0.03 | 9.75 ± 2.97 | 14.00b ± 1.41 |
| งดน้ำ 21 วัน | 2.50 ± 0.60 | 8.50 ± 1.00 | 18.50c ± 1.15 |
| งดน้ำ 28 วัน | 4.25 ± 0.51 | 7.50 ± 4.81 | 19.25c ± 0.81 |
| งดน้ำ 35 วัน | 6.00 ± 1.35 | 10.25 ± 2.75 | 17.75c ± 0.85 |
| F – test | ns | ns | ** |
| % CV | 11.90 | 9.29 | 46.45 |

หมายเหตุ ns ค่าเฉลี่ยไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

* ค่าเฉลี่ยมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

** ค่าเฉลี่ยมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 %

ค่าเฉลี่ยที่ตามหลังด้วยตัวอักษรที่เหมือนกันในแนวตั้งไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

เมื่อวิเคราะห์โดยวิธี DNMRT

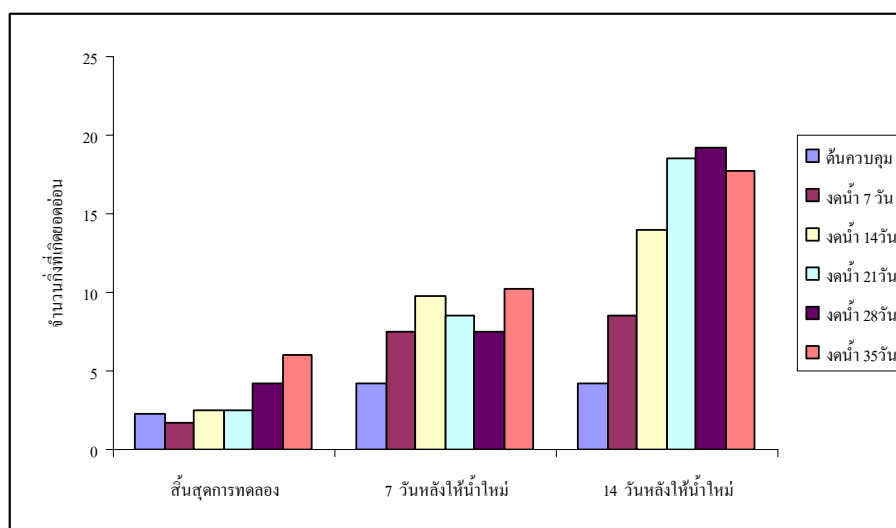


(ก)



(ข)

ภาพที่ 15 (ก) – (ข) ลักษณะยอดอ่อนผลิใหม่บนกิ่งที่ผ่านการพักตัวของต้นส้ม
พันธุ์ฮันนี่เมอร์คอตท์แทนกอร์ หลังจากได้รับน้ำใหม่นาน 7 วันและ 14 วัน
ตามลำดับ



ภาพที่ 16 กราฟเปรียบเทียบจำนวนกิ่งสัมพันธ์ชั้นนี้เมอร์คอทที่แทนคอร์ที่เกิดยอดอ่อนเมื่อครบกำหนดการจมน้ำและได้รับน้ำใหม่นาน 7 – 14 วัน

ยอดอ่อนชั้นนี้เมอร์คอทที่แทนคอร์หลังจากได้รับน้ำใหม่นาน 7 วัน ในทริทเมนต์ที่จมน้ำ 7 14 21 และ 28 วัน มีความยาวเฉลี่ย 5.50 5.50 5.10 และ 4.60 เซนติเมตรตามลำดับ ความยาวของยอดอ่อนไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติและไม่แตกต่างกับความยาวยอดอ่อนของต้นควบคุม (5.10 เซนติเมตร) ในสัปดาห์ที่ 2 ของต้นสัมพันธ์ที่ได้รับน้ำใหม่ สัมพันธ์นี้เมอร์คอทที่แทนคอร์ที่จมน้ำ 7 14 21 และ 28 วัน มีความยาวยอดอ่อนเฉลี่ย 5.40 5.40 4.90 และ 4.80 เซนติเมตรตามลำดับ ความยาวของยอดอ่อนไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติกับต้นควบคุม แสดงให้เห็นว่าระยะเวลาการจมน้ำนาน 7 - 28 วันและเมื่อต้นสัมพันธ์ได้รับน้ำนาน 7 - 14 วัน แสดงให้เห็นถึงความแตกต่างของความยาวยอดอ่อน ต้นสัมพันธ์ที่จมน้ำนาน 35 วันและเมื่อได้รับน้ำใหม่ ความยาวของยอดอ่อนในสัปดาห์แรกลดลง (3.30 เซนติเมตร) ในสัปดาห์ที่ 2 ความยาวยอดอ่อนเฉลี่ย 3.70 เซนติเมตร มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับต้นควบคุมและต้นที่มีการจมน้ำนาน 7 - 28 วัน แสดงว่า ระยะเวลาการขาดน้ำนาน 35 วันและ/หรือมากกว่า 35 วัน มีผลกระทบต่อความยาวของยอดอ่อนที่ผลิใหม่ของต้นสัมพันธ์นี้เมอร์คอท (ตารางที่ 11 และภาพที่ 17)

ตารางที่ 11 ความยาวยอดอ่อนผลิใหม่ของส้มพันธุ์อินนี่เมอร์คอทท์แทนกอร์ (เซนติเมตร)
หลังจากได้รับน้ำใหม่ 7 วันและ 14 วัน

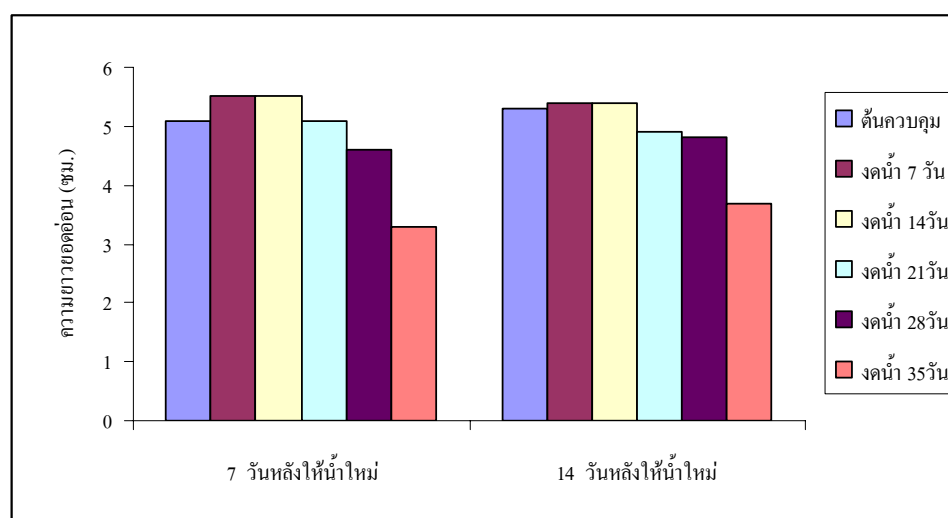
| ทรีทเมนต์/20 กิ่ง | ความยาวยอดอ่อน (ซม.) | |
|-------------------|----------------------|----------------------|
| | 7 วันหลังให้น้ำใหม่ | 14 วันหลังให้น้ำใหม่ |
| ต้นควบคุม | 5.10a ± 1.18 | 5.30a ± 0.58 |
| รดน้ำ 7 วัน | 5.50a ± 1.44 | 5.40a ± 0.78 |
| รดน้ำ 14 วัน | 5.50a ± 1.40 | 5.40a ± 0.88 |
| รดน้ำ 21 วัน | 5.10a ± 1.15 | 4.90a ± 1.94 |
| รดน้ำ 28 วัน | 4.60a ± 0.81 | 4.80a ± 0.71 |
| รดน้ำ 35 วัน | 3.30b ± 0.85 | 3.70b ± 1.48 |
| F – test | * | * |
| % CV | 3.38 | 3.94 |

หมายเหตุ ns ค่าเฉลี่ยไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

* ค่าเฉลี่ยมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

ค่าเฉลี่ยที่ตามหลังด้วยตัวอักษรที่เหมือนกันในแนวตั้งไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

เมื่อวิเคราะห์โดยวิธี DNMRT



ภาพที่ 17 กราฟเปรียบเทียบความยาวยอดอ่อนส้มพันธุ์อินนี่เมอร์คอทท์แทนกอร์ที่ผลิใหม่
หลังจากได้รับน้ำใหม่นาน 7 วันและ 14 วัน

3.2 สัมพันธ์มินเนโอลาแทนเจโล

หลังจากสิ้นสุดการทดลองการรดน้ำนาน 7 14 21 28 และ 35 วัน จำนวนกิ่งที่ผลิยอดอ่อนใหม่มีจำนวนไม่แตกต่างกันทางสถิติและไม่แตกต่างจากต้นควบคุมด้วย (จำนวนกิ่งที่เกิดยอดอ่อนผลิใหม่ 4.00 7.25 6.00 7.00 และ 7.25 กิ่ง คิดเป็น 20.00 36.25 30.00 35.00 และ 36.25 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ) เมื่อต้นส้มได้รับน้ำใหม่นาน 7 วัน จำนวนกิ่งที่ผลิยอดอ่อนใหม่ของทุกทรีทเมนต์มีค่าไม่แตกต่างกันทางสถิติ เมื่อได้รับน้ำใหม่นาน 14 วัน จำนวนกิ่งที่ผลิยอดอ่อนใหม่ของต้นควบคุม ต้นส้มที่รดน้ำ 7 วันและ 14 วัน มีปริมาณกิ่งที่แตกยอดอ่อนไม่แตกต่างกันทางสถิติ ทรีทเมนต์ที่รดน้ำ 14 วันและ 21 วัน มีจำนวนกิ่งที่ผลิยอดอ่อนไม่แตกต่างกันทางสถิติ จำนวนกิ่งที่เกิดยอดอ่อนจากต้นที่รดน้ำ 21 วันมีความแตกต่างกับต้นควบคุม ต้นที่รดน้ำนาน 7 และ 14 วัน ทรีทเมนต์ที่รดน้ำนาน 28 วันและ 35 วัน มีความแตกต่างกันทางสถิติกับทรีทเมนต์ที่รดน้ำ 7 วัน 14 วันและต้นควบคุม (ตารางที่ 12 และภาพที่ 18 - 19)

ตารางที่ 12 จำนวนกิ่งสัมพันธ์มินเนโอลาแทนเจโลที่เกิดยอดอ่อน หลังจากได้รับน้ำใหม่ 7 - 14 วัน

| ทรีทเมนต์/20 กิ่ง | จำนวนกิ่งที่ผลิยอดอ่อน | | |
|-------------------|------------------------|-------------------------|--------------------------|
| | สิ้นสุดการทดลอง | 7 วัน หลังให้น้ำใหม่ | 14 วัน หลังให้น้ำใหม่ |
| ต้นควบคุม | 5.25 ± 2.50 | 6.75 ± 2.63 | 6.50a ± 2.65 |
| รดน้ำ 7 วัน | 4.00 ± 2.16 | 9.50 ± 1.73 | 6.75a ± 2.22 |
| รดน้ำ 14 วัน | 7.25 ± 1.50 | 8.25 ± 2.99 | 10.25ab ± 3.10 |
| รดน้ำ 21 วัน | 6.00 ± 2.16 | 9.00 ± 2.71 | 12.50cb ± 3.79 |
| รดน้ำ 28 วัน | 7.00 ± 2.94 | 12.50 ± 3.87 | 15.50c ± 3.87 |
| รดน้ำ 35 วัน | 7.25 ± 2.63 | 13.75 ± 4.50 | 17.00c ± 1.15 |
| F – test | ns | ns | ** |
| % CV | 11.32 | 32.13 | 25.81 |

หมายเหตุ ns ค่าเฉลี่ยไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

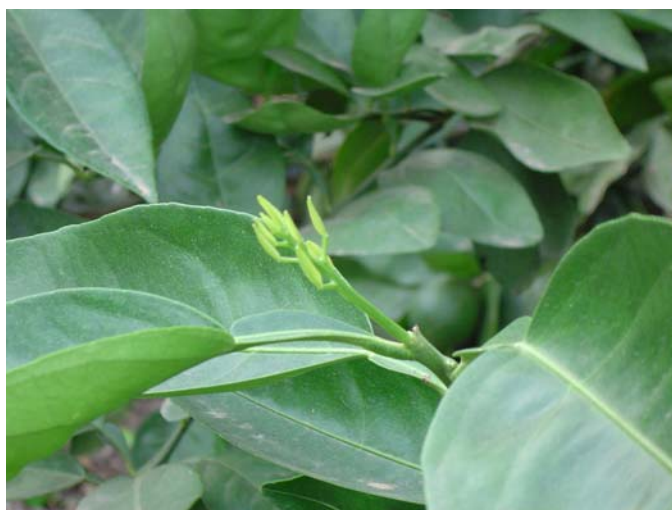
* ค่าเฉลี่ยมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

** ค่าเฉลี่ยมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 %
ค่าเฉลี่ยที่ตามหลังด้วยตัวอักษรที่เหมือนกันในแนวตั้งไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

เมื่อวิเคราะห์โดยวิธี DNMRT

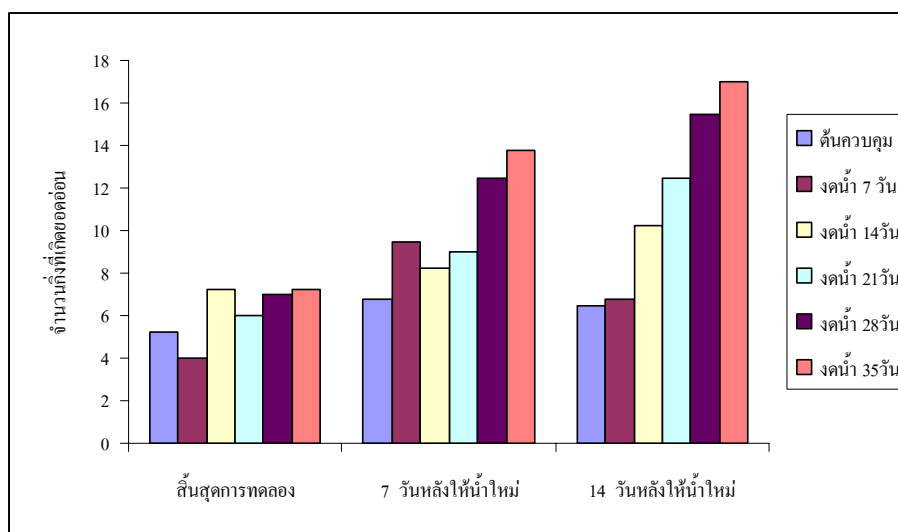


(ก)



(ข)

ภาพที่ 18 (ก) – (ข) ยอดอ่อนผลิใหม่บนกิ่งที่ผ่านการพักตัวของต้นส้ม
พันธุ์มินเนโอลาแทนเจโลหลังจากได้รับน้ำใหม่นาน 7 วันและ 14 วัน
ตามลำดับ



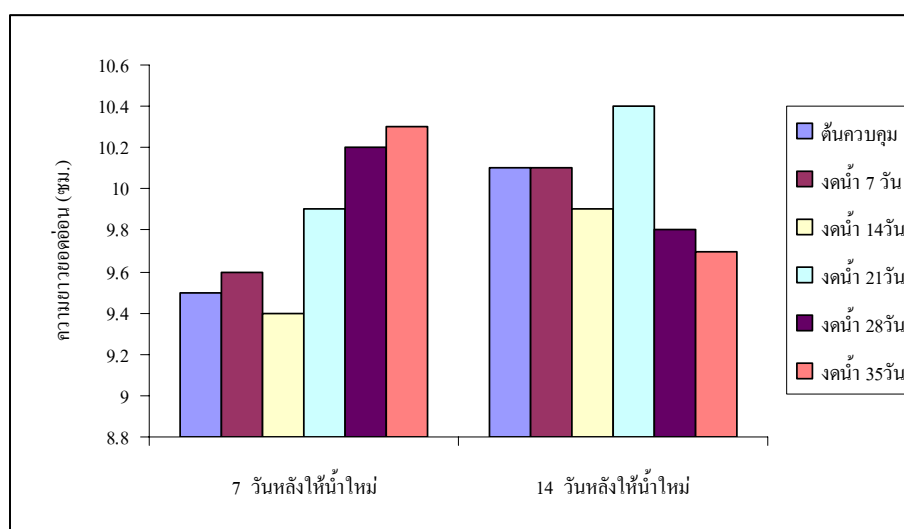
ภาพที่ 19 กราฟเปรียบเทียบจำนวนกิ่งที่เกิดขดอ่อนของต้นส้มพันธุ์มินเนโอลาแทนเจโล เมื่อครบกำหนดการรดน้ำและหลังจากได้รับน้ำใหม่นาน 7 – 14 วัน

ความยาวของขดอ่อนหลังจากต้นส้มได้รับน้ำใหม่นาน 7 วันของทุกทรีทเมนต์มีความยาวไม่แตกต่างทางสถิติกับดินควบคุม ขดอ่อนมีความยาวเฉลี่ย 9.40 - 10.30 เซนติเมตร และความยาวของขดอ่อนที่ผลิในสัปดาห์ที่ 2 หลังจากได้รับน้ำมีความยาวไม่แตกต่างกันทางสถิติกับความยาวขดอ่อนของสัปดาห์แรก แสดงให้เห็นว่า การรดน้ำนาน 7 – 35 วันของส้มพันธุ์มินเนโอลาแทนเจโลไม่มีผลกระทบต่อความยาวของขดอ่อนผลิใหม่ (ตารางที่ 13 และภาพที่ 20)

ตารางที่ 13 ความยาวยอดอ่อนผลิใหม่ของส้มพันธุ์มินเนโอลาแทนเจโล (เซนติเมตร)
หลังจากได้รับน้ำใหม่นาน 7 – 14 วัน

| ทรีทเมนต์/20 กิ่ง | ความยาวยอดอ่อน (ซม.) | |
|-------------------|----------------------|----------------------|
| | 7 วันหลังให้น้ำใหม่ | 14 วันหลังให้น้ำใหม่ |
| ต้นควบคุม | 9.50 ± 1.04 | 10.10 ± 1.00 |
| งค่น้ำ 7 วัน | 9.60 ± 1.02 | 10.10 ± 1.26 |
| งค่น้ำ 14 วัน | 9.40 ± 0.77 | 9.90 ± 1.06 |
| งค่น้ำ 21 วัน | 9.90 ± 0.89 | 10.40 ± 0.94 |
| งค่น้ำ 28 วัน | 10.20 ± 1.19 | 9.80 ± 0.92 |
| งค่น้ำ 35 วัน | 10.30 ± 0.92 | 9.70 ± 1.18 |
| F – test | ns | ns |
| % CV | 9.99 | 10.68 |

หมายเหตุ ns ค่าเฉลี่ยไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ เมื่อวิเคราะห์โดยวิธี DNMR



ภาพที่ 20 กราฟเปรียบเทียบความยาวยอดอ่อนส้มพันธุ์มินเนโอลาแทนเจโลเมื่อต้นส้มได้รับน้ำ
ใหม่นาน 7 วันและ 14 วัน

เมื่อเปรียบเทียบจำนวนกิ่งส้อมทั้งสองพันธุ์ที่เกิดยอดอ่อนผลิใหม่ หลังจากผ่านการรดน้ำ และได้รับน้ำใหม่ตามปกติ นาน 7 วันและ 14 วัน พบว่า ต้นควบคุมพันธุ์มินเนโอลาแทนเจโล มีจำนวนกิ่งที่ผลิยอดอ่อนมากกว่าต้นควบคุมของพันธุ์ฮันนี่เมอร์คอทท์แทนกอร์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ หลังจากสิ้นสุดการรดน้ำ 14 – 21 วัน จำนวนกิ่งที่เกิดยอดอ่อนของส้อมทั้งสองพันธุ์มีความแตกต่างกันทางสถิติ ส้อมฮันนี่เมอร์คอทท์แทนกอร์มีจำนวนกิ่งที่ผลิยอดอ่อน (2.50 กิ่ง) น้อยกว่าพันธุ์มินเนโอลาแทนเจโล (7.25 กิ่ง) อย่างชัดเจน ต้นส้อมทั้งสองพันธุ์ที่รดน้ำ 28 วันและ 35 วัน มีจำนวนกิ่งที่ผลิใหม่แตกต่างกันทางสถิติ หลังจากได้รับน้ำใหม่นาน 7 วัน จำนวนกิ่งที่เกิดยอดอ่อนผลิใหม่ของส้อมทั้งสองพันธุ์มีค่าไม่แตกต่างกันในทุกทริทเมนต์ที่ผ่านการรดน้ำ หลังจากต้นส้อมได้รับน้ำตามปกติ นาน 14 วัน ส้อมพันธุ์ฮันนี่เมอร์คอทท์แทนกอร์ที่รดน้ำนาน 21 วันมีกิ่งที่เกิดยอดอ่อนมากกว่าต้นส้อมมินเนโอลาแทนเจโลอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ตารางที่ 14-16 และภาพที่ 21-22)

