ผลการวิจัย

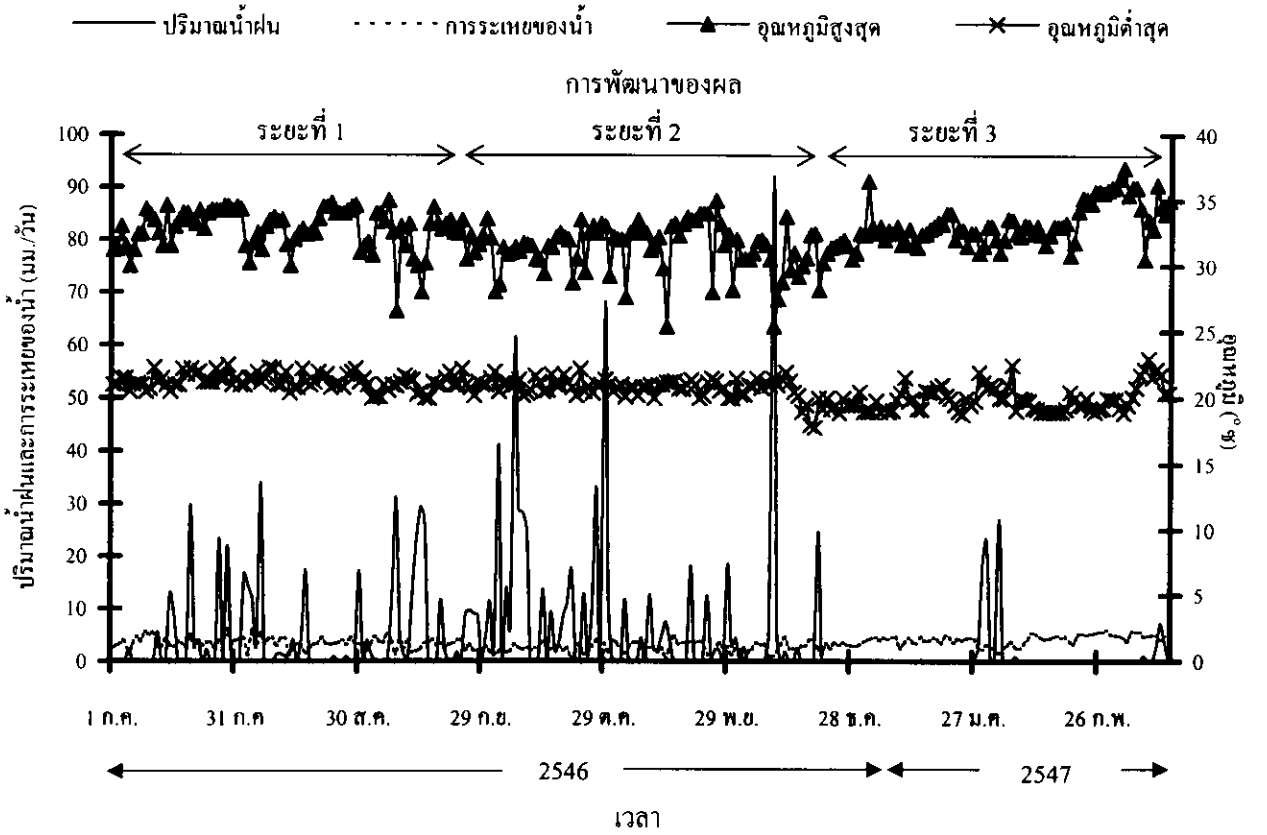
1.ศึกษาผลของการพ่นสารเคมีที่มีต่อการแตกของผลในสภาพแปลงปลูก