ตารางที่ 14 เปรียบเทียบจำนวนกิ่งส้อมพันธุ์ฮันนี่เมอร์คอทท์แทนกอร์และพันธุ์มินเนโอลาแทนเจโล ที่เกิดยอดอ่อนผลิใหม่ หลังจากครบกำหนดการรดน้ำของแต่ละทริทเมนต์

| พันธุ์ | จำนวนกิ่งที่ผลิยอดอ่อน | | | | | |
|--------------|------------------------|-------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| | ต้นควบคุม | รดน้ำ 7 วัน | รดน้ำ 14 วัน | รดน้ำ 21 วัน | รดน้ำ 28 วัน | รดน้ำ 35 วัน |
| ฮันนี่เมอร์ | 2.25 | 1.75 | 2.50 | 2.50 | 4.25 | 6.00 |
| คอทท์แทนกอร์ | ± 1.71 | ± 0.06 | ± 0.03 | ± 0.60 | ± 0.51 | ± 1.35 |
| มินเนโอลา | 5.25 | 4.00 | 7.25 | 6.00 | 7.00 | 7.25 |
| แทนเจโล | ± 2.50 | ± 2.16 | ± 1.50 | ± 2.16 | ± 2.94 | ± 2.63 |
| F – test | * | ns | * | * | ns | ns |
| % CV | 57.07 | 73.46 | 48.67 | 48.04 | 74.98 | 63.67 |

หมายเหตุ ns ค่าเฉลี่ยไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

* ค่าเฉลี่ยมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %
เมื่อวิเคราะห์โดยวิธี DNMRT

ตารางที่ 15 เปรียบเทียบจำนวนกิ่งสัมพันธ์พันธุ์อันนี่เมอร์คอทท์แทนเกอร์และพันธุ์มินเนโอลาแทนเจโลที่เกิดยอดอ่อนผลิใหม่หลังจากได้รับน้ำใหม่ นาน 7 วัน

| พันธุ์ | ต้นควบคุม | จำนวนกิ่งที่ผลิยอดอ่อน | | | | |
|---------------|-----------|------------------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| | | งค่น้ำ 7 วัน | งค่น้ำ 14 วัน | งค่น้ำ 21 วัน | งค่น้ำ 28 วัน | งค่น้ำ 35 วัน |
| อันนี่เมอร์ | 4.25 | 7.50 | 9.75 | 8.50 | 7.50 | 10.25 |
| คอทท์แทนเกอร์ | ± 0.71 | ± 0.32 | ± 2.97 | ± 1.00 | ± 4.81 | ± 2.75 |
| มินเนโอลา | 6.75 | 9.50 | 8.25 | 9.00 | 12.50 | 13.75 |
| แทนเจโล | ± 2.63 | ± 1.73 | ± 2.99 | ± 2.71 | ± 3.87 | ± 4.50 |
| F – test | ns | ns | ns | ns | ns | ns |
| % CV | 5.29 | 24.48 | 43.35 | 72.43 | 50.51 | 50.63 |

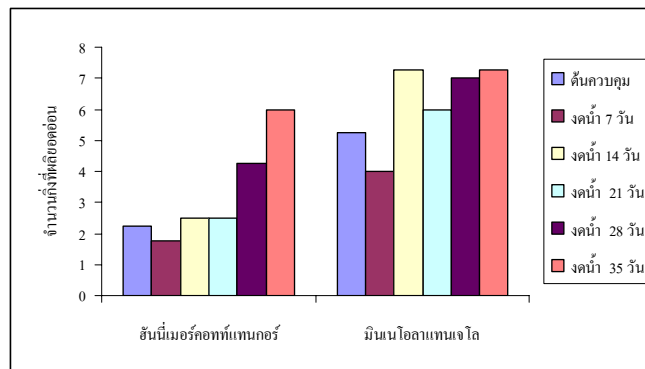
หมายเหตุ ns ค่าเฉลี่ยไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ เมื่อวิเคราะห์โดยวิธี DNMRT

ตารางที่ 16 เปรียบเทียบจำนวนกิ่งสัมพันธ์พันธุ์อันนี่เมอร์คอทท์และพันธุ์มินเนโอลาแทนเจโลที่เกิดยอดอ่อนผลิใหม่หลังจากได้รับน้ำใหม่ นาน 14 วัน

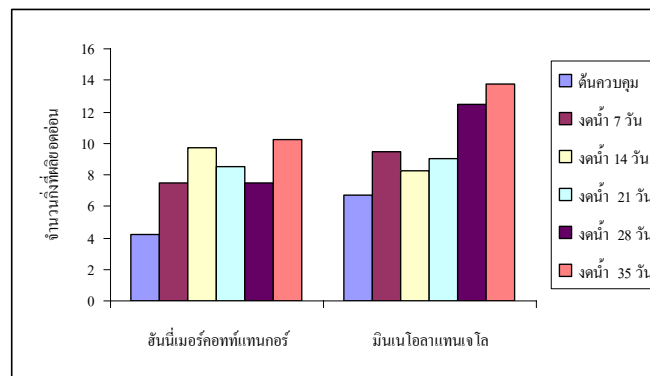
| พันธุ์ | ต้นควบคุม | จำนวนกิ่งที่ผลิยอดอ่อน | | | | |
|---------------|-----------|------------------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| | | งค่น้ำ 7 วัน | งค่น้ำ 14 วัน | งค่น้ำ 21 วัน | งค่น้ำ 28 วัน | งค่น้ำ 35 วัน |
| อันนี่เมอร์ | 4.25 | 8.50 | 14.00 | 18.50 | 19.25 | 17.75 |
| คอทท์แทนเกอร์ | ± 1.18 | ± 1.43 | ± 1.41 | ± 1.15 | ± 0.81 | ± 0.85 |
| มินเนโอลา | 6.50 | 6.75 | 10.25 | 12.50 | 15.50 | 17.00 |
| แทนเจโล | ± 2.65 | ± 2.22 | ± 3.10 | ± 3.79 | ± 3.87 | ± 1.15 |
| F – test | ns | ns | ns | * | ns | ns |
| % CV | 41.43 | 55.74 | 34.13 | 17.87 | 16.24 | 16.40 |

หมายเหตุ ns ค่าเฉลี่ยไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

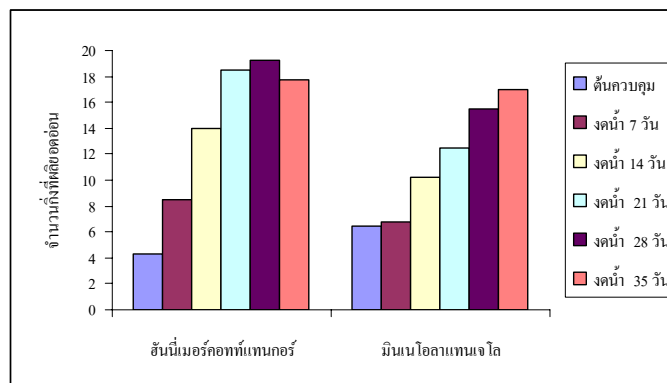
* ค่าเฉลี่ยมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %
เมื่อวิเคราะห์โดยวิธี DNMRT



(ก)



(ข)



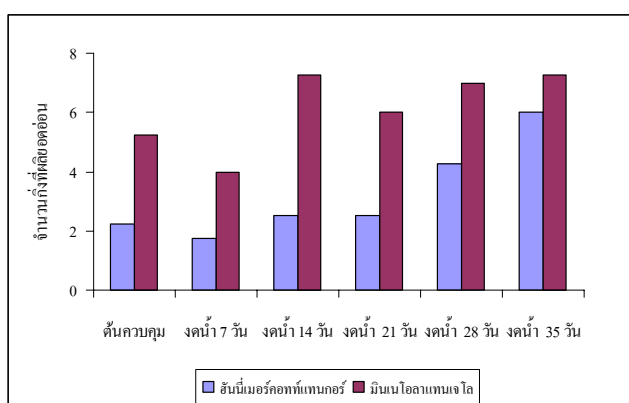
(ค)

ภาพที่ 21 กราฟเปรียบเทียบจำนวนกิ่งสัมพันธ์สันนี้เมอร์คอตท์แทนเกอร์และพันธุ์มินเนโอลาแทนเจโลที่ผลิยอดอ่อน

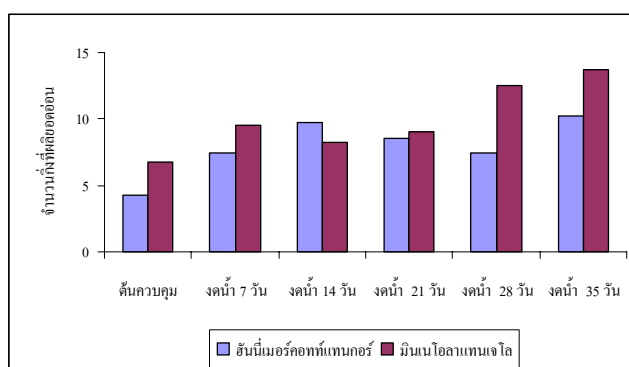
(ก) หลังจากสิ้นสุดการรดน้ำ

(ข) ให้น้ำตามปกติ 7 วัน

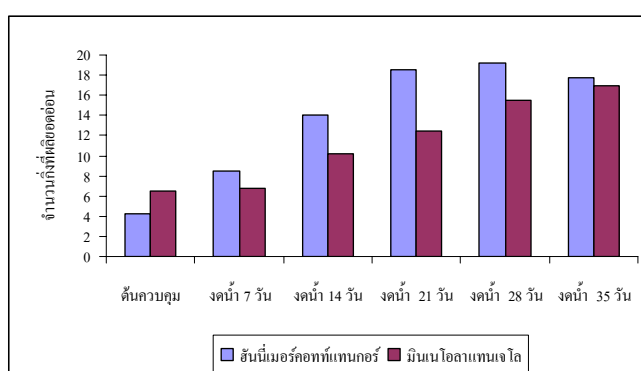
(ค) ให้น้ำตามปกติ 14 วัน



(ก)



(ข)



(ค)

ภาพที่ 22 กราฟเปรียบเทียบจำนวนกุ้งสัมพันธุ์อันนี้เมอร์คอปท์แทนกอร์และพันธุ์มินเนโปลาแทนเจโลที่เกิดขอดอ่อน

(ก) หลังจากสิ้นสุดการงดน้ำ

(ข) ใ้รับน้ำตามปกตินาน 7 วัน

(ค) ใ้รับน้ำตามปกตินาน 14 วัน

ความยาวยอดอ่อนผลิใหม่ของส้มพันธุ์อินนี่เมอร์คอทท์ที่ผ่านการงดน้ำและได้รับน้ำใหม่ตามปกตินาน 7-14 วัน มีความยาวน้อยกว่าส้มมินเนโอลาแทนเจโลอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ยอดอ่อนส้มพันธุ์อินนี่เมอร์คอทท์มีความยาวเฉลี่ย 4.89 เซนติเมตร ส่วนส้มมินเนโอลาแทนเจโลมีความยาวเฉลี่ย 9.92 เซนติเมตร (ตารางที่ 17 – 18 และภาพที่ 23 - 24)

ตารางที่ 17 เปรียบเทียบความยาวยอดอ่อนผลิใหม่ (เซนติเมตร) ของส้มพันธุ์อินนี่เมอร์คอทท์แทนกอร์และพันธุ์มินเนโอลาแทนเจโล หลังจากได้รับน้ำใหม่นาน 7 วัน

| พันธุ์ | ความยาวยอดอ่อนผลิใหม่ (ซม.) | | | | | |
|--------------|-----------------------------|-------------|--------|--------|--------|--------|
| | ต้นควบคุม | งดน้ำ 7 วัน | งดน้ำ | งดน้ำ | งดน้ำ | งดน้ำ |
| | | 14 วัน | 21 วัน | 28 วัน | 35 วัน | |
| อินนี่เมอร์ | 5.10 | 5.50 | 5.50 | 5.10 | 4.60 | 3.30 |
| คอทท์แทนกอร์ | ± 1.18 | ± 1.44 | ± 1.40 | ± 1.15 | ± 0.81 | ± 0.85 |
| มินเนโอลา | 9.50 | 9.60 | 9.40 | 9.90 | 10.20 | 10.30 |
| แทนเจโล | ± 1.04 | ± 1.02 | ± 0.77 | ± 0.89 | ± 1.19 | ± 0.92 |
| F – test | * | * | * | * | * | * |
| % CV | 15.24 | 11.37 | 15.28 | 13.79 | 13.82 | 13.06 |

หมายเหตุ ns ค่าเฉลี่ยไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

* ค่าเฉลี่ยมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

เมื่อวิเคราะห์โดยวิธี DNMRT

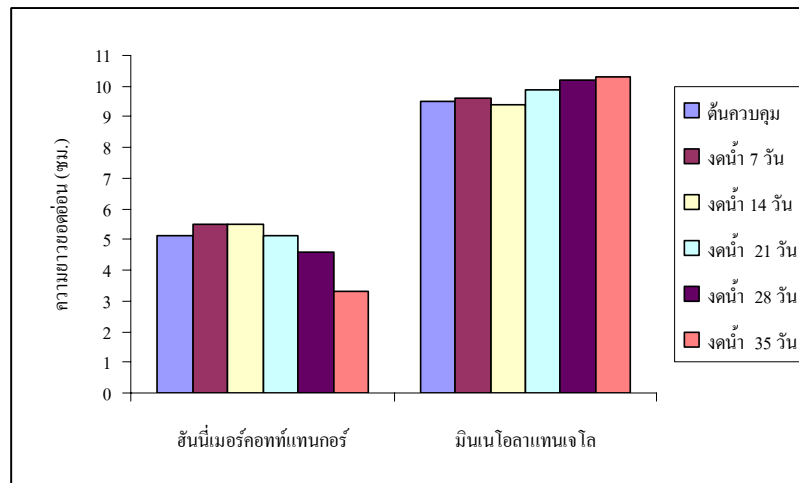
ตารางที่ 18 เปรียบเทียบความยาวยอดอ่อนผลิใหม่ (เซนติเมตร) ของส้มพันธุ์อินนี่เมอร์คอทท์แทนกอร์และพันธุ์มินเนโอลาแทนเจโลหลังจากได้รับน้ำใหม่นาน 14 วัน

| พันธุ์ | ความยาวยอดอ่อนผลิใหม่ (ซม.) | | | | | |
|--------------|-----------------------------|-------------|--------|--------|--------|--------|
| | ต้นควบคุม | งดน้ำ 7 วัน | งดน้ำ | งดน้ำ | งดน้ำ | งดน้ำ |
| | | 14 วัน | 21 วัน | 28 วัน | 35 วัน | |
| อินนี่เมอร์ | 5.30 | 5.40 | 5.40 | 4.90 | 4.80 | 3.70 |
| คอทท์แทนกอร์ | ± 0.58 | ± 0.78 | ± 0.88 | ± 1.94 | ± 0.71 | ± 1.48 |
| มินเนโอลา | 10.10 | 10.10 | 9.90 | 10.40 | 9.80 | 9.70 |
| แทนเจโล | ± 1.00 | ± 1.26 | ± 1.06 | ± 0.94 | ± 0.92 | ± 1.18 |
| F – test | * | * | * | * | * | * |
| % CV | 10.68 | 13.53 | 13.72 | 19.92 | 11.19 | 19.87 |

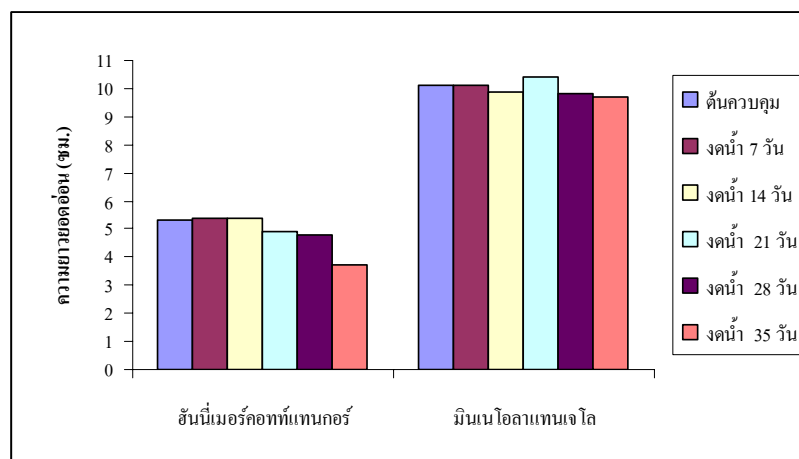
หมายเหตุ ns ค่าเฉลี่ยไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

* ค่าเฉลี่ยมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

เมื่อวิเคราะห์โดยวิธี DNMRT



(ก)

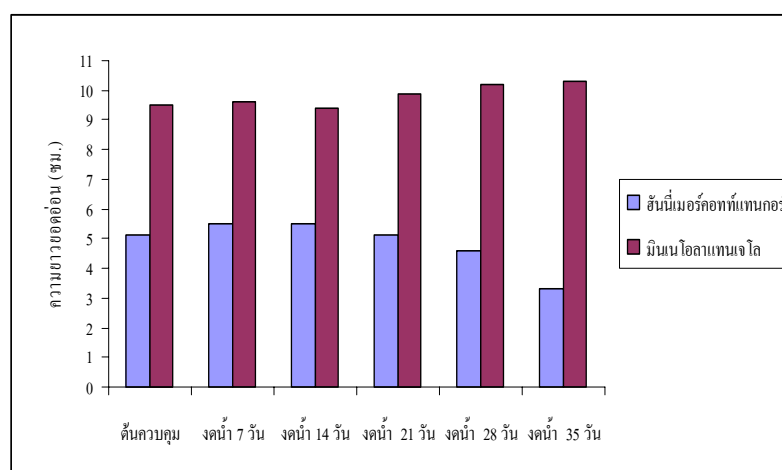


(ข)

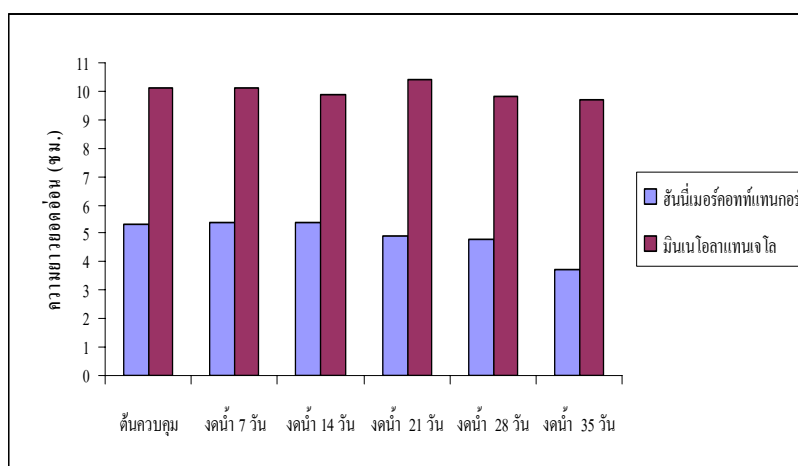
ภาพที่ 23 กราฟเปรียบเทียบความยาวของยอดอ่อนผลิใหม่ในแต่ละทรีทเมนต์

(ก) ได้รับน้ำตามปกติ 7 วัน

(ข) ได้รับน้ำตามปกติ 14 วัน



(ก)



(ข)

ภาพที่ 24 กราฟเปรียบเทียบความยาวของยอดอ่อนผลใหม่ระหว่างส้มพันธุ์ส้มนี้เมอร์คอตท์แทนกอร์และมินเนโอลาแทนเจโล
 (ก) ให้น้ำตามปกติ 7 วัน
 (ข) ให้น้ำตามปกติ 14 วัน

4.ผลของสภาวะความเครียดขาดน้ำต่อการเกิดดอกหลังจากที่ต้นส้มได้รับน้ำใหม่

4.1 สัมพันธ์ฐานนี้เมอร์คอทที่แทนกอร์

หลังสิ้นสุดการทดลองการงดน้ำ ต้นส้มทุกทรีทเมนต์ได้รับน้ำตามปกติ พบว่า หลังสิ้นสุดการทดลองของแต่ละทรีทเมนต์นาน 21 – 28 วัน กิ่งส้มพันธุ์ฐานนี้เมอร์คอทที่แทนกอร์ที่งดน้ำ 14 -35 วัน มีดอกเพิ่มมากขึ้นอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับต้นควบคุมและต้นที่งดน้ำ 7 วัน ต้นส้มที่งดน้ำนาน 14 21 28 และ 35 วันมีผลช่วยในการชักนำให้ตาบนกิ่งส้มสร้างตาดอกเพิ่มมากขึ้นอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ มีดอกเกิดขึ้น 7.50 11.63 3.38 และ 4.13 ดอกตามลำดับ ปริมาณดอกไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ขณะที่กิ่งส้มที่งดน้ำนาน 21 วัน เมื่อได้รับน้ำใหม่นาน 21 วันมีจำนวนดอกสูงสุดและมีค่าที่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ดอกบนต้นควบคุมและต้นที่งดน้ำนาน 7 วันและได้รับน้ำตามปกตินาน 28 วันมีจำนวนดอกเกิดขึ้นน้อยกว่าทรีทเมนต์อื่นๆ ต้นส้มที่งดน้ำนาน 14 วันมีจำนวนดอกเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับต้นควบคุมและต้นที่งดน้ำ 7 วัน (10.88 ดอก) การงดน้ำนาน 21 28 และ 35 วันสามารถชักนำให้เกิดดอกสูงสุดและมีค่าแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ (19.50 19.63 และ 19.88 ดอก ตามลำดับ) (ตารางที่ 19 และภาพที่ 25 - 26)

ตารางที่ 19 ปริมาณดอกของส้มพันธุ์ฮันนี่เมอร์คอตท์แทนกอร์ที่เกิดขึ้นหลังให้น้ำใหม่นาน 21 วัน และ 28 วัน

| ทรีทเมนต์ | ปริมาณดอกของส้มพันธุ์ฮันนี่เมอร์คอตท์แทนกอร์ | |
|-------------|--|----------------------|
| | 21 วันหลังให้น้ำใหม่ | 28 วันหลังให้น้ำใหม่ |
| ต้นควบคุม | 1.88a ± 1.50 | 3.38a ± 1.26 |
| งค้ำ 7 วัน | 2.25a ± 1.29 | 5.25a ± 1.92 |
| งค้ำ 14 วัน | 7.50b ± 2.45 | 10.88b ± 4.99 |
| งค้ำ 21 วัน | 11.63c ± 2.06 | 19.50c ± 2.94 |
| งค้ำ 28 วัน | 3.38b ± 1.26 | 19.63c ± 1.71 |
| งค้ำ 35 วัน | 4.13b ± 2.50 | 19.88c ± 3.40 |
| F – test | * | * |
| % CV | 15.99 | 26.78 |