1.1 ระยะการเจริญเติบโตของผลและการตอบสนองทางสรีรวิทยาของต้นส้มโชกุน

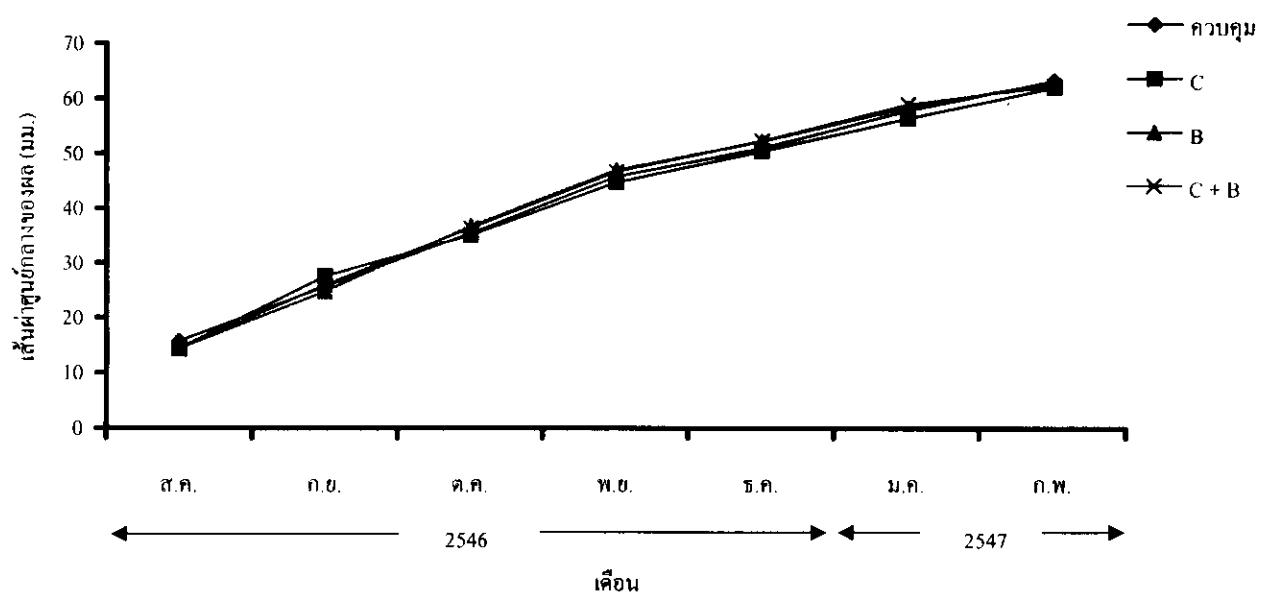
ผลส้มโชกุนมีการเจริญเติบโตหลังการติดผล 3 ระยะ คือ ระยะที่ 1 อายุ 1-3 เดือน ในเดือนกรกฎาคมถึงกันยายน ระยะที่ 2 อายุ 4-6 เดือน ในเดือนตุลาคมถึงธันวาคม และระยะที่ 3 อายุ 7-9 เดือน ในเดือนมกราคมถึงมีนาคม จากข้อมูลสภาวะอากาศแสดงให้เห็นว่า ตั้งแต่เดือนสิงหาคม 2546 มีฝนตกกระจายและเพิ่มขึ้นต่อเนื่องในเดือนกันยายน ตุลาคม และพฤศจิกายน เมื่อเข้าปี 2547 ฝนตกน้อยลงอย่างชัดเจนในเดือนมกราคมและกุมภาพันธ์ (ภาพที่ 1) ผลมีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องทุกเดือนและมีขนาดผลใกล้เคียงกันจนไม่มีความแตกต่างกันในแต่ละวิธีทดลอง (ภาพที่ 2) ความเข้มแสงบริเวณแปลงทดลองโดยเฉลี่ย คือ 1,900 ไมโครโมล/ตร.ม./วินาที (ภาพที่ 3ก) ค่าศักย์ของน้ำในใบมีค่าเฉลี่ยต่ำสุดในเดือนพฤศจิกายน คือ -2.88 MPa (ภาพที่ 3ข) เช่นเดียวกับค่าการชักนำปากใบที่มีค่าเฉลี่ยต่ำสุดในเดือนพฤศจิกายน คือ 0.09 ซม./วินาที (ภาพที่ 3ค) ส่วนค่าเฉลี่ยความชื้นในดินที่ระดับความลึกจากผิวดิน 30 เซนติเมตร ตั้งแต่เดือนตุลาคมถึงเดือนกุมภาพันธ์ อยู่ในช่วง 18-20 เปอร์เซ็นต์ ทั้งนี้เพราะมีการให้น้ำสม่ำเสมอในช่วงฝนทิ้งช่วง (ภาพที่ 3ง)

1.2 เปอร์เซ็นต์และลักษณะการแตกของผลส้มโชกุน

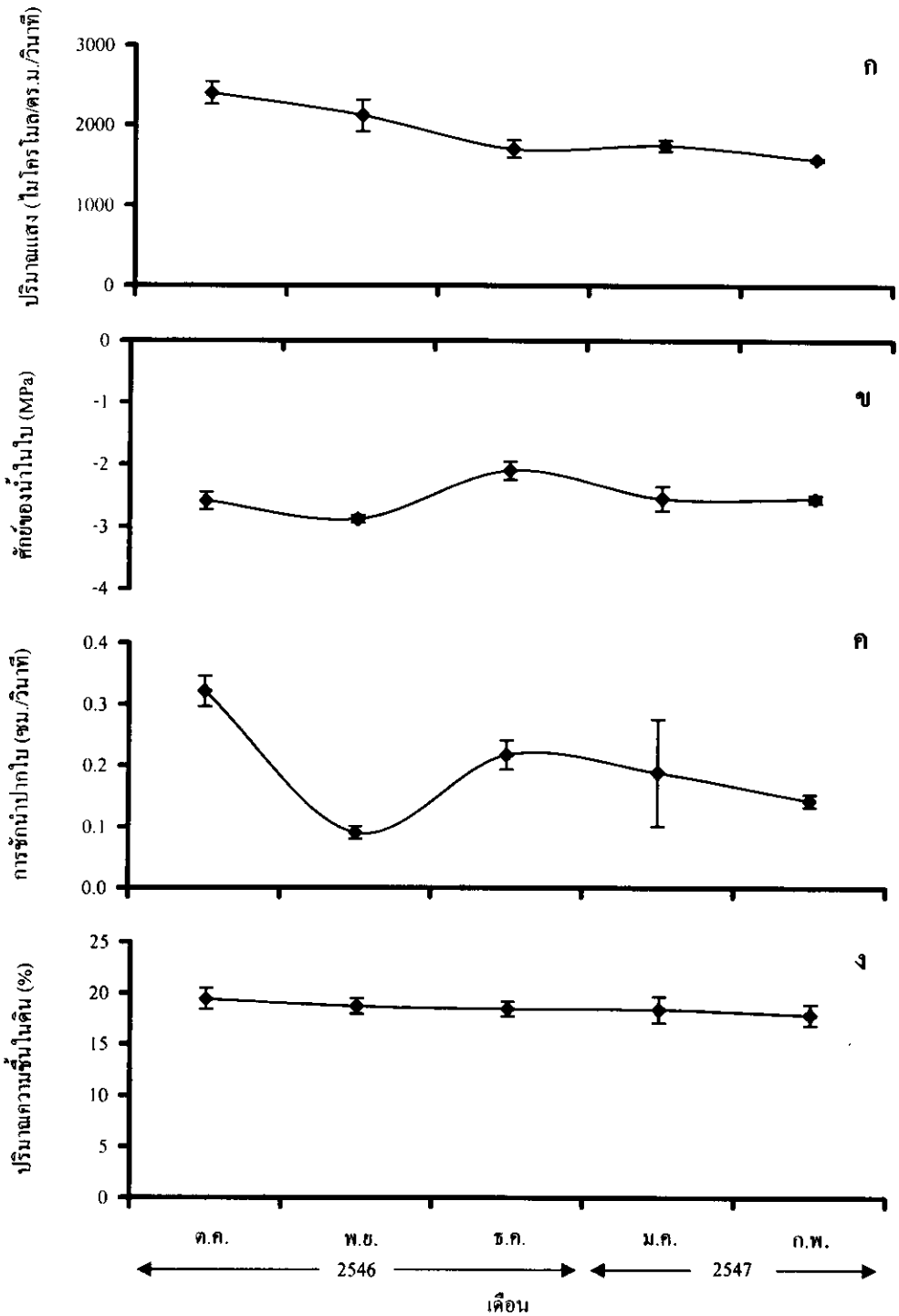
จากการบันทึกจำนวนผลแตกของส้มโชกุน พบว่า ไม่มีอาการผลแตกในช่วงเดือนกรกฎาคมถึงสิงหาคม แต่เริ่มพบอาการผลแตกตั้งแต่เดือนกันยายนถึงมีนาคม หรือผลอายุ 3-9 เดือนหลังการติดผล โดยพบมากที่สุดในช่วงเดือนพฤศจิกายน ซึ่งมีฝนตกชุก คือ 58.33 เปอร์เซ็นต์ และมีแนวโน้มลดลงจนถึงเดือนมีนาคม (ภาพที่ 4) จากการทดลองครั้งนี้ พบสาเหตุการแตกของผล 4 สาเหตุ คือ 1) อาการผลแตกจากโรคสแค็บ (scab) 28.33 เปอร์เซ็นต์ 2) อาการด่างเหลืองเป็นวง (sun scald) 11.11 เปอร์เซ็นต์ 3) อาการแดดเผา (sun burn) 7.78 เปอร์เซ็นต์ และ 4) ผลแตกโดยไม่พบอาการที่ผิวเปลือก มากที่สุดถึง 52.78 เปอร์เซ็นต์ (Figure 5) โดยอาการผลแตกจากโรคสแค็บ พบมากที่สุดในเดือนตุลาคม คือ 50 เปอร์เซ็นต์ และมีแนวโน้มลดต่ำลงจนถึงเดือนมีนาคม ส่วนอาการแดดเผาเริ่มพบตั้งแต่เดือนธันวาคม คือ 22.58 เปอร์เซ็นต์ จากนั้นมีแนวโน้มลดลงจนถึงเดือนมีนาคม ขณะเดียวกันอาการด่างเหลืองเป็นวง พบในปริมาณที่ใกล้เคียงกันตั้งแต่เดือนตุลาคม คือ 12.50 เปอร์เซ็นต์ จนถึงเดือนมีนาคม คือ 13.79 เปอร์เซ็นต์ ขณะที่อาการผลแตกที่ไม่พบอาการที่ผิวเปลือกนั้นพบได้ตั้งแต่เดือนตุลาคมและมีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้นเป็น 75.00 เปอร์เซ็นต์ ในเดือนกุมภาพันธ์ (ภาพที่ 6) นอกจากนี้สามารถแบ่งลักษณะอาการผลแตกของผลเป็น 4 ลักษณะใหญ่ ๆ คือ การแตกในแนวตั้ง แนวนอน แนวเฉียง และการแตกที่ไม่มีรูปแบบแน่นอน ซึ่งในแต่ละแนวสามารถแตกได้ทั้งบริเวณขั้วผล กลางผล และก้นผล และการแตกรูปแบบต่างๆ เหล่านี้จะพบว่าระยะที่ 1 ของการพัฒนาของผลแบบแนวตั้งและแนวเฉียงพบมากเฉลี่ยประมาณ 50 % ในระยะที่ 2 มีการแตกแนวนอนมากที่สุด รองลงมา คือ แนวเฉียงและแนวตั้ง ส่วนการแตกแบบไม่มีรูปแบบแน่นอนมีน้อยมากอย่างมีนัยสำคัญ