หมายเหตุ ns ค่าเฉลี่ยไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

* ค่าเฉลี่ยมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %
ค่าเฉลี่ยที่ตามหลังด้วยตัวอักษรที่เหมือนกันในแนวตั้งไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ
เมื่อวิเคราะห์โดยวิธี DMRT



(ก)

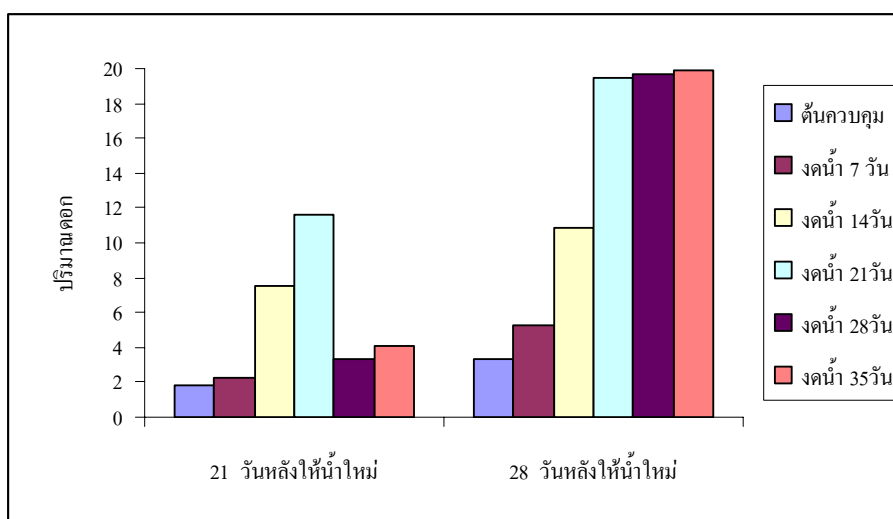


(ข)

ภาพที่ 25 ดอกส้มที่เกิดขึ้นหลังจากต้นส้มได้รับน้ำใหม่นาน 21 - 28 วัน

(ก) พันธุ์ฮันนี่เมอร์คอตที่แทนกอร์

(ข) พันธุ์มินเน โอลาแทนเจโล



ภาพที่ 26 กราฟเปรียบเทียบปริมาณดอกส้มพันธุ์ฮันนี่เมอร์คอตท์แทนกอร์ที่เกิดหลังจากต้นส้มได้รับน้ำนาน 21 วันและ 28 วัน

4.2 ส้มพันธุ์มินเนโอลาแทนเจโล

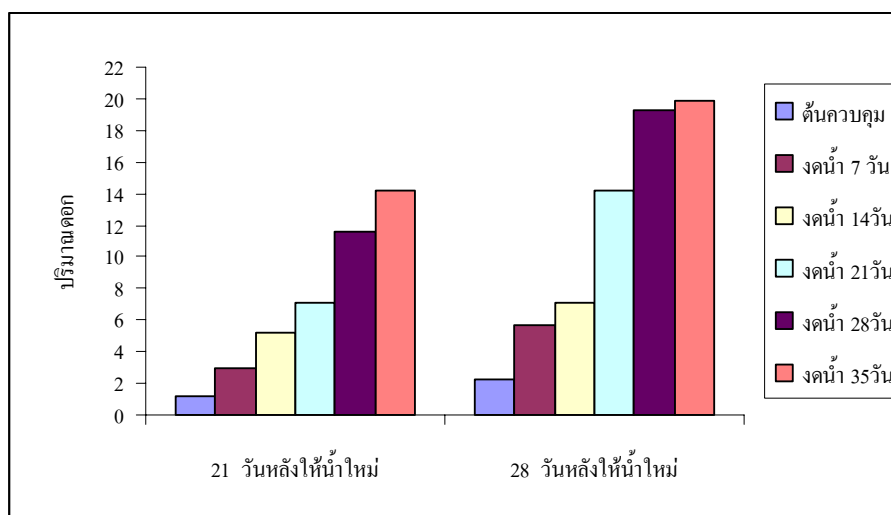
ดอกส้มมินเนโอลาแทนเจโลอายุ 7 วัน มีลักษณะกลม เกิดจากตายอดหรือตาข้าง ของต้นส้มมินเนโอลาแทนเจโล เมื่อต้นส้มได้รับน้ำใหม่นาน 21 วัน พบว่า ต้นที่ผ่านการงดน้ำ 14 – 35 วัน มีปริมาณดอกเกิดเพิ่มมากขึ้นอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ต้นส้มที่งดน้ำ 7 วันมีจำนวนดอกไม้แตกต่างกันทางสถิติกับจากต้นที่ไม่งดน้ำ ต้นส้มที่งดน้ำนาน 14 21 28 และ 35 วัน มีจำนวนดอกไม้ 5.25 7.13 11.63 และ 14.25 ดอกตามลำดับ จำนวนดอกเพิ่มมากขึ้นอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับต้นควบคุมและต้นที่งดน้ำนาน 7 วัน ทริทเมนต์ที่งดน้ำนาน 28 และ 35 วัน เกิดดอกมากที่สุด 19.25 และ 19.88 ดอกตามลำดับ ปริมาณดอกที่เพิ่มมากขึ้นไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ เมื่อให้น้ำนาน 28 วัน ต้นควบคุม ต้นที่งดน้ำนาน 7 และ 14 วัน มีปริมาณดอกไม้ 2.25 5.63 และ 7.13 ดอกตามลำดับ (ตารางที่ 20 และภาพที่ 27)

ตารางที่ 20 ปริมาณดอกของส้มพันธุ์มินเนโอลาแทนเจโลที่เกิดขึ้นหลังได้รับน้ำใหม่

| ทรีทเมนต์ | ปริมาณดอกของส้มพันธุ์มินเนโอลาแทนเจโล | |
|--------------|---------------------------------------|----------------------|
| | 21 วันหลังให้น้ำใหม่ | 28 วันหลังให้น้ำใหม่ |
| ต้นควบคุม | 1.13a ± 0.96 | 2.25a ± 1.73 |
| รดน้ำ 7 วัน | 3.00a ± 1.82 | 5.63a ± 2.87 |
| รดน้ำ 14 วัน | 5.25b ± 2.65 | 7.13a ± 2.22 |
| รดน้ำ 21 วัน | 7.13b ± 2.22 | 14.25b ± 1.92 |
| รดน้ำ 28 วัน | 11.63c ± 2.06 | 19.25c ± 2.65 |
| รดน้ำ 35 วัน | 14.25c ± 1.29 | 19.88c ± 1.66 |
| F – test | * | * |
| % CV | 40.73 | 25.68 |

หมายเหตุ ns ค่าเฉลี่ยไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

* ค่าเฉลี่ยมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %
ค่าเฉลี่ยที่ตามหลังด้วยตัวอักษรที่เหมือนกันในแนวตั้งไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ
เมื่อวิเคราะห์โดยวิธี DNMRT



ภาพที่ 27 กราฟเปรียบเทียบปริมาณดอกส้มพันธุ์มินเนโอลาแทนเจโลของแต่ละทรีทเมนต์ที่เกิดขึ้นหลังจากต้นส้มได้รับน้ำใหม่นาน 21 วันและ 28 วัน

ปริมาณดอกส้มเปลือกอ่อนทั้งสองพันธุ์ของแต่ละทริทเมนต์ที่เกิดขึ้นหลังจากให้น้ำใหม่นาน 21 วันและ 28 วัน พบว่าต้นควบคุมและต้นที่ให้น้ำนาน 7 - 21 วันของส้มทั้งสองพันธุ์มีปริมาณดอกไม้แตกต่างกันทางสถิติ ส้มพันธุ์มินเนโอลาแทนเจโลที่ให้น้ำนาน 28 วันและ 35 วันมีจำนวนดอกมากกว่าต้นส้มพันธุ์ฮันนี่เมอร์คอตอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ตารางที่ 21 – 22 และภาพที่ 28 - 29)

ตารางที่ 21 เปรียบเทียบจำนวนดอกของส้มพันธุ์ฮันนี่เมอร์คอตที่แทนกอร์และพันธุ์มินเนโอลาแทนเจโลหลังจากได้รับน้ำใหม่นาน 21 วัน

| พันธุ์ | เปรียบเทียบจำนวนดอกของส้มทั้งสองพันธุ์ | | | | | |
|---------------|--|--------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| | ต้นควบคุม | ให้น้ำ 7 วัน | ให้น้ำ 14 วัน | ให้น้ำ 21 วัน | ให้น้ำ 28 วัน | ให้น้ำ 35 วัน |
| ฮันนี่เมอร์ | 1.88 | 2.25 | 7.50 | 11.63 | 3.38 | 4.13 |
| คอตที่แทนกอร์ | ± 1.50 | ± 1.29 | ± 2.45 | ± 2.06 | ± 1.26 | ± 2.50 |
| มินเนโอลา | 1.13 | 3.00 | 5.25 | 7.13 | 11.63 | 14.25 |
| แทนเจโล | ± 0.96 | ± 1.82 | ± 2.65 | ± 2.22 | ± 2.06 | ± 1.29 |
| F – test | ns | ns | ns | ns | * | * |
| % CV | 12.57 | 9.35 | 5.98 | 3.42 | 37.19 | 30.72 |

หมายเหตุ ns ค่าเฉลี่ยไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

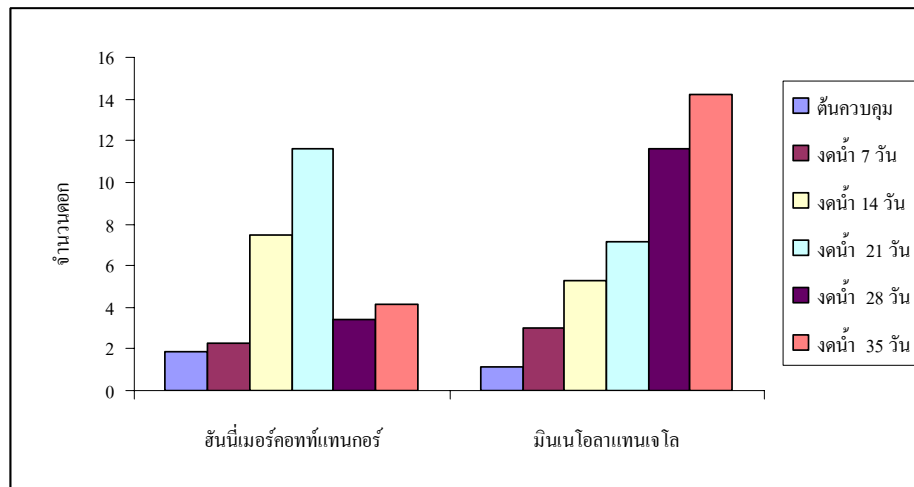
* ค่าเฉลี่ยมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

เมื่อวิเคราะห์โดยวิธี DNMRT

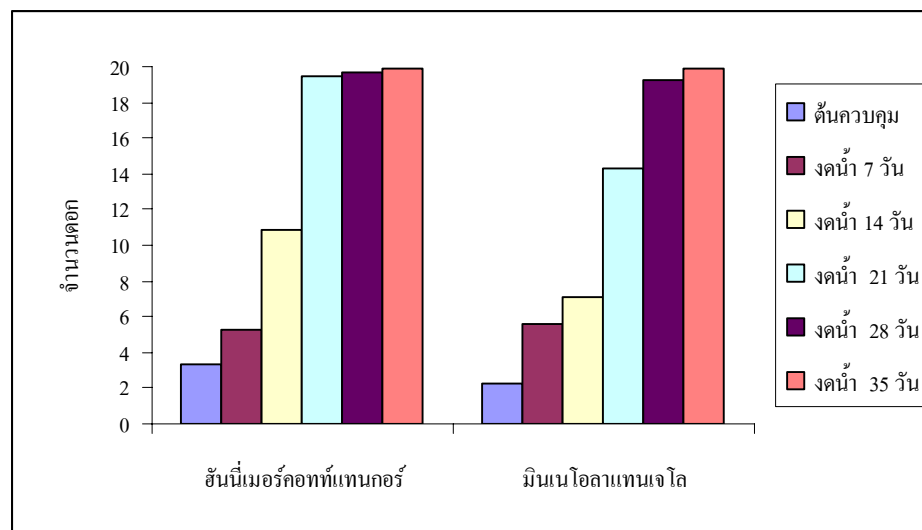
ตารางที่ 22 เปรียบเทียบจำนวนดอกของส้มพันธุ์ฮันนี่เมอร์คอตที่แทนกอร์และพันธุ์มินเนโอลาแทนเจโล หลังจากได้รับน้ำใหม่นาน 28 วัน

| พันธุ์ | เปรียบเทียบจำนวนดอกของส้มทั้งสองพันธุ์ | | | | | |
|---------------|--|--------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| | ต้นควบคุม | ให้น้ำ 7 วัน | ให้น้ำ 14 วัน | ให้น้ำ 21 วัน | ให้น้ำ 28 วัน | ให้น้ำ 35 วัน |
| ฮันนี่เมอร์ | 3.38 | 5.25 | 10.88 | 19.50 | 19.63 | 19.88 |
| คอตที่แทนกอร์ | ± 1.26 | ± 1.92 | ± 4.99 | ± 2.94 | ± 1.71 | ± 3.40 |
| มินเนโอลา | 2.25 | 5.63 | 7.13 | 14.25 | 19.25 | 19.88 |
| แทนเจโล | ± 1.73 | ± 2.87 | ± 2.22 | ± 1.92 | ± 2.65 | ± 1.66 |
| F – test | ns | ns | ns | ns | ns | ns |
| % CV | 8.07 | 6.73 | 6.44 | 22.08 | 15.23 | 16.39 |

หมายเหตุ ns ค่าเฉลี่ยไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ เมื่อวิเคราะห์โดยวิธี DNMRT



(ก)

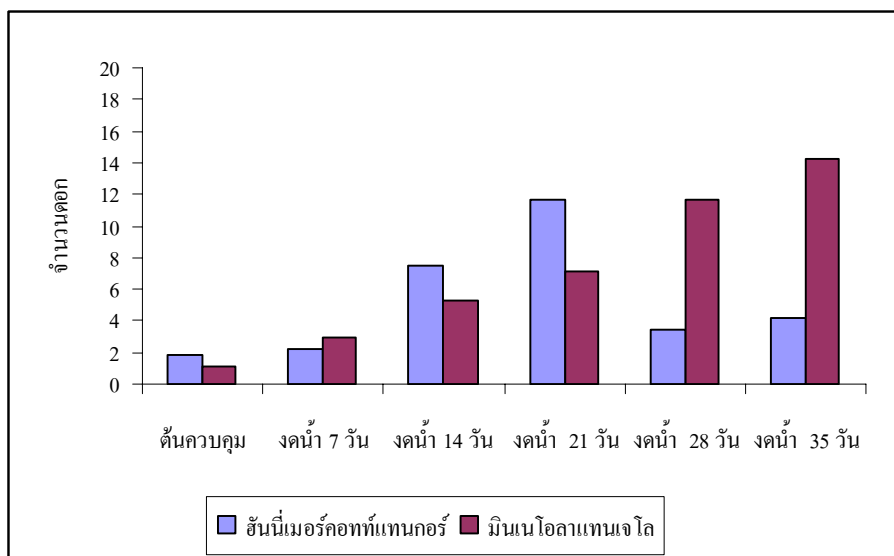


(ข)

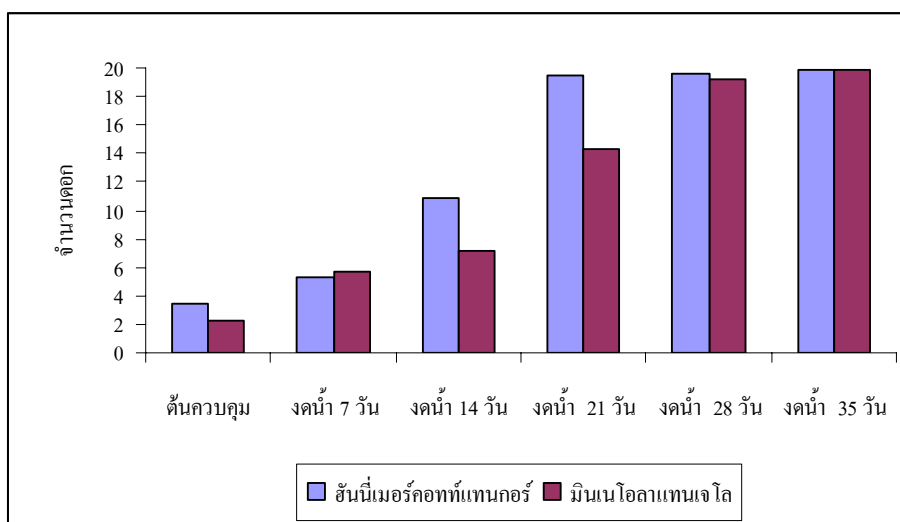
ภาพที่ 28 กราฟเปรียบเทียบจำนวนดอกสั้มที่เกิดขึ้นของต้นสั้มพันธุ์ฮอร์นนี่เมอร์คอตท์และพันธุ์มินเนโอลาแทนเจโล

(ก) ได้รับน้ำตามปกติ 21 วัน

(ข) ได้รับน้ำตามปกติ 28 วัน



(ก)



(ข)

ภาพที่ 29 กราฟเปรียบเทียบจำนวนดอกแต่ละทรีทเมนต์ของสัมพันธุ์*S. mercurioides* และพันธุ์*M. indica* ที่เกิดหลังจากได้รับน้ำใหม่
 (ก) ได้รับน้ำตามปกติ 21 วัน
 (ข) ได้รับน้ำตามปกติ 28 วัน

หลังจากการให้น้ำใหม่นาน 28 วันกับต้นส้มพันธุ์อินนี่เมอร์คอทที่แทนกอร์ที่ผ่านการรดน้ำ 21 – 35 วันและต้นส้มพันธุ์มินเนโอลาแทนเจโลที่รดน้ำ 28 – 35 วัน พบว่า สามารถกระตุ้นให้ต้นส้มเกิดดอกได้ในปริมาณสูงที่สุด ปริมาณดอกที่เพิ่มขึ้นของส้มทั้งสองพันธุ์มีจำนวนไม่แตกต่างกันทางสถิติและดอกส้มที่เกิดบนต้นส้มที่ผ่านการรดน้ำนาน 35 วันมีแนวโน้มที่จะเกิดดอกเดี่ยวหรือช่อดอกที่ไม่มีใบอ่อนรองรับดอกย่อยเป็นจำนวนมาก ซึ่งลักษณะของดอกที่ไม่มีใบส้มรองรับนี้เป็นลักษณะที่ไม่ต้องการ เนื่องจากมีผลทำให้การเจริญเติบโตของผลอ่อนไม่ดี คุณภาพของผลจึงลดลง ระยะเวลาการขาดน้ำนาน 35 วันขึ้นไปของต้นส้มทั้งสองพันธุ์เป็นระยะเวลาที่นานเกินไปทำให้เกิดดอกที่มีลักษณะไม่ดี (ภาพที่ 30)



(ก)



(ข)

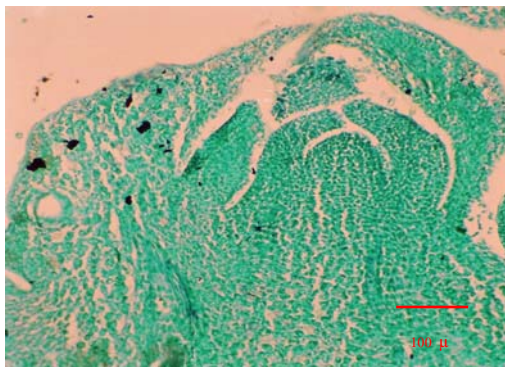
ภาพที่ 30 ลักษณะของดอกส้ม

- (ก) ลักษณะดอกที่มีคุณภาพดี มีใบอ่อนรองรับดอกย่อยของส้มพันธุ์มินเนโอลาแทนเจโล
 (ข) ลักษณะดอกที่มีคุณภาพไม่ดี ไม่มีใบอ่อนรองรับดอกย่อยของส้มพันธุ์อินนี่เมอร์คอทที่แทนกอร์

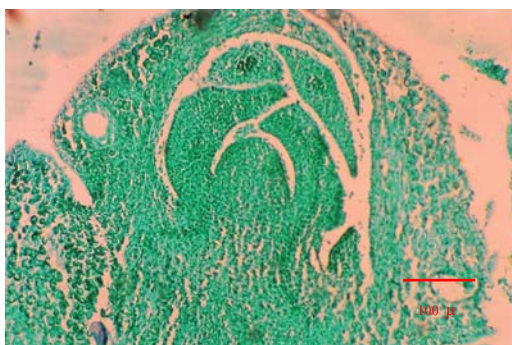
5. ลักษณะทางกายวิภาคของตาใบและตาดอก

กายวิภาคของตาสัมเปลือกก่อนพันธุ์ฮันนี่เมอรัคอทท์แทนกอร์และพันธุ์มินเนโอลาแทนเจโล มีทั้งตาเดี่ยว (single bud) และกระจุกตา (cluster buds หรือ multiple buds) การพัฒนาของตาเดี่ยวและกระจุกตาของสั้ทั้งสองพันธุ์มีลำดับการเกิดโครงสร้างของดอกเหมือนกัน

1. ตาเดี่ยว (single bud) ประกอบด้วยกลุ่มเนื้อเยื่อเจริญส่วนปลาย (apical meristem) และเซลล์อนุพันธุ์ (derivative cell) รูปร่างเป็นโดม (dome shape) (ภาพที่ 31)



(ก)



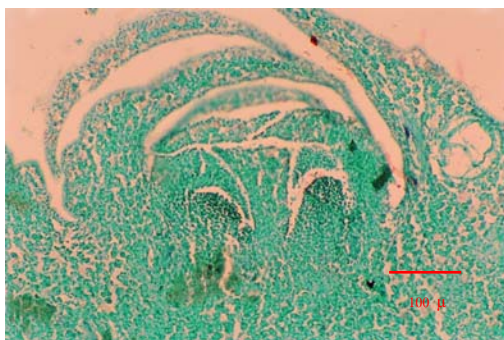
(ข)

ภาพที่ 31 ตาเดี่ยว (single bud) บริเวณปลายยอด (shoot apex) (X100)

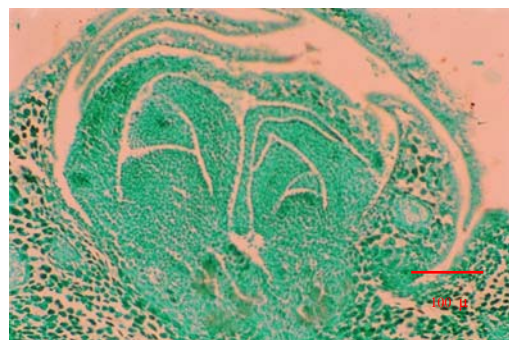
(ก) สั้พันธุ์ฮันนี่เมอรัคอทท์แทนกอร์

(ข) สั้พันธุ์มินเนโอลาแทนเจโล

2.กระจุกตา (cluster buds หรือ multiple buds) ประกอบด้วยตาช้อย (budlets) 2-3 ตา มีใบเกล็ด (bud scale) 2 ใบ หุ้มอยู่ด้านนอกของกระจุกตา ตาช้อยมีใบเกล็ดช้อย (bud scalet) หุ้มตาข้าง 3-4 ใบ มี oil gland กระจายอยู่ทั่วแผ่นใบเกล็ด (ภาพที่ 32)



(ก)



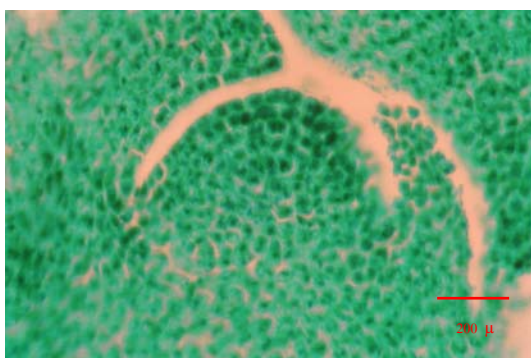
(ข)

ภาพที่ 32 กระจุกตา (cluster buds หรือ multiple buds) (X100)

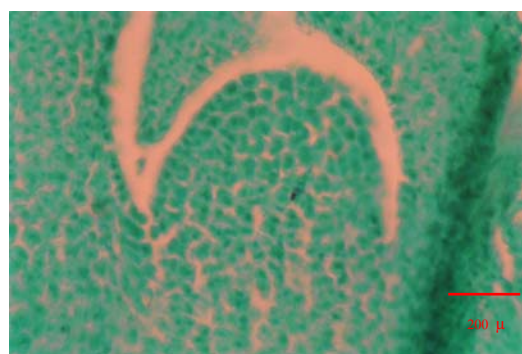
(ก) สัมพันธุ์ฮันนี่เมอร์คอตท์แทนกอร์

(ข) สัมพันธุ์มินเนโอลาแทนเจโล

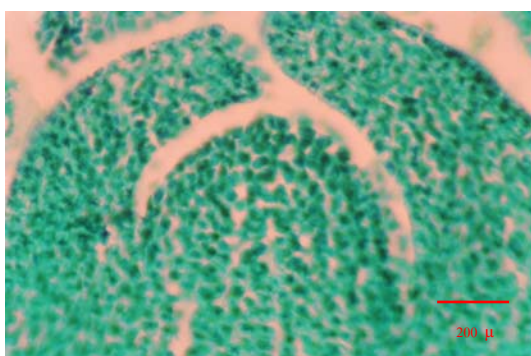
ลักษณะภายนอกของตาบนกิ่งที่ผ่านการพักตัวของส้มทั้งสองพันธุ์มีขนาดเล็ก ระยะนี้ยังไม่สามารถจำแนกระหว่างตาใบหรือตาดอก เพราะมีลักษณะ ขนาด และรูปร่างของตาค่อนข้างคล้ายคลึงกันมาก การจำแนกตาใบหรือตาดอกโดยใช้ลักษณะทางสัณฐานวิทยาภายนอกของตาดอกทำได้ยาก จำเป็นต้องใช้ลักษณะกายวิภาคของตาที่มีเนื้อเยื่อเจริญส่วนปลายที่ปรากฏรูปร่างที่แตกต่างกัน เนื้อเยื่อเจริญส่วนปลายของตาที่พักตัวเป็นรูปโดม (dome shape) (ภาพที่ 33) เนื้อเยื่อเจริญส่วนปลายของตาดอก (floral bud) มีลักษณะแบนกว้างเป็นรูปกระโถนคว่ำ (conical shape) ต่อมาจะสร้างจุดกำเนิดของกลีบเลี้ยง (sepal primordial) (ภาพที่ 34)



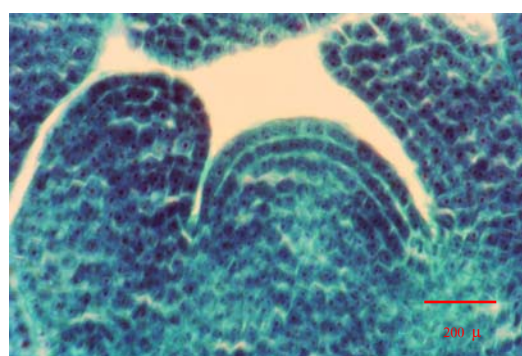
(ก)



(ข)



(ค)

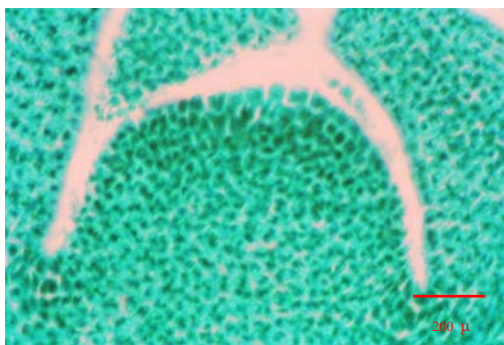


(ง)

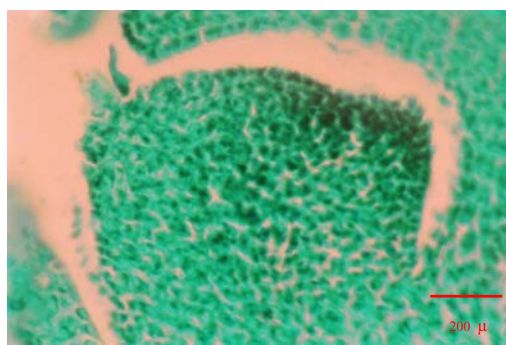
ภาพที่ 33 ภาพของเนื้อเยื่อเจริญส่วนปลายของตาส้มที่กำลังพักตัว (X400)

(ก) - (ข) พันธุ์สันนิเมอรรคอทท์แทนกอร์

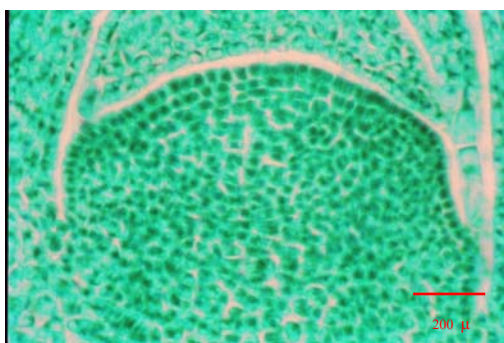
(ค) - (ง) พันธุ์มินเนโอลาแทนเจโล



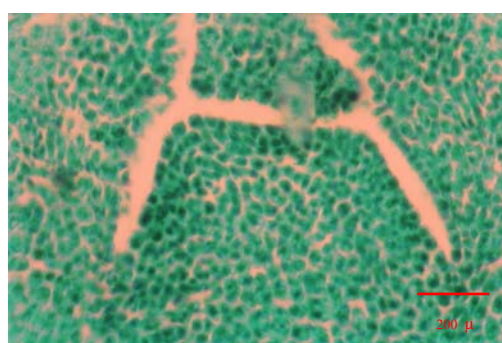
(ก)



(ข)



(ค)



(ง)

- ภาพที่ 34** กายวิภาคเนื้อเยื่อเจริญบริเวณส่วนปลายของตาดอก (floral bud) เป็นรูปกระดุมคว่ำ (conical shape) ขณะกำลังพัฒนาเป็นจุดกำเนิดกลีบเลี้ยง (sepal primordium) (X400)
- (ก) ตาดอกส้มพันธุ์ฮันนี่เมอร์คอทท์แทนกอร์ที่ได้รับน้ำใหม่นาน 7 วัน
 - (ข) ตาดอกส้มพันธุ์ฮันนี่เมอร์คอทท์แทนกอร์ที่ได้รับน้ำใหม่นาน 14 วัน
 - (ค) ตาส้มพันธุ์มินเนโอลาแทนเจโลที่ได้รับน้ำใหม่นาน 7 วัน
 - (ง) ตาส้มพันธุ์มินเนโอลาแทนเจโลที่ได้รับน้ำใหม่นาน 14 วัน

ระยะเวลาในการขาดน้ำและระยะเวลาการให้น้ำใหม่แก่ต้นส้มทั้งสองพันธุ์มีความสัมพันธ์กับการสร้างตาดอก ช่วงระยะเวลาที่งดน้ำนาน 7 – 35 วันยังไม่ปรากฏตาดอกให้เห็น ลักษณะกายวิภาคของตาไม่แตกต่างจากต้นควบคุม เมื่อทำการให้น้ำใหม่นาน 7 วัน พบว่า เริ่มสังเกตเห็นตาดอกเป็นครั้งแรกในต้นส้มฮันนี่เมอร์คอตท์แทนกอร์ที่งดน้ำ 21 วันและต้นส้มมินเนโอลาที่งดน้ำ 28 วัน และเมื่อต้นส้มได้รับน้ำใหม่นาน 14 วัน (ตารางที่ 23) ตาส้มของต้นส้มที่ผ่านการงดน้ำ 21 – 35 วัน มีจำนวนตาดอกเพิ่มมากขึ้นอย่างชัดเจน ซึ่งมีความสัมพันธ์กับจำนวนดอกที่เกิดขึ้นภายหลังจากต้นส้มได้รับน้ำเพิ่มขึ้นในสัปดาห์ที่ 3 และ 4 (ตารางที่ 24) ต้นส้มที่ผ่านการงดน้ำของแต่ละทรีทเมนต์ จำเป็นต้องได้รับน้ำตามปกติในระยะเวลาหนึ่งเสียก่อน จึงจะมีการกระตุ้นให้ตาดอกที่เกิดขึ้นนี้สามารถพัฒนาโครงสร้างอื่นๆตามมา

ตารางที่ 23 จำนวนตาดอกของส้มพันธุ์ฮันนี่เมอร์คอตท์แทนกอร์และพันธุ์มินเนโอลาแทนเจโลที่นับได้จากการตรวจสอบด้วยกล้องจุลทรรศน์ (7 วันหลังจากได้รับน้ำใหม่)

| พันธุ์ | จำนวนตาดอก/20 ตา | | | | | |
|-------------------------|------------------|-------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| | ต้นควบคุม | งดน้ำ 7 วัน | งดน้ำ 14 วัน | งดน้ำ 21 วัน | งดน้ำ 28 วัน | งดน้ำ 35 วัน |
| ฮันนี่เมอร์คอตท์แทนกอร์ | 0 | 0 | 0 | 5 | 5 | 9 |
| มินเนโอลาแทนเจโล | 0 | 0 | 0 | 0 | 10 | 9 |

ตารางที่ 24 จำนวนตาดอกของส้มพันธุ์ฮันนี่เมอร์คอตท์แทนกอร์และพันธุ์มินเนโอลาแทนเจโลที่นับได้จากการตรวจสอบด้วยกล้องจุลทรรศน์ (14 วันหลังจากได้รับน้ำใหม่)

| พันธุ์ | จำนวนตาดอก/20 ตา | | | | | |
|-------------------------|------------------|-------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| | ต้นควบคุม | งดน้ำ 7 วัน | งดน้ำ 14 วัน | งดน้ำ 21 วัน | งดน้ำ 28 วัน | งดน้ำ 35 วัน |
| ฮันนี่เมอร์คอตท์แทนกอร์ | 0 | 0 | 6 | 10 | 15 | 12 |
| มินเนโอลาแทนเจโล | 2 | 7 | 7 | 10 | 14 | 10 |

วิจารณ์

ต้นส้มพันธุ์ฮันนี่เมอร์คอตท์แทนเกอร์และพันธุ์มินเนโอลาแทนเจโลปลูกในสภาพแปลงปลูกกลางแจ้ง ต้นส้มได้รับแสงอย่างเต็มที่ เมื่อทำการทดลองรดน้ำในแต่ละทริทเมนต์พบว่า ต้นส้มทั้งสองพันธุ์ตอบสนองต่อสภาวะความเครียดขาดน้ำนาน 7 14 21 28 35 วัน และต้นควบคุม (ได้รับน้ำตามปกติ) แตกต่างกัน สามารถนำลักษณะสัญญาณวิทยาภายนอกทรงพุ่มของต้นส้มที่ปรากฏอาการหลังจากงดน้ำมาใช้ประเมินสภาวะความเครียดขาดน้ำได้ อาการที่แสดงให้เห็นเกิดที่แผ่นใบ แผ่นใบเริ่มเปลี่ยนเป็นสีเขียวซีด (Spinach Green, No. LCC 960) จนถึงสีเหลือง (chlorotic) (Yellowish Orange, No. LCC 763) ขอบใบม้วนห่อ มุมระหว่างกิ่งกับก้านใบเป็นมุมฉากถึงมุมป้าน ใบที่อยู่ด้านล่างของกิ่งแก่เปลี่ยนสีเป็นสีเหลืองและหลุดร่วง ลักษณะอาการที่แสดงออกเกิดจากความสัมพันธ์ระหว่างความเครียดขาดน้ำภายในต้นพืชกับความเป็นประโยชน์ของน้ำในดิน เมื่อความชื้นในดินลดลงเนื่องจากการงดน้ำ ทำให้น้ำที่เคลื่อนเข้าสู่รากมีอัตราที่ช้ากว่าการสูญเสียน้ำจากต้นส้ม ต้นส้มพันธุ์ฮันนี่เมอร์คอตท์แทนเกอร์เริ่มแสดงอาการขาดน้ำอย่างเด่นชัดในวันที่มีการงดน้ำครบ 21 วัน ขณะที่ต้นส้มพันธุ์มินเนโอลาแทนเจโลแสดงอาการขาดน้ำดังกล่าวในวันที่ 28 ของการงดน้ำ ช่วงระยะเวลาการรดน้ำนาน 21 วันและ 28 วันในส้มทั้งสองพันธุ์ชักนำให้ต้นส้มเข้าสู่สภาวะความเครียดขาดน้ำรุนแรง ในต้นส้มพันธุ์ฮันนี่เมอร์คอตท์แทนเกอร์ ถ้าเพิ่มระยะเวลาการรดน้ำให้นานกว่า 21 วัน และถ้าต้นส้มพันธุ์มินเนโอลาแทนเจโลขาดน้ำนานกว่า 28 วัน มีแนวโน้มที่จะส่งผลกระทบต่อต้นส้มได้ อาการขาดน้ำในส้มพันธุ์ฮันนี่เมอร์คอตท์แทนเกอร์ที่งดน้ำนาน 7 – 14 วัน และส้มพันธุ์มินเนโอลาแทนเจโลที่งดน้ำ 7 – 21 วัน ยังแสดงอาการขาดน้ำไม่ชัดเจน เป็นสภาวะความเครียดขาดน้ำไม่รุนแรง การรดน้ำที่ยาวนานมากขึ้นกว่านี้ ทำให้ความชื้นในดินลดลงอย่างต่อเนื่อง ส่งผลให้รากสามารถดูดซึมน้ำได้น้อยลง แม้ว่าส้มเป็นพืชที่มีคิวทินเคลือบหนาที่แผ่นใบ คิวทินสามารถช่วยต้านทานต่อการสูญเสียน้ำและลดการคายน้ำได้ แต่ส้มเป็นพืชที่มีระบบรากตื้น การรดน้ำส่งผลให้ความสามารถของรากส้มต่อการดึงโพแทสเซียมไปใช้ได้ลดลง ทำให้โพแทสเซียมใน xylem sap ลดลงด้วย ต้นส้มทั้งสองพันธุ์จึงต้องมีการปรับตัวโดยเกิดการม้วนห่อของใบและการหลุดร่วงของใบเพื่อลดการสูญเสียน้ำและช่วยลดสมมูลย์ของโพแทสเซียมใน xylem sap เช่นเดียวกับการศึกษาการขาดน้ำในใบข้าวโพด (corn) ถั่วเหลือง (soybean) และทานตะวัน (sunflower) (Boyer, 1970; Kuchenbuch *et al.*, 1986) การหลุดร่วงของใบส้มแสดงว่าต้นส้มขาดน้ำอย่างรุนแรง (Belaygue *et al.*, 1996) การม้วนห่อและการหลุดร่วงของใบพืชถือเป็นกลไกทางสรีรวิทยาของพืชที่ช่วยลดการสูญเสียน้ำ ช่วยป้องกันอันตรายให้กับเซลล์หรือเนื้อเยื่อของใบ ลดการคายน้ำและลดพื้นที่ใบที่จะรับปริมาณพลังงานแสงแดด การขาดน้ำของต้นส้มมีผลเกี่ยวข้องกับการเปลี่ยนแปลงของปริมาณฮอร์โมนพืชบางชนิดด้วย ในช่วงระยะเวลาที่ต้นส้มขาด

น้ำอย่างรุนแรง ปริมาณ abscissic acid (ABA) และ ethylene เพิ่มขึ้น สารทั้งสองชนิดจะกระตุ้นให้ใบเสื่อมสภาพเร็วขึ้นและทำให้เกิดการหลุดร่วงของใบ (Arteca , 1996; Chartzoulakis *et al.*, 2000)

สภาวะความเครียดขาดน้ำนาน 21 - 35 วันของต้นส้มพันธุ์ฮันนี่เมอร์คอตท์แทนกอร์และ 28 -35 วันของต้นส้มพันธุ์มินเนโอลาแทนเจโล ส่งผลให้ใบส้มทั้งสองพันธุ์ที่อยู่บริเวณโคนกิ่งแก่แสดงอาการแผ่นใบเหลือง (chlorotic) ลักษณะเช่นนี้พบในต้นส้มโชกุนที่จำกัดการให้น้ำลดลง 50 เปอร์เซ็นต์ เป็นเวลา 4 – 6 สัปดาห์ (ทัศนพันธุ์, 2545) เมื่อให้น้ำใหม่ตามปกติ อาการใบเหลืองไม่สามารถฟื้นคืนสู่สภาพปกติได้ และใบบางส่วนเกิดการหลุดร่วงไปด้วย แสดงว่า การงดน้ำนานกว่า 21 ;วันและ 28 วัน เริ่มก่อให้เกิดความเสียหายของคลอโรพลาสต์ในใบส้มพันธุ์ฮันนี่เมอร์คอตท์แทนกอร์และพันธุ์มินเนโอลาแทนเจโลอย่างสมบูรณ์ เนื่องจากเซลล์ไม่สามารถเคลื่อนย้ายไปที่ใบแก่ได้ นอกจากเกิดอาการ chlorotic แล้ว ยังมีแนวโน้มจะเกิดอาการ necrosis ที่ขอบใบได้ด้วย (Aloni, 1986; Zhang, 1990) ต้นส้มทั้งสองพันธุ์ที่ขาดน้ำนานกว่าระยะเวลาวิกฤติดังกล่าวส่งผลให้ใบส้มเกิดอาการ chlorotic ร่วมกับ necrosis ได้ จะมีผลเสียต่อต้นส้มมากขึ้น ข้อมูลอาการทางสัณฐานวิทยาภายนอกที่ได้จากการศึกษานี้สามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการจำกัดระยะเวลาขาดน้ำของต้นส้ม โดยไม่ส่งผลกระทบต่อต้นส้มในสภาพแวดล้อมที่ใกล้เคียงกับการทดลองครั้งนี้

หลังจากสิ้นสุดการทดลองงดน้ำในแต่ละทริทเมนต์แล้ว เมื่อต้นส้มกลับมาได้รับน้ำใหม่อย่างเต็มที่จนถึงความจุความชื้นสนาม (field capacity) พบว่า อาการม้วนห่อของใบสามารถคืนกลับสู่สภาพปกติเช่นเดียวกับต้นส้มที่ไม่งดน้ำ การฟื้นคืนสู่สภาพปกติของต้นส้มทั้งสองพันธุ์เกิดได้ค่อนข้างเร็ว (ประมาณ 3 -10 วัน) คล้ายคลึงกับมะนาวพันธุ์เป็น (Citrus aurantifolia Swingle) ที่เกิดสภาวะความเครียดขาดน้ำ (บัณฑิต และรวี, 2547) การที่ต้นส้มทั้งสองพันธุ์สามารถฟื้นคืนสู่สภาพปกติได้เร็ว น่าจะมีความเกี่ยวข้องกับการหลุดร่วงของใบที่ช่วยลดการคายน้ำ (Evapo – transpiration) ได้มากและรวดเร็ว การหลุดร่วงของใบในระหว่างที่ทำการงดน้ำ ช่วยให้อัตราการคายระเหยน้ำลดน้อยลง เมื่อต้นส้มได้รับน้ำใหม่ปริมาณมากเพียงพอจนถึงระดับความจุความชื้นสนาม ความชื้นดินสูงขึ้น ช่วยให้เนื้อเยื่อของใบเต่ง การม้วนห่อของใบจึงสามารถคืนสู่สภาพปกติทำให้ต้นส้มสามารถฟื้นตัวเข้าสู่สภาพปกติได้เร็ว