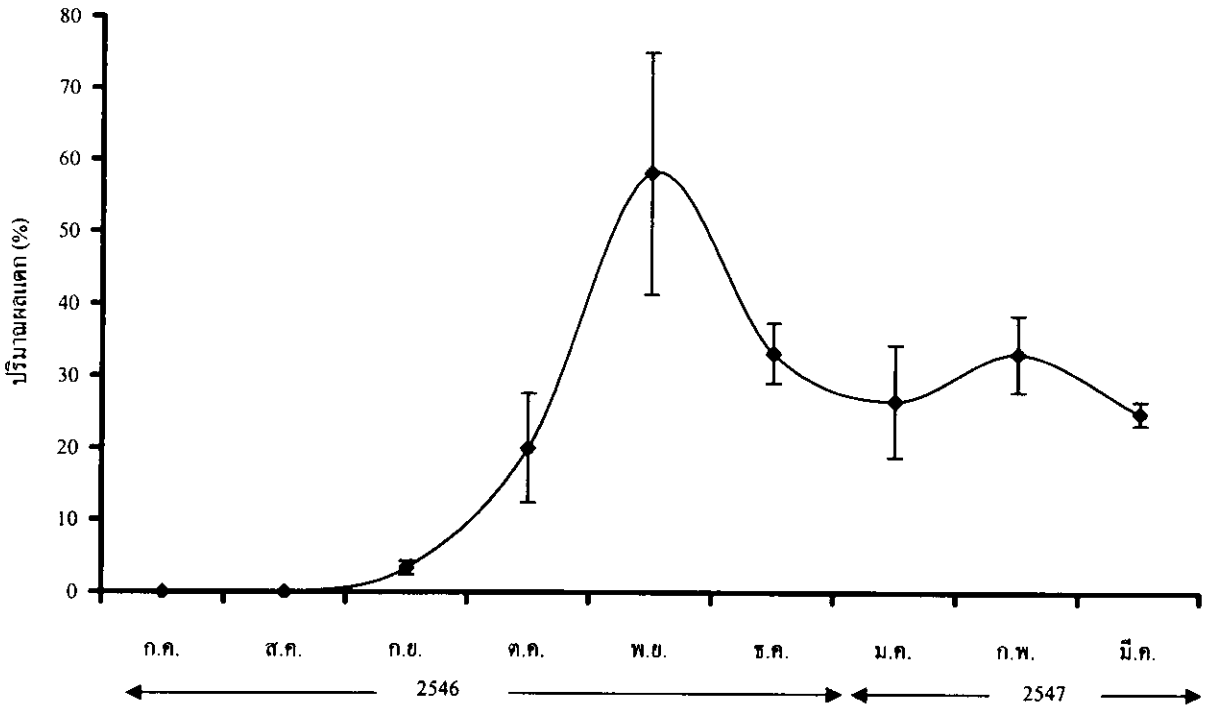
ภาพที่ 1 สภาพอากาศ (ปริมาณน้ำฝนและการระเหยของน้ำรายวัน, อุณหภูมิสูงสุด และอุณหภูมิต่ำสุด) ช่วงเดือนกรกฎาคม 2546 ถึงเดือนมีนาคม 2547