ความเครียดขาดน้ำแสดงอาการรุนแรงมากขึ้นเมื่อเพิ่มระยะเวลาการงดน้ำ ต้นส้มพันธุ์ฮันนี่เมอร์คอตท์แทนกอร์เริ่มแสดงอาการผิดปกติต่อการขาดน้ำอย่างรุนแรงตั้งแต่ 21 วันและต้นส้ม

พันธุ์มินเนโอลาแทนเจโลแสดงอาการขาดน้ำรุนแรงเมื่อคน้านาน 28 วัน แสดงว่า ระยะเวลาการขาดน้ำดังกล่าวเป็นจุดเข้าสู่จุดวิกฤตที่ต้นส้มแต่ละพันธุ์สามารถทนต่อสภาพแห้งแล้งได้ ส้มพันธุ์ฮันนี่เมอร์คอตท์แทนกอร์มีความทนทานต่อการขาดน้ำน้อยกว่าต้นส้มพันธุ์มินเนโอลาแทนเจโล จากอาการที่แสดงออกเร็วกว่าและมากกว่า คือ มีจำนวนใบเหลืองและเกิดการใบหลุดร่วงของใบมากกว่า

จากการศึกษาปริมาณน้ำสัมพัทธ์ในใบส้มเปลือกอ่อนทั้งสองพันธุ์ พบว่า ในช่วงระยะเวลาที่ต้นส้มขาดน้ำมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงปริมาณน้ำสัมพัทธ์ในใบอย่างชัดเจนเมื่อเปรียบเทียบกับต้นที่ได้รับน้ำปกติ ลักษณะสัณฐานวิทยาที่แสดงออกจากการขาดน้ำในแต่ละทริทเมนต์มีความสัมพันธ์กับปริมาณน้ำสัมพัทธ์ในใบที่เปลี่ยนแปลงไป ปริมาณน้ำสัมพัทธ์ในใบสามารถบ่งบอกถึงสภาวะความเครียดขาดน้ำของพืช เนื่องจากมีความสัมพันธ์กับกิจกรรม metabolism การเจริญเติบโตของต้นพืช ปริมาณน้ำสัมพัทธ์ในใบอยู่ในช่วง 65.00 – 80.00 เปอร์เซ็นต์ เป็นสภาวะที่พืชกำลังเข้าสู่ความเครียดขาดน้ำ (Sinclair and Ludlow, 1985) ระยะเวลาการขาดน้ำ 21 วันของส้มพันธุ์ฮันนี่เมอร์คอตท์แทนกอร์มีปริมาณน้ำสัมพัทธ์ในใบ 70.67 เปอร์เซ็นต์ ระยะเวลาการงดน้ำ 28 วันสำหรับส้มพันธุ์มินเนโอลาแทนเจโลมีค่าปริมาณน้ำสัมพัทธ์ในใบ 68.21 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งถือเป็นระดับสภาวะความเครียดขาดน้ำที่เพียงพอสำหรับการชักนำการออกดอกของส้มแต่ละพันธุ์ ช่วงปริมาณน้ำสัมพัทธ์ในใบดังกล่าวอยู่ในสภาวะความเครียดขาดน้ำ การงดน้ำตั้งแต่ 14 วันขึ้นไปของส้มพันธุ์ฮันนี่เมอร์คอตท์แทนกอร์และ 21 วันขึ้นไปของส้มพันธุ์มินเนโอลาแทนเจโลส่งผลให้ปริมาณน้ำสัมพัทธ์ในใบลดลงอย่างชัดเจนเมื่อเปรียบเทียบกับต้นควบคุม จากการศึกษาของทสันพันธุ์ (2545) พบว่า ระดับสภาวะความเครียดขาดน้ำที่พอเพียงสำหรับการชักนำออกดอกของส้มโชกุนสามารถประเมินได้จากค่าปริมาณน้ำสัมพัทธ์ในใบในช่วงเช้าเท่ากับ 80.80 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งมีค่าสูงกว่าปริมาณน้ำสัมพัทธ์ของใบส้มพันธุ์ฮันนี่เมอร์คอตท์แทนกอร์และมินเนโอลาแทนเจโล ค่าที่แตกต่างกันนี้อาจเกิดจากปัจจัยอื่นๆที่เกี่ยวข้องซึ่งมีความแตกต่างกัน อาทิเช่น ระยะเวลาในการเก็บใบส้มที่นำมาศึกษาแตกต่างกัน รวมทั้งสภาพแวดล้อมของสถานที่ปลูกและชนิดพันธุ์ส้มด้วย

ปริมาณน้ำสัมพัทธ์ในใบส้มเปลือกอ่อนพันธุ์ฮันนี่เมอร์คอตท์แทนกอร์ที่งดน้ำนาน 7 วันมีค่าใกล้เคียงกับต้นควบคุมที่ไม่งดน้ำ แสดงว่า การงดน้ำในช่วงเวลาสั้นๆ (น้อยกว่า/เท่ากับ 7 วัน) ไม่มากพอที่จะชักนำให้ต้นส้มอยู่ในสภาวะขาดน้ำ ส้มพันธุ์ฮันนี่เมอร์คอตท์แทนกอร์สามารถทนต่อการเปลี่ยนแปลงของปริมาณน้ำได้นาน 7 วัน เช่นเดียวกับส้มพันธุ์มินเนโอลาแทนเจโลมีความทนต่อการขาดน้ำได้มากกว่า (นาน 14 วัน) ข้อมูลปริมาณน้ำสัมพัทธ์ในใบกับลักษณะทางสัณฐานวิทยาภายนอกจากการขาดน้ำเพียงเล็กน้อยของต้นส้มทั้งสองพันธุ์ในช่วง 7 วันและ 14 วันที่ขาดน้ำ

พบว่า ปริมาณน้ำสัมพัทธ์ในใบยังคงสูง (สัมพัทธ์อันนี้เมอร์คอตท์แทนกอร์ที่งดน้ำ 7 วันมีค่า 85.15 เปอร์เซ็นต์และ 84.28 เปอร์เซ็นต์สำหรับสัมพัทธ์มินเนโอลาแทนเจโลที่งดน้ำ 14 วัน) ลักษณะภายนอกของต้นส้มที่แสดงอาการขาดน้ำพบเพียงอาการม้วนห่อของใบในช่วงเวลา 11.00 – 14.00 น. และใบส้มสามารถกลับคืนสู่สภาพปกติในช่วงเย็นของวัน ต้นส้มอันนี้เมอร์คอตท์แทนกอร์ที่งดน้ำนาน 14 -35 วันและพันธุ์มินเนโอลาแทนเจโลที่งดน้ำนาน 21 – 35 วัน มีปริมาณน้ำสัมพัทธ์ในใบลดต่ำลงมาก (54.87 - 79.68 เปอร์เซ็นต์ และ 64.07 - 79.87 เปอร์เซ็นต์) แสดงว่า ต้นส้มเข้าสู่สภาพสภาวะความเครียดขาดน้ำปานกลาง (mild water stress) มีผลทำให้ลักษณะสัญญาณวิทยภายนอกเปลี่ยนแปลงไป เมื่องดน้ำนานกว่า 28 – 35 วัน ใบมีปริมาณน้ำสัมพัทธ์ต่ำมาก ใบแสดงอาการขาดน้ำอย่างรุนแรง ชักน้ำให้ต้นส้มเข้าสู่สภาวะความเครียดขาดน้ำอย่างรุนแรง (serve water stress) อาการขาดน้ำแสดงออกที่แผ่นใบมีสีเหลือง (Yellowish Orange, No. LCC 763) ขอบใบม้วนห่อมาก มุมระหว่างกิ่งกับก้านใบเป็นมุมฉาก (90°- 100°) หลังจากมีการให้น้ำใหม่นาน 7 – 14 วัน ปริมาณน้ำสัมพัทธ์ในใบเริ่มเข้าสู่สภาพปกติเช่นเดียวกับต้นไม่งดน้ำ

ต้นส้มพันธุ์อันนี้เมอร์คอตท์แทนกอร์ที่งดน้ำนาน 14 - 21 วัน ปริมาณน้ำสัมพัทธ์ในใบกลับคืนได้ภายในระยะเวลา 1 สัปดาห์หลังให้น้ำใหม่ สัมอันนี้เมอร์คอตท์แทนกอร์ที่งดน้ำนาน 28 -35 วันต้องใช้เวลานานมากขึ้นในการชักน้ำให้ปริมาณน้ำสัมพัทธ์ในใบเพิ่มสูงขึ้นจนเข้าสู่ปกติ การขาดน้ำในระยะวิกฤต ใบที่แสดงอาการขาดน้ำมากจนแผ่นใบมีสีเหลืองและขอบใบม้วนห่อมาก ไม่สามารถฟื้นกลับสู่สภาพปกติ ต้นส้มพันธุ์มินเนโอลาแทนเจโลสามารถฟื้นคืนสู่สภาพปกติได้รวดเร็วกว่าพันธุ์อันนี้เมอร์คอตท์แทนกอร์ การงดน้ำมากกว่า 14 วันของต้นส้มพันธุ์อันนี้เมอร์คอตท์แทนกอร์และงดน้ำมากกว่า 21 วันของพันธุ์มินเนโอลาแทนเจโลเป็นช่วงเวลาที่เริ่มแสดงอาการอ่อนไหว (sensitive) ต่อการสูญเสียปริมาณน้ำในใบ

ต้นส้มที่ได้รับน้ำใหม่ ปริมาณน้ำสัมพัทธ์ในใบเพิ่มสูงมากขึ้นจนเข้าสู่ระดับปกติ ซึ่งสอดคล้องกับอาการม้วนห่อของใบที่สามารถฟื้นสู่ปกติได้ภายหลังจากได้รับน้ำใหม่ แสดงว่า การขาดน้ำ 21 – 35 วันของต้นส้มพันธุ์อันนี้เมอร์คอตท์แทนกอร์และ 28 – 35 วันของต้นส้มพันธุ์มินเนโอลาแทนเจโลยังไม่ถึงจุดเหี่ยวถาวร (Permanently Wilted) ต้นส้มสามารถฟื้นความเต่งกลับคืนมาได้ ต้นส้มพันธุ์มินเนโอลาแทนเจโลมีทรงพุ่มแน่นที่บวมมากกว่าสัมพันธุ์อันนี้เมอร์คอตท์ ส่งผลให้การสูญเสียน้ำในดินบริเวณรอบๆโคนต้นเกิดได้ช้ากว่า แผ่นใบมีความหนาสามารถทนทานต่อสภาวะความเครียดขาดน้ำได้ดีกว่าสัมพันธุ์อันนี้เมอร์คอตท์แทนกอร์ การปรับลักษณะทรงพุ่ม (canopy architecture) เป็นกลไกช่วยลดการสูญเสียน้ำในสภาพแวดล้อมที่ไม่เหมาะสมอย่างหนึ่ง คล้ายคลึงกับทรงพุ่มของส้ม Tangor ที่มีความหนาแน่นสูงของส้ม Orange ทำให้ส้ม Tangor มีการสูญเสียน้ำ

น้อยกว่าด้วย (Givnish, 1986) ขนาดของทรงพุ่มมีความสำคัญและเกี่ยวข้องกับการใช้ น้ำของต้นส้ม ทั้งสองพันธุ์ เนื่องจากรากของพืชแผ่กระจายหนาแน่นอยู่บริเวณทรงพุ่ม ทรงพุ่มของส้มพันธุ์มินเน โอลาแทนเจโลกว้างประมาณ 4 – 5 เมตร ขณะที่ส้มพันธุ์อันนีเมอร์คอตท์แทนกอร์มีทรงพุ่มเล็ก กว่า (2 – 3 เมตร) ทรงพุ่มที่มีขนาดกว้างกว่ามีผลต่อความหนาแน่นของรากมีค่ามากกว่าและระบบ รากแผ่กระจายได้ดีกว่าด้วย มีผลต่อความสามารถในการหาน้ำในช่วงที่งดการให้น้ำได้ดีกว่า ทำให้ ค่าปริมาณน้ำสัมพัทธ์ในใบส้มพันธุ์มินเน โอลาแทนเจโลมีค่าสูงกว่าส้มพันธุ์อันนีเมอร์คอตท์แทนกอร์ ส้ม เปลือกก่อนพันธุ์มินเน โอลาแทนเจโลสามารถทนทานต่อความแห้งแล้งได้ดีกว่าต้นส้มพันธุ์อันนี เมอร์คอตท์แทนกอร์เพราะการแสดงอาการขาดน้ำอย่างรุนแรงใช้ระยะเวลา 35 วัน ขณะที่ต้น ส้มพันธุ์อันนีเมอร์คอตท์แทนกอร์แสดงอาการขาดน้ำอย่างรุนแรงในการงดน้ำ 21 วัน ปริมาณน้ำสัม พัทธ์ในใบส้มพันธุ์มินเน โอลาแทนเจโลที่ขาดน้ำทุกทริทเมนต์มีค่า 64.07 – 85.25 เปอร์เซนต์ ปริมาณน้ำสัมพัทธ์ในใบมีค่าสูงกว่าส้มพันธุ์อันนีเมอร์คอตท์แทนกอร์ (54.87 – 85.18 เปอร์เซนต์)

ลักษณะของวัสดุที่ใช้ในการปลูก เช่น ดินร่วนปนทราย เม็ดดินหยาบ ช่องว่างระหว่าง อนุภาคดิน คุณลักษณะต่างๆของดินมีผลต่อการดูดซับน้ำ ทำให้การดูดซับของน้ำในดินมีน้อย การระบายน้ำรวมทั้งสภาพพื้นที่ที่ปลูกเป็นพื้นที่โล่งแจ้ง ลมพัดแรงมากในช่วงกลางวัน (11.00 – 14.00 น.) ปัจจัยต่างๆเหล่านี้มีส่วนร่วมร่วมกับสภาพภูมิอากาศและสภาพภูมิประเทศ รวมทั้งระยะเวลา ในการทดลองที่แตกต่างกันมีผลต่อปริมาณน้ำที่ขาดและปริมาณน้ำที่ได้รับด้วย การทดลองในครั้งนี้ ได้เริ่มทดลองในปลายเดือนตุลาคมถึงธันวาคม เป็นช่วงฤดูหนาว อากาศแห้ง สภาพพื้นที่ที่ ศึกษามีลมพัดแรงและแสงแดดจัด ระยะปลูกห่างกันประมาณ 3 เมตร ต้นส้มมีทรงพุ่มขนาดปาน กลาง แสงแดดสามารถส่องผ่านได้อย่างเต็มที่ ต้นส้มมีการคายน้ำออกจากใบได้สูงและพื้นผิวหน้า ดินสูญเสียความชื้นไปอย่างรวดเร็ว ทำให้ต้นส้มทั้งสองพันธุ์เข้าสู่ภาวะความเครียดขาดน้ำได้รวด เร็วกว่าการทดลองสภาวะความเครียดขาดน้ำของส้มโชกุนที่ปลูกในเรือนเพาะชำของทัศนพันธุ์ (2545)

ในระหว่างการทดลองงดน้ำนาน 7 – 35 วันต้นส้มยังไม่ได้รับน้ำใหม่ กิ่งที่แตกยอดอ่อนมี น้อย มีจำนวนที่ไม่แตกต่างจากต้นควบคุม แสดงว่าระหว่างการขาดน้ำ ไม่มีผลต่อการเกิดยอด อ่อน ยอดอ่อนที่ผลิใหม่ในระหว่างที่ต้นส้มกำลังขาดน้ำ เป็นการพัฒนาต่อเนื่องของตาอ่อนที่จะ ผ่านการงดน้ำ หลังจากได้รับน้ำใหม่นาน 14 วันกับต้นส้มทั้งสองพันธุ์ที่ผ่านการงดน้ำนาน 21 – 35 วัน เกิดยอดอ่อนเพิ่มมากขึ้นเมื่อเปรียบเทียบกับต้นควบคุมน้ำสามารถไปกระตุ้นให้ตาส้มแตกยอด อ่อนเพิ่มขึ้นได้ แสดงว่า เมื่อต้นส้มที่อยู่ในสภาพขาดน้ำ ปฏิบัติการต่างๆภายในต้นส้มและการใช้ อาหารในต้นลดลง ปริมาณคาร์โบไฮเดรตเหลือสะสมอยู่มากขึ้น เมื่อพืชได้รับน้ำใหม่ สารอาหาร

ที่สะสมอยู่ภายในลำต้นและใบที่สูงจึงถูกนำไปใช้ในการเจริญเติบโต กระตุ้นให้กิ่งเกิดยอดอ่อนผลิใหม่เพิ่มมากขึ้น

ยอดอ่อนที่ผลิใหม่มีความสัมพันธ์เกี่ยวข้องกับกับจำนวนดอกที่กำลังจะพัฒนา ตาดอกเกิดจากตาของยอดอ่อนมากกว่าตาเก่าที่อยู่บนกิ่งที่ผ่านการพักตัว ดังนั้น หากมียอดอ่อนผลิใหม่จำนวนมาก แนวโน้มว่าต้นส้มจะมีปริมาณดอกเพิ่มมากขึ้น ต้นส้มฮันนี่เมอร์คอตท์แทนกอร์และมินเนโโอลาแทนเจโลที่ดำนาน 21 – 35 วันและได้รับน้ำตามปกติ 2 สัปดาห์ มีจำนวนกิ่งที่เกิดยอดอ่อนผลิใหม่สูง แสดงว่า ระยะเวลาการขาดน้ำดังกล่าวสามารถกระตุ้นให้ต้นส้มทั้งสองพันธุ์เกิดยอดอ่อนผลิใหม่ได้มาก ระยะเวลาการขาดน้ำของต้นส้มทั้งสองพันธุ์มีความสัมพันธ์กับการหลุดร่วงของใบ การขาดน้ำยาวนานส่งผลให้ใบหลุดร่วงมากขึ้น เมื่อต้นส้มได้รับน้ำใหม่ การผลิของตาและการเกิดกิ่งอ่อนเกิดได้มากเช่นเดียวกัน Kjelgren (1994) กล่าวว่า ใบพืชที่ผ่านสภาวะความเครียดขาดน้ำยาวนานมักไหม้เกรียมและหลุดร่วง เมื่อได้รับน้ำ ตาบนกิ่งสามารถผลิยอดได้อย่างรวดเร็วและมีปริมาณเพิ่มมากขึ้น เนื่องจากพืชที่เกิดสภาวะความเครียดขาดน้ำ ความเข้มข้นและการเคลื่อนย้ายของออกซินลดลงทำให้แตกตาข้างได้มากขึ้น เนื่องจากออกซินมีคุณสมบัติในการข่มตาข้าง (apical dominance) (ทศนุพันธุ์, 2545) รวมทั้งในระหว่างการรดน้ำ สมดุลย์ของฮอร์โมนภายในต้นมีการเปลี่ยนแปลงไป การสร้างออกซินลดลง เมื่อปริมาณออกซินลดลง การแตกตาข้างที่พัฒนาเป็นกิ่งใหม่จึงเพิ่มขึ้น (Milborrow, 1982) ความเครียดขาดน้ำยังกระตุ้นให้มีการสร้างเอธิลีนเพิ่มขึ้นส่งผลต่อการเร่งการแตกตา ระยะเวลาการรดน้ำที่ยาวนานเกินไปมีผลต่อปริมาณและคุณภาพของยอดอ่อน เนื่องจากพืชสังเคราะห์สารที่เกี่ยวข้องกับการเจริญและพัฒนาของเซลล์ลดลง การเคลื่อนย้ายสารอาหารถูกยับยั้งยังทำให้ความเข้มข้นของสารในเนื้อเยื่อมากขึ้น เมื่อได้รับน้ำใหม่อีกครั้ง น้ำสามารถนำสารต่างๆไปยังบริเวณอื่นที่มีผลต่อเนื้อเยื่อเจริญ ทำให้เซลล์ขยายขนาดมากขึ้น (ผดุงพงศ์, 2545)

ระยะเวลาการขาดน้ำที่ยาวนาน 35 วันขึ้นไปส่งผลให้ความยาวยอดอ่อนของส้มพันธุ์ฮันนี่เมอร์คอตท์แทนกอร์สั้นลง ความยาวยอดอ่อนของส้มมินเนโโอลาแทนเจโลไม่แตกต่างจากต้นควบคุมในทุกๆทริทเมนต์ ซึ่งให้เห็นว่าระยะเวลาการขาดน้ำยาวนานเกินไปมีผลทำให้เกิดการชะงักการเจริญเติบโตทางด้านกิ่งใบและน่าจะมีความสัมพันธ์กับปริมาณอาหารสะสมในต้นส้มด้วย ต้นส้มมินเนโโอลาแทนเจโลมีขนาดทรงพุ่มกว้างและทึบกว่าต้นส้มพันธุ์ฮันนี่เมอร์คอตท์แทนกอร์ การหาแหล่งอาหารและสะสมอาหารภายในต้นอาจจะดีกว่าต้นส้มฮันนี่เมอร์คอตท์แทนกอร์ รวมทั้งการสูญเสียน้ำรอบๆโคนต้นและภายในต้นของส้มพันธุ์มินเนโโอลาแทนเจโลมีน้อย การฟื้นตัวจึงเกิด