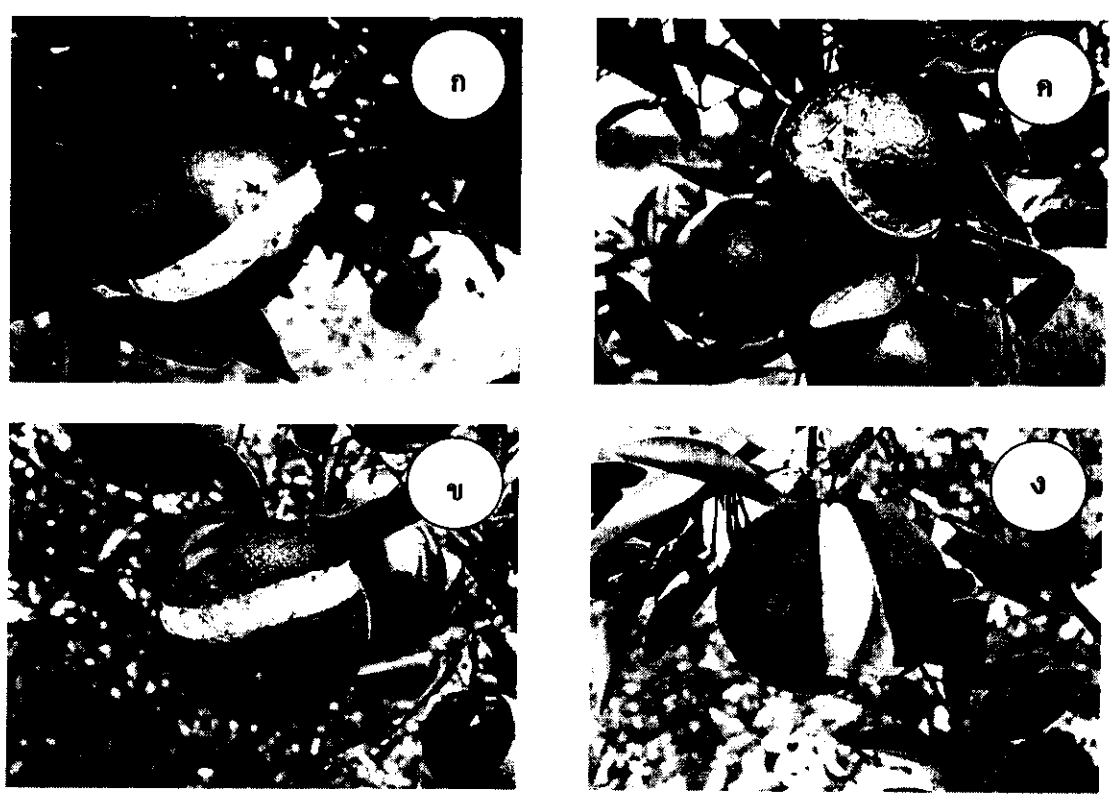
ภาพที่ 2 การเปลี่ยนแปลงของเส้นผ่าศูนย์กลางของผลทั้ง 4 วิธีทดลอง (ควบคุม, C, B และ C+B) ช่วงเดือนสิงหาคม 2546 ถึงเดือนกุมภาพันธ์ 2547