ขึ้นได้เร็วกว่าต้นส้มอันนี้เมอร์คอทท์แทนกอร์ทำให้ไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงความยาวของยอดอ่อนส้มพันธุ์มินเนโอลาแทนเจโล

ต้นส้มเมื่อได้รับน้ำใหม่นาน 21 – 28 วัน มีผลในการกระตุ้นให้ต้นส้มออกดอกเพิ่มมากขึ้น ต้นส้มพันธุ์อันนี้เมอร์คอทท์แทนกอร์ที่รดน้ำมานาน 21- 35 วันเมื่อได้รับน้ำใหม่นาน 28 วัน สามารถกระตุ้นให้ออกดอกในปริมาณมากที่สุด ในขณะที่ต้นส้มพันธุ์มินเนโอลาแทนเจโลที่รดน้ำนาน 28-35 วัน เมื่อได้รับน้ำใหม่จะเกิดดอกมากที่สุด แสดงให้เห็นว่าระยะเวลาของการรดน้ำที่เหมาะสมของส้มแต่ละพันธุ์มีระยะเวลาแตกต่างกัน ต้นส้มทั้งสองพันธุ์ที่รดน้ำน้อยกว่า 21 วัน สามารถกระตุ้นให้เกิดดอกได้เช่นกัน แต่มีจำนวนดอกน้อยกว่า แสดงว่าระยะเวลาที่ขาดน้ำยังยาวนานไม่รุนแรงพอที่จะกระตุ้นให้ส้มออกดอกเพิ่มมากขึ้นได้ Southwick and Davenport (1986) ศึกษาต้นส้มที่ได้รับสภาพแห้งแล้งเป็นระยะเวลายาวนานกว่า 30 วัน สามารถกระตุ้นให้เกิดดอกเพิ่มมากขึ้น ดอกส้มเกิดมากที่สุดหลังจากต้นส้มได้รับน้ำใหม่นาน 28 วัน ต้นส้มพันธุ์อันนี้เมอร์คอทท์แทนกอร์ที่ผ่านการรดน้ำนาน 21 – 35 วันและต้นส้มมินเนโอลาแทนเจโลที่รดน้ำ 28 – 35 วัน เป็นระยะเวลาการขาดน้ำที่เหมาะสมที่สุดที่จะนำไปประยุกต์ใช้ในการช่วยเพิ่มผลผลิต เพราะเป็นระยะที่ช่วยกระตุ้นให้เกิดดอกเป็นจำนวนมากในเวลาใกล้เคียงกัน ทำให้สามารถเก็บผลผลิตได้พร้อมๆกัน

การออกดอกของส้มหลังผ่านภาวะความเครียดขาดน้ำ มีผลมาจากต้นส้มเกิดการหยุดชะงักของการเจริญเติบโตทางด้านกิ่งใบเนื่องจากขาดน้ำ การเคลื่อนย้ายสารอาหารต่างๆภายในเซลล์หยุดชะงักลง เกิดการสะสมของสารเพิ่มมากขึ้น เมื่อได้รับน้ำใหม่น้ำจะไหลเข้าสู่ต้นพืชได้อย่างรวดเร็ว สารอาหารที่สะสมไว้สามารถเคลื่อนย้ายไปด้วยช่วยกระตุ้นให้เนื้อเยื่อเจริญปลายยอดเกิดการผลิยอดอ่อนและดอกเพิ่มมากขึ้น (ผดุงพงศ์, 2545) การออกดอกของส้มพบทั้งดอกเดี่ยวและช่อดอก ต้นส้มทั้งสองพันธุ์ที่รดน้ำนาน 28 – 35 วัน เกิดช่อดอกหรือดอกที่ไม่มีใบรองรับ 86 จำนวนมากและมากกว่าส้มที่รดน้ำในระยะเวลาสั้นกว่า ลักษณะของช่อดอกดังกล่าวเป็นดอกที่คุณภาพต่ำกว่าช่อดอกหรือดอกเดี่ยวที่มีใบรองรับ โอกาสการติดผลและการพัฒนาของผลจะลดลงเนื่องจากขาดใบที่เป็นแหล่งของการสร้างคาร์โบไฮเดรต (Moss, 1969) เช่นเดียวกับการศึกษาการขาดน้ำในส้มโชกุนของทัศนุพันธุ์ (2546) ที่พบว่า เมื่อเพิ่มระยะเวลาในการจำกัดน้ำนานขึ้นสามารถชักนำให้ส้มโชกุนออกดอกเพิ่มมากขึ้น ลักษณะดอกทั้งหมดเป็นดอกที่ไม่มีใบ การรดน้ำของส้มทั้งสองพันธุ์ในระยะเวลาสั้นๆเพียง 7 วัน มีผลให้เกิดดอกน้อย ต้นส้มยังมีปริมาณน้ำภายในต้นเพียงพอที่จะส่งเสริมให้มีการเจริญเติบโตทางด้านกิ่งใบได้ตามปกติ การชักนำให้มีการสร้างตาดอกจึงมีไม่มากนัก การขาดน้ำนานขึ้น ทำให้มีปริมาณ ABA เพิ่มขึ้น ซึ่ง ABA นี้เองเป็น

ตัวกระตุ้นให้มีการสร้างดอกเพิ่มมากขึ้น พบได้ในการออกดอกของส้มเขียวหวาน ลองกอง เงาะ และลิ้นจี่ (ฉรงค์, 2539; ชีรพงษ์, 2544; พรพันธ์, 2530) การงดน้ำนาน 21 วันสำหรับต้นส้มอันนี้ เมอร์คอตท์แทนกอร์และ 28 วันในส้มมินเนโอลาแทนเจโลเป็นช่วงที่ทำให้การเจริญเติบโตทางด้านกิ่งใบลดลง มีส่วนช่วยชักนำให้ตาพัฒนาเข้าสู่สภาพที่พร้อมจะเป็นตาดอกได้

ลักษณะกายวิภาคของตาส้มทั้งสองพันธุ์มีความคล้ายคลึงกันมาก ตาข้างย่อย (budlets) มีใบเกล็ดหุ้มตา 2 – 3 ใบ เนื้อเยื่อเจริญส่วนปลายของตาข้างย่อยที่อยู่ในระยะพักตัวต่อไปอาจเจริญเป็นตาใบหรือตาดอก (ลักษณะ, 2545; Lord and Eckard, 1985) เนื้อเยื่อเจริญส่วนปลายเป็นรูปโดม (dome shape) เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงเพื่อพัฒนาเป็นตาดอก (floral bud) รูปร่างของเนื้อเยื่อเจริญเริ่มขยายตัวแบนกว้างเป็นรูปกระโถนคว่ำ (conical shape) สร้างจุดกำเนิดกลีบเลี้ยง (sepal primordial) (ลักษณะ, 2545; Hopkins, 1995) ในระยะที่เนื้อเยื่อเจริญเกิด sepal primordial แล้ว การพัฒนาของตาดอกจะไม่สามารถพัฒนากลับเป็นตาใบได้อีก (Fahn, 1990) การเปลี่ยนแปลงที่จะพัฒนาเป็นตาดอกส้มเกิดในระยะปลายของการงดน้ำหรือหลังจากให้น้ำใหม่แล้วอย่างน้อย 7 วัน การเปลี่ยนแปลงของตาส้มเกิดขึ้นในช่วงเวลาที่ต้นส้มได้รับสภาพความเครียดขาดน้ำและจะมีการพัฒนาเป็นดอกเมื่อมีการให้น้ำใหม่อีกครั้ง ตาที่กำลังจะพัฒนาเป็นตาดอกสามารถกลับไปเป็นตาใบได้ถ้าเกิดสภาพภายในต้นส้มที่ไม่เหมาะสม (ทัศนพันธ์, 2545 ; Soutwick and Davenport, 1986)

สรุป

สภาวะความเครียดขาดน้ำของต้นส้มเปลือกก่อนพันธุ์ฮันนี่เมอร์คอทท์แทนกอร์และมินเนโอลาแทนเจโลสามารถประเมินได้จากลักษณะอาการขาดน้ำภายนอกของต้นส้มได้ อาทิ แผ่นใบส้มมีสีเขียวซีด (Spinach Green, No. LCC. 960) จนถึงใบสีเหลือง (Yellowish Orange, No. LCC. 986) ใบหลุดร่วง เกิดการม้วนห่อของใบ และปริมาณน้ำสัมพัทธ์ของใบต่ำกว่าปกติ (68.21 - 70.67 เปอร์เซ็นต์) สภาวะความเครียดขาดน้ำแสดงให้เห็นชัดเจนเมื่อต้นส้มฮันนี่เมอร์คอทท์แทนกอร์ขาดน้ำนาน 21 วันและต้นส้มมินเนโอลาแทนเจโลที่ขาดน้ำนาน 28 วัน เมื่อต้นส้มที่ผ่านสภาวะการขาดน้ำได้รับน้ำใหม่นาน 7 - 14 วัน จะเกิดยอดอ่อนผลิใหม่มีปริมาณมากกว่าต้นที่ไม่งดน้ำและระยะเวลาการงดน้ำ 7-14 วันไม่เพียงพอต่อการชักนำให้ส้มทั้งสองพันธุ์ออกดอกได้ หลังจากให้น้ำนาน 21 - 28 วัน เกิดตาดอกเพิ่มขึ้น ต้นส้มพันธุ์ฮันนี่เมอร์คอทท์แทนกอร์ที่งดน้ำนาน 21 วันและส้มพันธุ์มินเนโอลาแทนเจโลงดน้ำนาน 28 วันเพียงพอที่จะชักนำให้ต้นส้มเกิดสภาวะความเครียดขาดน้ำ จนกระตุ้นให้เกิดตาดอกที่มีคุณภาพและมีปริมาณสูงได้ และมีผลให้กิ่งส้มทั้งสองพันธุ์ที่ผ่านการงดน้ำเกิดยอดอ่อนเพิ่มมากขึ้นด้วย ยอดอ่อนของส้มพันธุ์ฮันนี่เมอร์คอทท์แทนกอร์สั้นลงเมื่อขาดน้ำนาน 21 - 35 วัน การงดน้ำนาน 35 วันขึ้นไปมีผลต่อการออกดอกของส้มพันธุ์ฮันนี่เมอร์คอทท์แทนกอร์และมินเนโอลาแทนเจโล ดอกส้มมีคุณภาพต่ำ ส้มมินเนโอลาแทนเจโลมีความยาวยอดอ่อนสั้นลง ตาส้มพันธุ์ฮันนี่เมอร์คอทท์แทนกอร์ที่งดน้ำ 21 วันและได้รับน้ำใหม่นาน 7 วัน เริ่มพัฒนาเป็นตาดอก ส่วนตาดอกส้มพันธุ์มินเนโอลาแทนเจโลเริ่มพบเมื่อผ่านการงดน้ำนาน 28 วัน

เอกสารและสิ่งอ้างอิง

กรมศุลกากร. 2549. สถิติการส่งออกผลไม้จำพวกส้มสดหรือแห้ง.

แหล่งที่มา <http://www.customs.go.th/Statistic/StatisticIndex.jsp>, 24 ตุลาคม 2549.

ณรงค์ มีชูวาศ. 2539. ผลของสภาพร่มเงาและการขาดน้ำที่มีต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของ
กาแฟอาราบิก้าพันธุ์คาติมอร์. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

ทัศนุพันธุ์ กุศลสถิตย์. 2545. ผลของสภาวะเครียดขาดน้ำต่อกระบวนการสรีรวิทยาและการออก
ดอกของส้มเขียวหวานพันธุ์โชกุน. วิทยานิพนธ์ปริญญาเอก, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ธีรพงศ์ ชมใจ. 2544. ผลของสภาวะเครียดน้ำและสารไทโอยูเรียต่อการออกดอกของลองกอง
(*Aglaia dookkoo* Griff.). วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

บัณฑิต เจริญน้ำ และรวี เสธฐภักดี. 2547. ผลของเอทธิฟอนและสภาพความเครียดน้ำต่อการ
ปลิดดอกและผลอ่อนในมะนาวพันธุ์แป้น. ว. วิทย.เกษตร. 35 5-6 (พิเศษ) :431-437.

เปรมปรี ฌ สงขลา. 2544. คู่มือการทำสวนส้มอย่างมืออาชีพ. ฐานการพิมพ์, กรุงเทพฯ.

พรพันธ์ กิตินันท์ประกร. 2530. ผลของการกักน้ำและ daminozide ต่อการออกดอกและการ
เปลี่ยนแปลงปริมาณคาร์โบไฮเดรต ไนโตรเจนในใบและกิ่งยอดส้มเขียวหวาน.
วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ผดุงพงศ์ เสริญไธสง. 2545. การศึกษาสภาพความเครียดน้ำต่อการเติบโตและการเปลี่ยนแปลง
ทางสรีรวิทยาของส้มเปลือกอ่อนพันธุ์โชกุน. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัย
เกษตรศาสตร์.

มงคล แซ่หลิม. 2538. การผลิตส้ม. ภาควิชาพืชศาสตร์ คณะทรัพยากรธรรมชาติ.
มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์, สงขลา.

- ลักษณะ รัศมีพันธ์. 2546. รูปแบบและพัฒนาการของตาส้มช้ชงูมาแมนดาริน (*Satsuma Mandarin*). วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- วัฒนา เสถียรสวัสดิ์. 2514. การปรับปรุงคุณภาพส้มเขียวหวานและส้มเศรษฐกิจ. รายงานวิจัยโครงการวิจัยที่ ก.3.2. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.
- สุกัญญา ใจโพธิ์. 2545. ผลของสภาวะเครียดจากน้ำต่อปริมาณโพรลีนและการเติบโตของสตรอเบอรี่. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.
- อรอุษา คำสุข. 2545. สันฐานวิทยาของดอกและพัฒนาการของรังไข่ส้มช้ชงูมา (*Citrus unshiu* MARC.) ในสภาพธรรมชาติ สภาพช่วยถ่ายเรณูและสภาพไม่ได้รับการถ่ายเรณู. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- Addicott, F.T. 1982. **Abscission**. Univ. California Press, Los Angeles.
- Al – Khatib, K and G.M. Paulsen. 1990. Photosynthesis and productivity during high – temperature stress of wheat genotypes from major world region. **Crop Sci.** 30: 1127 – 1132.
- Aloni, B. 1986. Enhancement of leaf tipburn by restricting root growth in Chinese cabbage plants. **HortScience.** 61: 509 -513.
- Alscher, R.G. and J.R. Cumming. 1990. Stress responses in plants: adaptation and accumulation mechanisms. **Plant Biology Vol. 12.** Wiley – Liss. New York. 1 - 15.
- Arteca, R.N. 1996. **Plant Growth Substances : Principles and Applications.** Chapman & Hall, New York.

- Belaygue, C., J. Wery, A.A. Cowan and F. Tardieu. 1996. Contribution of leaf expansion, rate of leaf appearance and stolon branching to growth of plant leaf area under water deficit in white clover. **Crop Sci.** 36: 1240 – 1246.
- Benzioni, A. and R.L. Dunstone. 1988. Effect of air and soil temperature on water balance of jojoba growing under controlled conditions. **Plant Physiol.** 74: 107 – 112.
- Bernier, G., J.M. Kinet and R.M. Sachs. 1981. **The Physiology of Flowering Vol. I.** CRC Press, Boca Raton, FL.
- Besset, J., M. Génard, T. Girard, V. Serra, C. Bussi. 2001. Effect of water stress applied during the final stage of rapid growth on peach trees (cv. Big – Top). **Scientia Horticulturae.** 91: 289-303.
- Boomprakob, U., D.H. Byrne and D.M.J. Mueller. 1996. Anatomical differences of axillary bud development in blind nodes and normal nodes in peach. **HortScience.** 31(5): 798 – 801.
- Boucherean, A. , A. Aziz, F. Larther and J. Martin – Tanguy. 1999. Polyamines and environmental challenges: recent development. **Plant Science.** 140: 103 – 125.
- Boyer, J.S. 1970. Leaf enlargement and metabolic rates in corn, soybean and sunflower at various leaf water potentials. **Plant Physiol.** 46: 233 – 235.
- Cappaert, M.R., M.L. Powelson, N.W. Christensen, W.R. Stevenson and D.I. Rouse. 1994. Assessment of irrigation as a method of managing potato early dying. **Phytopathology.** 84: 792 – 800.

- Carrow, R.N. 1996. Drought avoidance characteristics of diverse tall fescue cultivars. **Crop Sci.** 36: 371 – 377.
- Castel, J.R. and E. Fereres. 1982. Response of young almond trees to two drought periods in the field. **HortScience.** 57: 175 -187.
- Chartzoulakis, K., A. Bosabalidis, A. Patakas and S. Vemmos. 2000. Effects of water stress on water relations, gas exchange and leaf structure of olive tree. **Acta Hort.** 537: 241 -247
- Chazen, O. and P.M. Newmann. 1994. Hydraulic signals from the roots and rapid cell wall hardening in growing maize (*Zea mays* L.) leaves are primary responses to polyethylene glycol – induced water deficits. **Plant Physiol.** 104: 1385 – 1392.
- Cochard, H., L. Coll, X.L. Roux and T. Améglio. 2002. The effects of plant hydraulics on stomatal closure during water stress in Walnut. **Plant Physiol.** 128: 28 -29.
- Cohen, A. and A. Goell. 1988. Fruit growth and dry matter accumulation in grapefruit during periods of water withholding and after reirrigation. **Austral. J. Plant physiol.** 15: 63 – 639.
- Couée, I., L. Hummel, C. Sulmon, G. Gouesbet and E.A. Amrani. 2004. Involvement of polyamines in root development. **Plant Cell, Tissue and Organ Culture.** 76: 1 -10.
- Craul, P.J. 1992. **Urban Soil in Landscape Design.** John Wiley and Sons. Inc., New York, 323 p.
- Davenport, T.L. 1990. **Citrus Flowering.** **Horticultural Review.** 12(1): 349 – 408.

- Davis, F.S. and L.G. Albrigo. 1994. **Citrus**. Redwood book. Trowbridge. Wiltshire, Great Britain.
- Doorenbos, J. and W.O. Pruitt. 1984. **Guidelines for Predicting Crop Water** **FAO Irrigation and Drainage Paper No. 24**. Chapman & Hall, New York.
- Dosmann, M.S., J.K. Iles and W.R. Graves. 1999. Drought avoidance in Katsura by drought – induced leaf abscission and rapid refoliation. **HortScience**. 34 (5): 871 – 874.
- Ehrler, W.L., S.B. Idso, R.D. Jackson and R.J. Reginato. 1978. Wheat canopy temperature: Relation to plant water potential. **Agron. J.** 70: 251 – 256.
- Eldredge, E.P., Z.A. Holmes, A.R. Mosley, C.C. Shock and T.D. Stieber. 1996. Effects of transitory water stress on potato tuber stem – end reducing sugar and fry color. **Amer. Potato J.** 73: 517 – 538.
- El Nadi, A.H. 1969. Water relatives of beans. I. Effect of water stress on growth and flowering. **Expl. Agric.** 5: 195 – 207.
- Fahn, A. 1990. **Plant Anatomy**. 4th eds. Pergamon Press, Oxford.
- Feierabend, J., C. Schaan and B. Hertwig. 1992. Photoinactive of catalase occurs under both high and low temperature stress conditions and accompanies photoinhibition of photosystem II. **Plant Physiology**. 100: 1554 – 1567.
- Ferrat, I.L. and C.J. Lovatt. 1999. Relationship between relative water content, nitrogen pools and growth of *Phaseolus vulgaris* L. and *P. acutifolium* A. Gray. During water deficit. 1999. **CropScience**. 39(2): 467 – 475.

- Forshey, C.G. and D.C. Elfring. 1989. The relationship between vegetative growth and fruiting in apple trees. **Hort. Rev.** 11: 229 – 287.
- Frensch, J. and T.C. Hsiao. 1994. Transient responses of cell turgor and growth of maize roots as affected by changes in water potential. **Plant Physiol.** 104: 247 – 254.
- Garcia – Luis, A., M. Kanduser, P. Santamarina and J.L. Guardiola. 1992. Low temperature influence on flowering in citrus, the separation of inductive and bud dormancy releasing effects. **Physiol. Plant.** 86:648 – 652.
- Ginter – Whitehouse, D.L., T.M. Hinckley and S.G. Pallardy. 1983. Spatial and temporal aspects of water relations of three tree species with different vascular anatomy. **For. Sci.** 29: 317 – 329.
- Givnish, T.J. 1986. **On the Economy of Plant Form and Function.** Cambridge University Press, Cambridge. 493 – 584.
- Goldchmidt, E.E. and K.E. Koch. 1996. Citrus, pp. 797 – 823. In E. Zamski and A.A. Schaffer, eds. **Photoassimilate Distribution in Plant and Crops.** Source – Sink Relationship. Marcel Dekker, Inc., New York.
- Grayson, R.I. 1994. **The Development of Flower.** Oxford University Press, Inc., New York.
- Greer, D.H., J.A. Berry and O. Bjorkman. 1986. Photoinhibition of photosynthesis in intact bean leaves: Role of light and temperature and requirement for chloroplast protein synthesis during recovery. **Planta.** 168: 253 – 260.

- Gu, S., L.H. Fuchigami, S.H. Guak and C. Shin. 1996. Effects of short – term water stress, hydrophilic polymer amendment and antitranspirant on stomatal status, transpiration, water loss and growth in ‘Better Boy’ tomato plants. **J. Amer. Soc. Hort. Sci.** 121: 831 – 837.
- Guardiola, J. L. 1997. Overview of the Flower Bud Induction, Flowering and Fruit Set, pp. 5 – 21. *In* **Citrus flowering & fruiting short course**. Univ. Flo. Citrus Short Course.
- Guimond, C.M. and G.A. Lang. 1998. Timing and severity of summer pruning affects flower initiation and shoot regrowth in Sweet Cherry. **HortScience**. 33(4): 647 – 649.
- Halevy, A.H. 1972. Water stress and the timing of irrigation. **HortScience**. 7(2): 113 – 116.
- Hargrave K.R., K.J. Kolb, F.W. Ewers and S.D. Davis. 1994. Conduct diameter and drought – induced embolism in *Salvia mellifera* Greene (Labiatae). **New Phytologist** 126: 695 – 705.
- Hodgson, R. W. 1967. Horticultural varieties of citrus, pp. 431-588. *In* W. Reuther, H.J. Webber and L. D. Batchelor (eds.). **The Citrus Industry. Vol. I.**, Univ. of Calif., Div. Of Agr. Sci, Berkeley.
- Hopkins, W.G. 1995. **Introduction to Plant Physiology**. John Wiley & Sons, Inc. USA.
- Huang, B. and H. Gao. 1999. Physiological responses of diverse Tall Fescue cultivars to drought stress. **HortScience** . 34(5): 897 – 901.
- Huang, B, J. Fry and B. Wang. 1998. Water relations and canopy characteristics of Tall Fescue cultivars during and after drought stress. **HortScience**. 35(5): 837 – 840.

- Huang, F.F. Gao and J.G. Li. 1994. Fruit expansion growth in relation to water - uptake under climatic changes. **Acta Horticulturae Sinca.** 21: 124 – 128.
- Huang, X.M., H.B. Huang and F.F. Gao. 2000. The growth potential generated in citrus fruit under water stress and its relevant mechanisms. **Scientia Horticulturae** 83: 227 – 240.
- Husain, M.M., G.D. Hill and J.N. Gallagher. 1988. The response of field beans (*Vicia faba* L.) to irrigation and sowing date. I. Yield and yield components. **J. Agric. Sci.** 111: 221 -232.
- Inoue, H. and I. Kataoka. 1992. Effects of ringing and temperature on flower bud differentiation of Satsuma mandarin. *In Hort. Abstr.* 63 (8): 709 – 725.
- Jagtap, V. , S. Bhargava, P. Streb and J. Feierabend. 1998. Comparative effect of water, heat and light stresses on photosynthetic reactions in *Sorghum bicolor* (L.) Moench. **Exp. Botany.** 49(327): 1715 – 1721.
- Johansen, D. A. 1968. **Plant Microtechnique.** McGraw-Hill Book, Co., New York.
- Jones, H.G. 1980. Interation and integration of adaptative responses to water stress: the implications of an unpredictable environment. *In* Turner, N.C. and P.J. Kramer. **Adaptations of Plants to Water and Temperature Stresses,** Wiley InterScience. New York. 353 – 366.
- _____,1983. **Plants and Microclimate: A Quantitative Approach to Environmental Plant Physiology.** Camb. Univ. Press, Camb. London.
- Kaiser, W.M. 1987. Effects of water deficit on photosynthetic capacity. **Plant Physiol.** 71: 142 – 149.

- Katayama, H., N. Okada, T. Yamazaki and A. Tatara. 1989. The influence of mulching with film of vacuum evaporation by A1 from June to November on tree constituents and fruit qualities in Satsuma mandarin. **J. Jpn. Soc. Hort. Sci.** 58: 96 – 97.
- Kirnak, H., C. Kaya, I. Tas and D. Higgs. 2001. The influence of water deficit on vegetative growth, physiology, fruit yield and quality in eggplants. **Bulg. J. Plant Physiol.** 27(3): 34 – 46.
- Kjelgren, R. 1994. Landscape tree evaluation in the intermountain west. **Landscape Plant News** 5: 3 – 4.
- Koshita, Y. and T. Takahara. 2004. Effect of water stress on flower – bud formation and plant hormone content of Satsuma mandarin (*Citrus unshiu* Marc.). **Scientia Horticulturae.** 99: 301 – 307.
- _____ T. Ogata and A. Goto. 1999. Involvement of endogenous plant hormones (IAA, ABA, Gas) in leaves and flower bud formation of Satsuma mandarin (*Citrus unshiu* Marc.). **Scientia Horticulturae.** 79: 185 - 194.
- Krajewski, A.J. and E. Rabe. 1995. Citrus flowering : A critical evaluation. **J. Hort. Sci.** 70(3): 357 – 374.
- Kramer, P.J. 1983. **Water Relations of Plants.** Academic Press, Inc., California.
- Kuchenbuch, R., N. Clasen and A. Jungk. 1986. Potassium availability in relation to soil moisture, II. Calculation by mean of a mathematical simulation model. **Plant and Soil.** 95: 233 – 243.

- Lamport, D.T.A. 1980. Carbohydrates: Structure and Function. *In* Preiss, J. **The biochemistry of plant, vol 3**. Academic Press, New York. 501 – 541.
- Latimer, J.G. 1990. Drought or mechanical stress affects broccoli: transplant growth and establishment but not yield. **HortScience**. 25: 1233 – 1235.
- Lenz, F. 1969. Effects of day length and temperature on the vegetative and reproductive growth of 'Washington – Navel' orange. **Proceedings 1st International Citrus Symposium, Vol. I**, 333 – 338.
- Li, S.H., J.G. Huguet, P.G. Schoch and P. Orlando. 1989. Response of peach tree growth and cropping to soil water deficit at various phenological stages of fruit development. **HortScience**. 64: 541 – 552.
- Liptay, A., and C. S. Tan. 1985. Effect of various levels of available water on germination of polyethylene glycol (PEG) pretreated or untreated tomato seeds. **HortScience**. 110: 748 – 751.
- _____, P. Sikkema and W. Fonteno. 1998. Transplant growth control through water deficit stress – A review. **HortTechnology**. 8(4).
- _____ and S. Nicholls. 1993. Nitrogen supply during greenhouse transplant production affects subsequent tomato root growth in the field. **J. Amer. Soc. Hort. Sci.** 118: 339 – 342.
- Lord, E.M. and K.J. Eckard. 1985. Shoot development in *Citrus sinensis* L. (Washington Navel Orange) I. Floral and inflorescence ontogeny. **Bot. Gaz.** 146(3): 320 – 362.
- Lotter, J.De.V., D.J. Beukes and H.W. Weber. 1985. Growth and quality of apples as affected by different irrigation treatments. **HortScience**. 60: 181 – 192.

- Lovatt, C.J., Y. Zheng and K.D. Hake. 1988. Demonstration of a change in nitrogen metabolism influencing flower initiation in citrus. **Israel J. Bot.** 37: 181 – 188.
- Lovisol, C. and A. Schubert. 1998. Effects of water stress on vessel size and xylem hydraulic conductivity in *Vitis vinifera* L. **J. Exp. Botany.** 49: 693 – 700.
- Marr, C.W. and M. Jirak. 1990. Holding tomato transplants in plug trays. **HortScience.** 25: 173 – 176.
- Maxwell, K. and G.N. Johnson. 2000. Chlorophyll fluorescence – A practical guide. **J. Exp. Bot.** 51: 659 – 668.
- Mazzoleni, S. and D.I. Dickmann. 1988. Differential physiological and morphological responses of two hybrid *Populus* clones to water stress. **Tree Physiol.** 4: 61 – 70.
- McDaneil, C.N. 1994. Photoperiodic induction, evocation and floral initiation pp. 25 – 43. *In* Grayson, R.I. **The Development of Flower.** Oxford university Press, Inc., New York. Oxford.
- Milborrow, B.V. 1982. Abscissic acid and other hormones. p. 347 – 388. *In* Paleg, L.G. and D. Aspinall (eds.). **The Physiology and Biochemistry of Drought Resistance in Plants.** Academic, Sydney.
- Mitchell, P.D., D.J. Chalmers, P.H. Jerie and G. Burge. 1986. The use of initial withholding of irrigation and tree spacing to enhance the effect of regulated deficit irrigation on pear trees. **HortScience.** 11: 858 – 861.
- Moreshet, S., C.Y. Green and M. Fuchs. 1990. The partitioning of hydraulic conductances within mature orange trees. **Exp. Botany** 41: 833 -839.

- Morris, J.T. 1989. Modelling light distribution within the canopy of the mars grass *Spartina alterniflora* as a function of canopy biomass and solar angle. **Agric. For. Meteor.** 46: 349 – 361.
- Moss, G.I. 1969. Chemical control of flower development in sweet orange (*Citrus sinensis*). **Austral. J. Agr. Res.** 21(2): 233 – 242.
- Moss, G.I. 1976. Temperature effect on flower induction in sweet orange. **Austral. J. Agr. Res.** 27: 399 – 407.
- Muchow, R.C., T.R. Sinclair, J.M. Bennett and L.C. Hammo. 1986. Response of leaf growth, leaf nitrogen and stomatal conductance to water deficits during vegetative growth of field – grown soybean. **Crop Sci.** 26: 1190 – 1195.
- Mwanamwenge, J., S.P. Loss, K.H.M. Siddique and P.S. Cocks. 1999. Effect of water stress during floral initiation flowering and podding on the growth and yield of faba bean (*Vicia faba* L.). **European. J. Agronomy.** 11: 1 – 11.
- Nuemann, P.M. 1995. The role of wall adjustment in plant resistance to water deficits. **Crop Sci.** 35: 1258 – 1266.
- Nus, J.L. and C.F. Hodges. 1986. Differential sensitivity of Turfgrass organs to water stress. **HortScience** 21(4): 1014 – 1015.
- Ogata, T. 1997. **The control of flowering and fruit – set in Satsuma mandarin with growth regulators and the dynamics of endogenous plant hormones in their processes.** **Bull. Osaka Pref. Univ. Ser.** 49: 67 – 109.

- Okuda, H., K. Noda, T. Hirabayashi and J.Y. Yonemoto. 2004. Relationship between floral evocation and bud dormancy in Satsuma mandarin. **Scientia Horticulturae**. 102: 213 – 219.
- Pallardy, S.G. and J.L. Rhoads. 1993. Morphological adaptations to drought in seedlings of deciduous angiosperms. **Can. J. For. Res.** 23: 1766 – 1774.
- Panda, R.K., S. K. Behera and P.S. Kashyap. 2004. Effective management of irrigation water for maize under stressed conditions. **Agricultural Water Management**. 66: 181 -203.
- Pankovic, D., A. Sakac, S. Kevresan and M. Plenicar. 1999. Acclimation to long – term water deficit in the leaves of two sunflower hybrids: photosynthesis, electron transport and carbon metabolism. **J. Exp. Bot.** 50: 127 – 138.
- Patten, K., G. Nimr and E. Neuendorff. 1989. Fruit doubling of peaches as affected by water stress. **Acta Hort.** 254: 319 – 321
- Pennypacker, B.W., K.I. leath, W.L. Stout and R.R. Hill. 1990. Technique for simulating field drought stress in greenhouse. **Agron. J.** 82: 951 – 957.
- Pezeshki, S.R., R.D. Delaune, H.K. Kludze and H.S. Choi. 1996. Photosynthetic and growth responses of cattail (*Typha domingensis*) and saw grass (*Cladium jamaicense*) to soil redox conditions. **Aquat. Bot.** 54: 25 – 35.
- Poole, C.J., A.I. Gerber and G. Jacobs. 2002. Time and sequence of inflorescence initiation and development of *Brunia albiflora* (Pillans). **HortScience**. 37(3): 578 – 580.

- Powles S.B. 1984. Photoinhibition of photosynthesis induced by visible light. **Annual Review of Plant Physiology** . 35: 15 - 44.
- Rascio, A., M.C. Cedola, G. Sorrentino, D. Pastore and G. Wittmer. 1988. Pressure volume curves and drought resistance in two wheat genotypes. **Plant Physiol.** 73: 122 – 127.
- Rucker, K.S., C.K. Kvien, C.C. Holbrook and J.E. Hook. 1995. Identification of peanut genotypes with improved drought avoidance traits. **Peanut Sci.** 22: 14 – 18.
- Saab, I.M., R.E. Sharp, J. Pritchard and G.S. Voetberg. 1990. Increased endogenous abscisic acid maintains primary root growth and inhibits shoot growth of maize seedlings at low water potentials. **Plant Physiol.** 83: 1329 – 1336.
- Sanders, T.H., R.J. Cole, P.D. Blankenship and J.W. Dorner. 1993. Aflatoxin contamination of peanut from plants drought stressed in pod root zones. **Peanut sci.** 20: 5 – 8.
- Sanyal, D. and F. Bangerth. 1998. Stress induced ethylene evolution and its possible relationship to auxin – transport, cytokinin levels, and flower bud induction in shoots of apple seedlings and bearing apple trees. **Plant Growth Regulation.** 24(2): 127 – 134.
- Savé, R., C. Biel, R. Domingo, M. C. Ruiz – Sanchez and A. Torrecillas. 1995. Some physiological and morphological characteristics of citrus plants for drought resistance. **Plant Science.** 110: 167 – 172.
- _____ and J. Adillon. 1990. Comparison between plant water relations of *in vitro* plants and rooted cuttings of Kiwi fruit. **Acta Hortic.** 282: 193 – 197.

- Schulze, E.D. and A.J. Bloom. 1984. Relationship between mineral nitrogen influx and transpiration in radish and tomato. **Plant Physiol.** 76: 827 – 828.
- Shaozhong, K., S. Wenjuan and Z. Jianhua. 2000. An improved water - use efficiency for maize grown under regulated deficit irrigation. **Field Crops Res.** 67(3): 207 – 214.
- Sharkey, T.D. and J.R. Seemann. 1989. Mild water stress effects on carbon reduction – cycle intermediates, ribulose biphosphate carboxylase activity and spatial homogeneity of photosynthesis in intact leaves. **Plant Physio.** 89: 1060 – 1065.
- Sharp, R.E., W.K. Silk and T.C. Hsiao. 1988. Growth of the maize primary root at low water potentials. I. Spatial distribution of expansive growth. **Plant Physiol.** 87: 50 – 57.
- Shock, C.C., J.C. Zalewski, T.D. Stieber and D.S. Burnett. 1992. Impact of early – season water deficits on Russet Burbank plant development, tuber yield and quality. **Amer. Potato J.** 69: 793 -803.
- Shuwen L., S. R. Pezeshki and S. Goodwin. 2004. Effects of soil moisture regimes on photosynthesis and growth in cattail (*Typha latifolia*). **Acta Oecologica.** 25: 17 -22
- Siddique, M.R.B, A. Hamid and M.S. Islam. 2000. Drought stress effects on water relations of wheat. **Bot. Bull. Acad. Sin.** 41: 35 – 39.
- Sinclair, T.R. and M.M. Ludlow. 1985. Who taught plants thermodynamics? The unfulfilled potential of plant water potential. **Austral. J. Plant Physiol.** 33: 213 – 217.
- Singh, B.R. and D.P. Singh. 1995. Agronomic and physiological responses of sorghum, maize and pearl millet to irrigation. **Field Crops Res.** 42(2): 57 – 67.

- Slatyer, R.O. 1973. Plant response to climatic factors. P. 177 – 188. *In* **Proceedings of the Uppsala Symposium.**
- Smyth, D.R., J.L. Bow and E.M. Meyerowitz. 1990. Early flower development in Arabidopsis. **Plant Cell.** 2(8): 755 – 767.
- Southwick, S.M. and T.L. Davenport. 1986. Characterization of water stress and low temperature effects on flower induction in citrus. **Plant Physiology.** 81: 26 – 29.
- Spence, R.D., H. Wu, P.J.H. Sharpe and K.G. Clark. 1986. Water stress effects on guard cell anatomy and the mechanical advantage of the epidermal cells. **Plant Cell Environ.** 9: 197 – 202.
- Spiegel – Roy, P. and E.E. Goldschmidt. 1996. **Biology of Citrus.** Cambridge University Press., Cambridge
- Stancato, G.C., F. Mazzafera and M.S. Buckeridge. 2001. Effect of a drought period on the mobilization of non – structural carbohydrates, photosynthetic efficiency and water status in an epiphytic orchid. **Plant Physiol.** 39: 1009 -1016.
- Stansell, J.R. and J.J.E. Pallas. 1985. Yield and quality response of Florunner peanut to applied drought at several growth stages. **Peanut Sci.** 12: 64 – 70.
- Techawongstin, S., E. Nawata and S. Shigenaga. 1993. Recovery in physiological characteristics from sudden and gradual water stress in hot – peppers. *In* C.G. Kuo (ed.), **Adaptations of Food crops to temperature and water stress. Proc. of an International Symposium**, Taiwan, 13 – 18 August 1992. AVRDC, Taiwan. 140 – 147.

- Tezara, W., V.J. Michell, S.D. Driscoll and D.W. Lawlor. 1999. Water stress inhibits plant photosynthesis by decreasing coupling factor and ATP. **Nature** 401: 914 – 917.
- Thornton, M.K. 2002. **Effects of Heat and Water Stress on the Physiology of Potatoes.** In the Idaho Potato Conference on January 23, 2002.
- Valladares, F. and R.W. Pearcy. 1997. Interactions between water stress, sun – shade acclimation, heat tolerance and photoinhibition in the sclerophyll *Heteromeles arbutifolia*. **Plant, Cell & Environment**. 20(1): 25 – 36.
- Van R. L. and G.H.J. Krueger. 1993. Differential inhibition of photosynthesis (*in vivo* and *in vitro*) and changes in chlorophyll a fluorescence induction kinetics of four tobacco cultivars under drought stress. **Plant Physiology**. 100: 424 – 432.
- Vorasoot, N, P. Songsri, C. Akkasaeng, S. Jogloy and A. Patanothai. 2003. Effect of water stress on yield and agronomic characters of peanut (*Arachis hypogaea* L.). **Songklanakarin J. Sci. Technol.** 25(3): 283 – 288.
- Waddington, D.V., R.N. Carrow and R.C. Shearman. 1992. **Turfgrass.** Amer. Soc. Agron, Madison, Wis.
- Webster, A.D. and U.M. Shepherd. 1984. The effects of summer shoot tipping and rootstock on the growth, floral bud production, yield and fruit quality of young sweet cherries. **HortScience**. 59: 175 – 182.
- White, R.H., M.C. Engelke, S.J. Morton and B.A. Ruemmele. 1992. Competitive turgor maintenance in tall fescue. **Crop Sci.** 32: 251 – 256.

- Wilson, R.F. 1941. **Horticultural colour chart. The British Colour Council in Collaboration with the Royal Horticultural Society. Vol. I – II.** Henry Stone and Son (Printers) Ltd. Banbury.
- Wu, Y., W.G. Spollen, R.E. Sharp, P.R. Hetherington and S.C. Fry. 1994. Root growth maintenance at low water potentials. Increased activity of xyloglucan endotransglycosylase and its possible regulation by abscissic acid. **Plant Physiol.** 106: 607 – 615.
- Zainudin, S.R., K. Awang and A.H.B. Mohd – Hanif. 2003. Effects of combined nutrient and water stress on the growth of *Hopea odorata* Roxb. And *Mimusops elengi* Linn. seedlings. **J. Aboric** 29 (2).
- Zeid, B. 1970. The effect of various irrigation frequencies on growth of roses and chrysanthemums in tuff media (Hebrew). M.S. thesis. Dept. Floriculture. **The Hebrew Univ. Israel.** 56 p.
- Zhang, X. 1990. Time and duration of water deficit on tipturn and head formation of Chinese cabbage. **ARC Training.**

ภาคผนวก

ตารางผนวกที่ 1 สภาพภูมิอากาศระหว่างทำการทดลอง

| เดือน | วันที่ | อุณหภูมิเฉลี่ย (องศาเซลเซียส) | ความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ย (%) |
|-----------|--------|----------------------------------|-------------------------------|
| ตุลาคม | 23 | 27.4 | 76.00 |
| | 24 | 26.6 | 75.00 |
| | 25 | 26.9 | 75.00 |
| | 26 | 25.9 | 74.00 |
| | 27 | 26.6 | 74.00 |
| | 28 | 27.1 | 75.00 |
| | 29 | 28.3 | 79.00 |
| | 30 | 28.3 | 79.00 |
| | 31 | 25.9 | 83.00 |
| พฤศจิกายน | 1 | 21.3 | 79.00 |
| | 2 | 21.9 | 81.00 |
| | 3 | 24.5 | 83.00 |
| | 4 | 24.3 | 79.00 |
| | 5 | 23.6 | 79.00 |
| | 6 | 24.4 | 80.00 |
| | 7 | 24.4 | 81.00 |
| | 8 | 24.3 | 80.00 |
| | 9 | 25.1 | 80.00 |
| | 10 | 26.6 | 81.00 |
| | 11 | 25.8 | 82.00 |
| | 12 | 25.2 | 80.00 |
| | 13 | 24.4 | 81.00 |
| | 14 | 23.0 | 80.00 |
| | 15 | 23.5 | 82.00 |

ตารางผนวกที่ 1 (ต่อ)

| เดือน | วันที่ | อุณหภูมิเฉลี่ย (องศาเซลเซียส) | ความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ย (%) |
|-----------|--------|----------------------------------|-------------------------------|
| พฤศจิกายน | 16 | 21.5 | 82.00 |
| | 17 | 24.4 | 82.00 |
| | 18 | 23.2 | 81.00 |
| | 19 | 21.3 | 80.00 |
| | 20 | 21.3 | 81.00 |
| | 21 | 21.4 | 83.00 |
| | 22 | 22.9 | 82.00 |
| | 23 | 22.5 | 82.00 |
| | 24 | 23.1 | 81.00 |
| | 25 | 21.5 | 82.00 |
| | 26 | 22.3 | 82.00 |
| | 27 | 23.5 | 83.00 |
| | 28 | 20.5 | 83.00 |
| | 29 | 20.3 | 83.00 |
| 30 | 20.3 | 82.00 | |
| ธันวาคม | 1 | 20.5 | 84.00 |
| | 2 | 21.2 | 84.00 |
| | 3 | 22.0 | 84.00 |
| | 4 | 21.5 | 84.00 |
| | 5 | 21.3 | 85.00 |
| | 6 | 20.5 | 84.00 |
| | 7 | 20.1 | 85.00 |
| | 8 | 22.6 | 85.00 |
| | 9 | 21.8 | 85.00 |
| | 10 | 18.5 | 85.00 |