ภาพที่ 3 ค่าเฉลี่ยของปริมาณแสงเหนือทรงพุ่ม (ก) ศักย์ของน้ำในใบ (ข) การชักนำปากใบของต้นส้มโชกุน (ค) และปริมาณความชื้นในดิน (ง) ช่วงเดือนตุลาคม 2546 ถึงเดือนกุมภาพันธ์ 2547



ภาพที่ 4 เปอร์เซ็นต์ของผลแตกในวิธีทดลองควบคุม ช่วงเดือนกรกฎาคม 2546 ถึงเดือนมีนาคม 2547



ภาพที่ 5 สาเหตุการแตกของผลที่เกิดจากโรคสแค็บที่ผิวผล (28.33%) (ก) ด่างเหลืองเป็นวงที่ผิวผล (11.11%) (ข) แดดเผา (7.78%) (ค) และแตกโดยไม่พบอาการที่ผิวเปลือก (52.78%) (ง)

ส่วนระยะสุดท้ายก่อนเก็บเกี่ยวมีการแตกแบบแนวตั้งและแนวนอนมากที่สุดเฉลี่ยประมาณ 40% ส่วนแตกแนวเฉียงพบน้อยลงอย่างมีนัยสำคัญ และการแตกแบบไม่มีรูปแบบแน่นอนน้อยที่สุด (ภาพที่ 7)

1.3 การพ่นสารแคลเซียมคลอไรด์และโบรอนต่อคุณภาพผลส้มโชกุน

จากการพ่นสารแคลเซียมคลอไรด์ 1 เปอร์เซ็นต์ โบรอน 0.8 เปอร์เซ็นต์ และแคลเซียมคลอไรด์ 1 เปอร์เซ็นต์ร่วมกับโบรอน 0.8 เปอร์เซ็นต์ ทำให้ผลส้มมีความแน่นเนื้อ ค่า TSS และค่า TA สูงกว่าผลปกติและแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ส่วนเปอร์เซ็นต์น้ำในเปลือกนั้น พบว่า ผลปกติมีค่าสูงที่สุด และแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญกับวิธีการพ่นสาร และที่แสดงผลเด่นชัด คือ การพ่นสารในทุกวิธีทดลองทำให้อาการเปลือกแตกของผลส้มโชกุนลดลงมากแตกต่างจากวิธีทดลองที่ควบคุม (52.22 %) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ขณะที่ในวิธีทดลอง C, B และ C+B มีการแตกของผลเพียง 5.66 % 8.89 % และ 6.67 % ตามลำดับ ซึ่งไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 1)

ตารางที่ 1 ผลของการพ่นสารเคมีที่มีต่อคุณภาพผลและเปอร์เซ็นต์ผลแตก

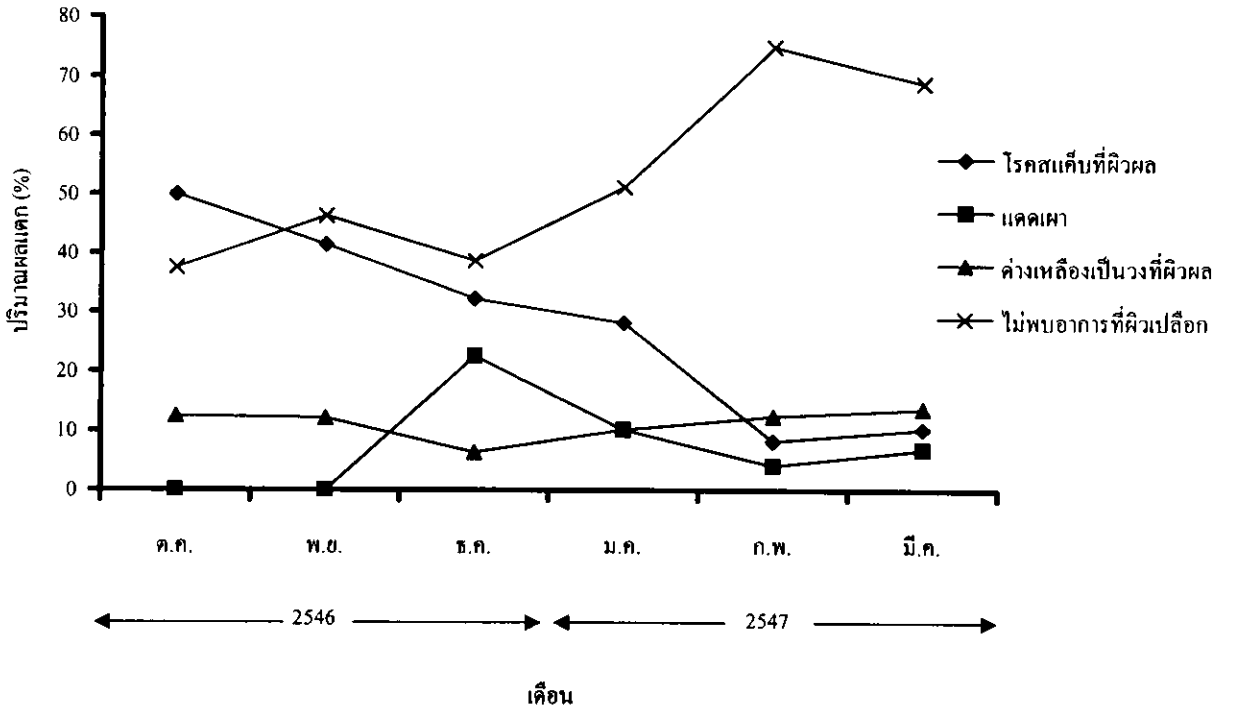
วิธีทดลอง	ความแน่นเนื้อ (N)	TSS (°Brix)	TA (%)	ปริมาณน้ำ (%)	เปอร์เซ็นต์ผลแตก
ควบคุม	2.08b	9.80b	4.24b	71.91a	52.22a
C	2.36a	10.42a	5.84a	67.24b	5.56b
B	2.44a	10.36ab	5.06ab	68.29b	8.89b
C + B	2.33a	10.33ab	5.89a	68.88ab	6.67b
C.V. (%)	10.54	6.12	20.40	4.56	36.67
F-test	*	*	*	*	*

ค่าเฉลี่ยที่กำกับด้วยอักษรที่แตกต่างกันในแต่ละสดมภ์มีความแตกต่างทางสถิติ จากการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี $LSD_{0.05}$