ตารางผนวกที่ 1 (ต่อ)

| เดือน | วันที่ | อุณหภูมิเฉลี่ย (องศาเซลเซียส) | ความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ย (%) |
|---------|--------|----------------------------------|-------------------------------|
| ธันวาคม | 11 | 18.6 | 84.00 |
| | 12 | 17.6 | 86.00 |
| | 13 | 17.6 | 88.00 |
| | 14 | 18.4 | 84.00 |
| | 15 | 18.5 | 85.00 |
| | 16 | 17.9 | 86.00 |
| | 17 | 17.5 | 86.00 |
| | 18 | 17.4 | 87.00 |
| | 19 | 17.0 | 86.00 |
| | 20 | 17.4 | 87.00 |
| | 21 | 17.0 | 88.00 |
| | 22 | 17.0 | 87.00 |
| | 23 | 17.2 | 87.00 |
| | 24 | 17.2 | 87.00 |
| เฉลี่ย | | 21.81 | 82.22 |

ตารางผนวกที่ 2 ประเมินค่าการขาดน้ำของใบส้มเปลือกอ่อนพันธุ์ฮันนี่เมอร์คอตท์แทนกอร์และมินเนโอลาแทนเจโลจากลักษณะอาการภายนอก

| ทริทเมนต์ | วันที่ทดลอง | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--------------|-------------|---|---|---|----|---|----|---|----|---|----|---|----|---|----|---|---|
| | 0 | | 7 | | 14 | | 21 | | 28 | | 35 | | 42 | | 49 | | |
| | H | M | H | M | H | M | H | M | H | M | H | M | H | M | H | M | |
| ต้นควบคุม | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| งดน้ำ 7 วัน | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| งดน้ำ 14 วัน | 0 | 0 | - | - | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | - | - | - | - | - | - | - |
| งดน้ำ 21 วัน | 0 | - | - | - | - | - | 2 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | - | - | - | - | - |
| งดน้ำ 28 วัน | 0 | - | - | - | - | - | - | - | 4 | 3 | 3 | 0 | 0 | 0 | 0 | - | - |
| งดน้ำ 35 วัน | 0 | 0 | - | - | - | - | - | - | - | - | 4 | 4 | 4 | 2 | 0 | 0 | 0 |

- ยังไม่ครบกำหนดการงดน้ำหรือไม่ได้เก็บข้อมูล H = สัมพันธุ์ฮันนี่เมอร์คอตท์ M = สัมพันธุ์มินเนโอลาแทนเจโล

0 = อาการปกติ ใบสีเขียวสด (Leek Green, No. LCC 1060) ขอบใบไม่ม้วนห่อ มุมระหว่างกิ่งกับก้านใบเป็นมุมแหลม (0° - 60 °)
 1 = แสดงอาการขาดน้ำเล็กน้อย ใบสีเขียวซีด (Spinach Green, No. LCC 960) ขอบใบม้วนห่อเล็กน้อย มุมระหว่างกิ่งกับก้านใบเป็นมุมแหลม (0 ° - 60 °)
 2 = แสดงอาการขาดน้ำปานกลาง ใบสีเขียวซีด (Spinach Green, No. LCC 960) ขอบใบม้วนห่อมาก มุมระหว่างกิ่งกับก้านใบเป็นมุมกว้าง (มากกว่า 60 ° - 90 °)

3 = แสดงอาการขาดน้ำรุนแรง ใบสีเหลือง (Yellowish Orange, No. LCC 763) ขอบใบม้วนห่อมาก มุมระหว่างกิ่งกับก้านใบเป็นมุมฉาก (มากกว่า 90 ° - 100 °)
 4 = แสดงอาการขาดน้ำรุนแรงมาก ใบสีเหลือง (Yellowish Orange, No. LCC 763) ขอบใบม้วนห่อมากเกือบชิดกัน มุมระหว่างกิ่งกับก้านใบเป็นมุมป้าน (มากกว่า 100 ° - 180 °) และพบใบที่อยู่โคนกิ่งหลุดร่วง

ตารางผนวกที่ 3 แสดงค่าปริมาณน้ำสัมพัทธ์ในใบในวันที่ทำการเก็บข้อมูล

| ทรีทเมนต์ | วันที่ทดลอง | | | | | | | | | | | | | | | |
|--------------|-------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|-------|-------|-------|
| | 0 | | 7 | | 14 | | 21 | | 28 | | 35 | | 42 | | 49 | |
| | H | M | H | M | H | M | H | M | H | M | H | M | H | M | H | M |
| ต้นควบคุม | 87.68 | 87.69 | 87.82 | 86.28 | 88.38 | 88.28 | 88.57 | 87.89 | 88.45 | 88.11 | 87.95 | 88.23 | 87.14 | 88.30 | 87.11 | 87.77 |
| งดน้ำ 7 วัน | 89.42 | 87.81 | 85.18 | 85.25 | 86.51 | 87.94 | 87.00 | 87.13 | - | - | - | - | - | - | - | - |
| งดน้ำ 14 วัน | 88.16 | 87.04 | - | - | 79.68 | 84.28 | 86.83 | 88.08 | 86.88 | 86.74 | - | - | - | - | - | - |
| งดน้ำ 21 วัน | 86.96 | 85.13 | - | - | - | - | 70.67 | 79.87 | 74.55 | 87.35 | 87.72 | 87.01 | - | - | - | - |
| งดน้ำ 28 วัน | 86.81 | 87.07 | - | - | - | - | - | - | 54.87 | 68.21 | 65.48 | 87.27 | 83.94b | 86.18 | - | - |
| งดน้ำ 35 วัน | 87.22 | 86.24 | - | - | - | - | - | - | - | - | 56.91 | 64.07 | 73.78 | 87.11 | 83.67 | 87.10 |

- ยังไม่ครบกำหนดการงดน้ำหรือไม่ได้เก็บข้อมูล H = สัมพันธุ์ฮันนี่เมอร์คอตท์แทนกอร์ M = สัมพันธุ์มินเนโอลาแทนเจโด

ตารางผนวกที่ 4 แสดงจำนวนยอดอ่อนผลิใหม่ในวันที่ทำการเก็บข้อมูล

| ทรีทเมนต์ | วันที่ทดลอง | | | | | | | | | | | | | |
|--------------|-------------|------|------|------|------|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | 7 | | 14 | | 21 | | 28 | | 35 | | 42 | | 49 | |
| | H | M | H | M | H | M | H | M | H | M | H | M | H | M |
| ต้นควบคุม | 2.25 | 5.25 | 4.25 | 6.75 | 4.25 | 6.50 | - | - | - | - | - | - | - | - |
| งดน้ำ 7 วัน | 1.75 | 4.00 | 7.50 | 9.50 | 8.50 | 6.75 | - | - | - | - | - | - | - | - |
| งดน้ำ 14 วัน | - | - | 2.50 | 7.25 | 9.75 | 8.25 | 14.00 | 10.25 | - | - | - | - | - | - |
| งดน้ำ 21 วัน | - | - | - | - | 2.50 | 6.00 | 8.50 | 9.00 | 18.50 | 12.50 | - | - | - | - |
| งดน้ำ 28 วัน | - | - | - | - | - | - | 4.25 | 7.00 | 7.50 | 12.50 | 19.25 | 15.50 | - | - |
| งดน้ำ 35 วัน | - | - | - | - | - | - | - | - | 6.00 | 7.25 | 10.25 | 13.75 | 17.75 | 17.00 |

- ยังไม่ครบกำหนดการงดน้ำหรือไม่ได้เก็บข้อมูล H = สัมพันธุ์ฮันนี่เมอร์คอทท์แทนกอร์ M = สัมพันธุ์มินเนโอลาแทนเจโด

ตารางผนวกที่ 5 แสดงความยาวยอดอ่อนผลิใหม่ (เซนติเมตร) ในวันที่ทำการเก็บข้อมูล

| ทรีทเมนต์ | วันที่ทดลอง | | | | | | | | | | | | | |
|--------------|-------------|---|------|------|------|-------|------|------|------|-------|------|-------|------|------|
| | 7 | | 14 | | 21 | | 28 | | 35 | | 42 | | 49 | |
| | H | M | H | M | H | M | H | M | H | M | H | M | H | M |
| ต้นควบคุม | - | - | 5.10 | 9.50 | 5.30 | 10.10 | - | - | - | - | - | - | - | - |
| งดน้ำ 7 วัน | - | - | 5.50 | 9.60 | 5.40 | 10.10 | - | - | - | - | - | - | - | - |
| งดน้ำ 14 วัน | - | - | - | - | 5.50 | 9.40 | 5.40 | 9.90 | - | - | - | - | - | - |
| งดน้ำ 21 วัน | - | - | - | - | - | - | 5.10 | 9.90 | 4.90 | 10.40 | - | - | - | - |
| งดน้ำ 28 วัน | - | - | - | - | - | - | - | - | 4.60 | 10.20 | 4.80 | 9.80 | - | - |
| งดน้ำ 35 วัน | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 3.30 | 10.30 | 3.70 | 9.70 |

ยังไม่ครบกำหนดการงดน้ำหรือไม่ได้เก็บข้อมูล H = สัมพันธุ์อันนี่เมอร์คอทท์แทนกอร์ M = สัมพันธุ์มินเนโอลาแทนเจโล

ตารางผนวกที่ 6 การวิเคราะห์ความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยของปริมาณน้ำสัมพัทธ์ในใบส้ม
พันธุ์ฮันนี่เมอร์คอตที่แทนกอร์กับระยะเวลาการงค่น้ำ (ก่อนการทดลอง)

| Source | df | Sum of Square | Mean Square | F |
|--------|----|---------------|-------------|--------------------|
| Treat | 5 | 38.06 | 7.61 | 0.67 ^{ns} |
| Error | 42 | 480.13 | 11.43 | |

ตารางผนวกที่ 7 การวิเคราะห์ความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยของปริมาณน้ำสัมพัทธ์ในใบส้ม
พันธุ์มินเน โอลาแทนเจโลกับระยะเวลาการงค่น้ำ (ก่อนการทดลอง)

| Source | df | Sum of Square | Mean Square | F |
|--------|----|---------------|-------------|---------------------|
| Treat | 5 | 40.53 | 8.11 | 0.039 ^{ns} |
| Error | 42 | 8838.28 | 210.44 | |

ตารางผนวกที่ 8 การวิเคราะห์ความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยของปริมาณน้ำสัมพัทธ์ในใบส้ม
พันธุ์ฮันนี่เมอร์คอตที่แทนกอร์กับระยะเวลาการงค่น้ำ ในวันที่ครบกำหนดการงค่น้ำ
ของแต่ละทรีทเมนต์

| Source | df | Sum of Square | Mean Square | F |
|--------|----|---------------|-------------|---------------------|
| Treat | 5 | 8037.38 | 1607.48 | 80.98 ^{**} |
| Error | 42 | 833.72 | 19.85 | |

ตารางผนวกที่ 9 การวิเคราะห์ความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยของปริมาณน้ำสัมพัทธ์ในใบส้ม
พันธุ์มินเนโอลาแทนเจโลกับระยะเวลาการรดน้ำ ในวันที่ครบกำหนดการรด
น้ำของแต่ละทรีทเมนต์

| Source | df | Sum of Square | Mean Square | F |
|--------|----|---------------|-------------|----------|
| Treat | 5 | 3632.70 | 726.54 | 45.01 ** |
| Error | 42 | 677.98 | 1614 | |

ตารางผนวกที่ 10 การวิเคราะห์ความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยของปริมาณน้ำสัมพัทธ์ในใบส้ม
พันธุ์ฮันนี่เมอร์คอตท์แทนกอร์กับระยะเวลาการรดน้ำ ในช่วง 7 วันหลังให้
น้ำใหม่

| Source | df | Sum of Square | Mean Square | F |
|--------|----|---------------|-------------|----------|
| Treat | 5 | 3481.70 | 696.34 | 15.77 ** |
| Error | 42 | 1854.09 | 44.15 | |

ตารางผนวกที่ 11 การวิเคราะห์ความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยของปริมาณน้ำสัมพัทธ์ในใบส้ม
พันธุ์มินเนโอลาแทนเจโลกับระยะเวลาการรดน้ำ ในช่วง 7 วันหลังให้
น้ำใหม่

| Source | df | Sum of Square | Mean Square | F |
|--------|----|---------------|-------------|--------------------|
| Treat | 5 | 9.55 | 1.19 | 0.01 ^{ns} |
| Error | 42 | 7046.53 | 167.77 | |

ตารางผนวกที่ 12 การวิเคราะห์ความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยของปริมาณน้ำสัมพัทธ์ในใบส้ม
พันธุ์ฮันนี่เมอร์คอตท์แทนกอร์กับระยะเวลาการรดน้ำ ในช่วง 14 วันหลังให้น้ำใหม่

| Source | df | Sum of Square | Mean Square | F |
|--------|----|---------------|-------------|-------|
| Treat | 5 | 163.94 | 32.79 | 3.66* |
| Error | 42 | 375.94 | 8.95 | |

ตารางผนวกที่ 13 การวิเคราะห์ความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยของปริมาณน้ำสัมพัทธ์ในใบส้ม
พันธุ์มินเนโอสตาแทนเจโลกับระยะเวลาการรดน้ำ ในช่วง 14 วันหลังให้น้ำใหม่

| Source | df | Sum of Square | Mean Square | F |
|--------|----|---------------|-------------|--------------------|
| Treat | 5 | 12.52 | 2.50 | 0.29 ^{ns} |
| Error | 42 | 371.56 | 8.85 | |

ตารางผนวกที่ 14 การวิเคราะห์ความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยของจำนวนกิ่งที่เกิดยอดอ่อนส้ม
พันธุ์ฮันนี่เมอร์คอตท์แทนกอร์กับระยะเวลาการรดน้ำ ในวันที่ครบกำหนดการรดน้ำของแต่ละทรีทเมนต์

| Source | df | Sum of Square | Mean Square | F |
|--------|----|---------------|-------------|--------------------|
| Treat | 5 | 66.50 | 13.30 | 1.04 ^{ns} |
| Error | 18 | 229.50 | 12.75 | |

ตารางผนวกที่ 15 การวิเคราะห์ความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยของจำนวนกิ่งที่เกิดยอดอ่อนส้มพันธุ์มินเนโอลาแทนเจโลกับระยะเวลาการงอกรุ่นน้ำ ในวันที่ครบกำหนดการงอกรุ่นน้ำของแต่ละทรีทเมนต์

| Source | df | Sum of Square | Mean Square | F |
|--------|----|---------------|-------------|--------------------|
| Treat | 5 | 34.37 | 6.87 | 0.14 ^{ns} |
| Error | 18 | 866.01 | 48.11 | |

ตารางผนวกที่ 16 การวิเคราะห์ความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยของจำนวนกิ่งที่เกิดยอดอ่อนส้มพันธุ์ฮันนี่เมอร์คอตท์แทนกอร์กับระยะเวลาการงอกรุ่นน้ำ ในวันที่ครบ 7 วันหลังให้น้ำใหม่

| Source | df | Sum of Square | Mean Square | F |
|--------|----|---------------|-------------|--------------------|
| Treat | 5 | 91.71 | 18.34 | 0.46 ^{ns} |
| Error | 18 | 723.25 | 40.18 | |

ตารางผนวกที่ 17 การวิเคราะห์ความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยของจำนวนกิ่งที่เกิดยอดอ่อนส้มพันธุ์มินเนโอลาแทนเจโลกับระยะเวลาการงอกรุ่นน้ำ ในวันที่ครบ 7 วันหลังให้น้ำใหม่

| Source | df | Sum of Square | Mean Square | F |
|--------|----|---------------|-------------|--------------------|
| Treat | 5 | 140.71 | 28.14 | 2.75 ^{ns} |
| Error | 18 | 184.25 | 10.24 | |

ตารางผนวกที่ 18 การวิเคราะห์ความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยของจำนวนกิ่งที่เกิดยอดอ่อนส้มพันธุ์ฮันนี่เมอร์คอตท์แทนกอร์กับระยะเวลาการงค่น้ำ ในวันที่ครบ 14 วัน หลังให้น้ำใหม่

| Source | df | Sum of Square | Mean Square | F |
|--------|----|---------------|-------------|--------|
| Treat | 5 | 732.83 | 146.57 | 6.24** |
| Error | 18 | 422.50 | 23.47 | |

ตารางผนวกที่ 19 การวิเคราะห์ความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยของจำนวนกิ่งที่เกิดยอดอ่อนส้มพันธุ์มินเนโอสตาแทนเจโลกับระยะเวลาการงค่น้ำ ในวันที่ครบ 14 วันหลังให้น้ำใหม่

| Source | df | Sum of Square | Mean Square | F |
|--------|----|---------------|-------------|--------|
| Treat | 5 | 385.33 | 77.07 | 8.87** |
| Error | 18 | 156.50 | 8.69 | |

ตารางผนวกที่ 20 การวิเคราะห์ความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยของความยาวเฉลี่ยของยอดอ่อนผลิใหม่ส้มพันธุ์ฮันนี่เมอร์คอตท์แทนกอร์กับระยะเวลาการงค่น้ำ ในวันที่ครบ 7 วันหลังให้น้ำใหม่

| Source | df | Sum of Square | Mean Square | F |
|--------|----|---------------|-------------|--------|
| Treat | 5 | 32.73 | 6.55 | 6.01** |
| Error | 54 | 59.00 | 1.09 | |

ตารางผนวกที่ 21 การวิเคราะห์ความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยของความยาวเฉลี่ยของยอดอ่อนผลิ
ใหม่สัมพันธ์มินเนโปลาแทนเจโลกับระยะเวลาการงค่น้ำ ในวันที่ 7 วัน
หลังให้น้ำใหม่

| Source | df | Sum of Square | Mean Square | F |
|--------|----|---------------|-------------|--------------------|
| Treat | 5 | 7.01 | 1.40 | 1.46 ^{ns} |
| Error | 54 | 52.10 | 0.96 | |

ตารางผนวกที่ 22 การวิเคราะห์ความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยของความยาวเฉลี่ยของยอดอ่อนผลิ
ใหม่สัมพันธ์ฮันนี่เมอร์คอทท์แทนกอร์กับระยะเวลาการงค่น้ำ ในวันที่ครบ
14 วันหลังให้น้ำใหม่

| Source | df | Sum of Square | Mean Square | F |
|--------|----|---------------|-------------|--------------------|
| Treat | 5 | 21.30 | 4.26 | 3.11 ^{**} |
| Error | 54 | 73.83 | 1.37 | |

ตารางผนวกที่ 23 การวิเคราะห์ความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยของความยาวเฉลี่ยของยอดอ่อนผลิ
ใหม่สัมพันธ์มินเนโปลาแทนเจโลกับระยะเวลาการงค่น้ำ ในวันที่ครบ
14 วันหลังให้น้ำใหม่

| Source | df | Sum of Square | Mean Square | F |
|--------|----|---------------|-------------|--------------------|
| Treat | 5 | 2.90 | 0.58 | 0.51 ^{ns} |
| Error | 54 | 61.68 | 1.14 | |

ตารางผนวกที่ 24 การวิเคราะห์ความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยของจำนวนดอกส้ม
พันธุ์ฮันนี่เมอร์คอตท์แทนกอร์กับระยะเวลาการงดน้ำ ในวันที่ครบ 21 วัน
หลังให้น้ำใหม่

| Source | df | Sum of Square | Mean Square | F |
|--------|----|---------------|-------------|---------|
| Treat | 5 | 118.96 | 23.79 | 6.49 ** |
| Error | 18 | 66.00 | 3.67 | |

ตารางผนวกที่ 25 การวิเคราะห์ความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยของจำนวนดอกส้ม
พันธุ์มินเนโอสตาแทนเจโลกับระยะเวลาการงดน้ำ ในวันที่ครบ 21 วัน
หลังให้น้ำใหม่

| Source | df | Sum of Square | Mean Square | F |
|--------|----|---------------|-------------|----------|
| Treat | 5 | 226.71 | 45.34 | 12.32 ** |
| Error | 18 | 66.25 | 3.68 | |

ตารางผนวกที่ 26 การวิเคราะห์ความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยของจำนวนดอกส้มเปลือกอ่อน
พันธุ์ฮันนี่เมอร์คอตท์แทนกอร์กับระยะเวลาการงดน้ำ ในวันที่ครบ 28 วัน
หลังให้น้ำใหม่

| Source | df | Sum of Square | Mean Square | F |
|--------|----|---------------|-------------|----------|
| Treat | 5 | 633.33 | 126.67 | 14.25 ** |
| Error | 18 | 160.00 | 8.89 | |

ตารางผนวกที่ 27 การวิเคราะห์ความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยของจำนวนดอกส้มเปลือกก่อน
 พันธุ์มินเนโอลาแทนเจโลกับระยะเวลาการงอกน้ำ ในวันที่ครบ 28 วัน
 หลังให้น้ำใหม่

| Source | df | Sum of Square | Mean Square | F |
|--------|----|---------------|-------------|----------|
| Treat | 5 | 752.37 | 150.47 | 32.50 ** |
| Error | 18 | 83.26 | 4.6 | |