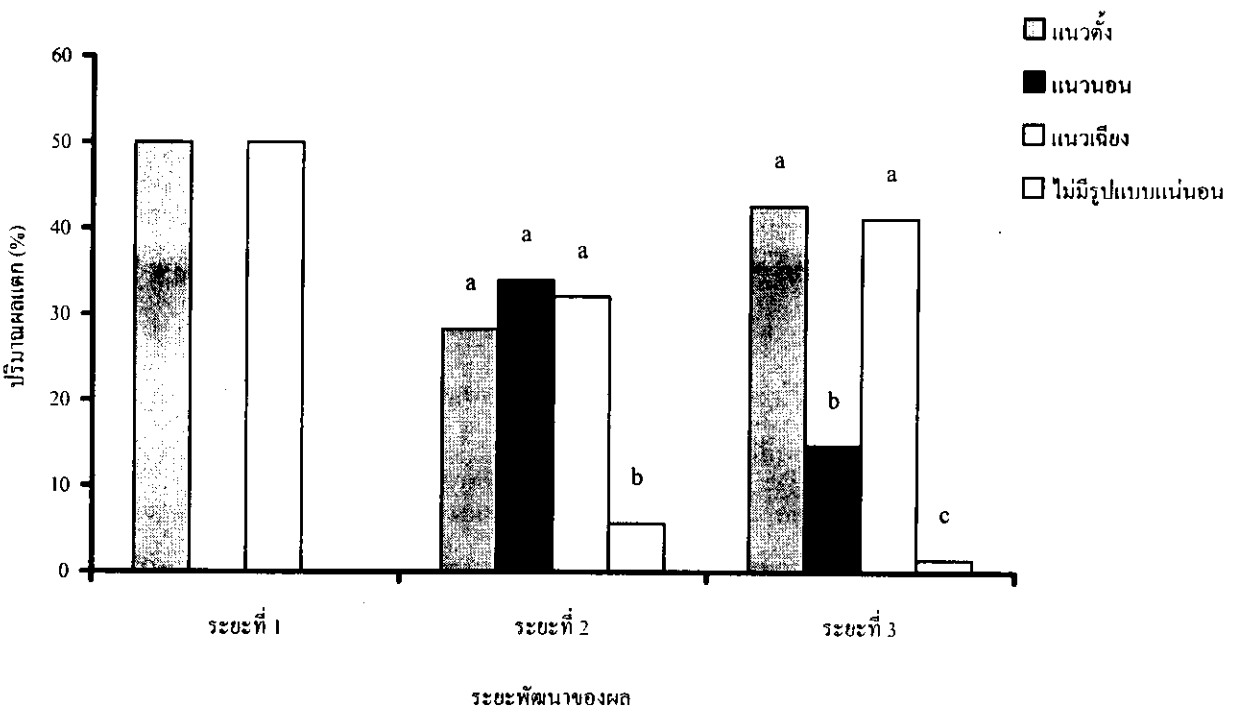
2. ศึกษาผลจากการเปลี่ยนแปลงความชื้นดินที่มีต่อการแตกของผลภายใต้สภาพควบคุมในโรงเรือน

1.ปริมาณแสง

จากการวัดปริมาณแสงภายนอกโรงเรือนในช่วงการทดลอง ระหว่างเวลา 10.00 น. - 12.00 น. พบว่า ปริมาณแสงสูงสุด 2,103 ไมโครโมล/ตร.ม./วินาที ในวันที่ 23 ตุลาคม 2547 (2 วันหลังเริ่มการทดลอง) และปริมาณแสงต่ำสุด 643.10 ไมโครโมล/ตร.ม./วินาที ในวันที่ 31 ตุลาคม 2547 (10 วันหลังเริ่มการทดลอง) (ภาพที่ 8ก)



ภาพที่ 6 เปอร์เซ็นต์ของผลแตกเฉลี่ยที่เกิดจากโรคสแค็บที่ผิวผล, แตดเผา, ด่างเหลืองเป็นวงที่ผิวผลและแตกโดยไม่พบอาการที่ผิวเปลือก ช่วงเดือนตุลาคม 2546 ถึงเดือนมีนาคม 2547



ภาพที่ 7 เปอร์เซ็นต์การแตกของผลตามลักษณะอาการผลแตกของผลใน 3 ระยะของการพัฒนาของผล

2.อุณหภูมิอากาศ

จากการวัดอุณหภูมิอากาศภายใต้โรงเรือนในช่วงการทดลอง ระหว่างเวลา 10.00 น. - 12.00 น. พบว่า อุณหภูมิสูงสุด 30.9 องศาเซลเซียส ในวันที่ 23 ตุลาคม 2547 (2 วันหลังเริ่มการทดลอง) และอุณหภูมิต่ำสุด 26.5 องศาเซลเซียส ในวันที่ 31 ตุลาคม 2547 (10 วันหลังเริ่มการทดลอง) (ภาพที่ 8ข)

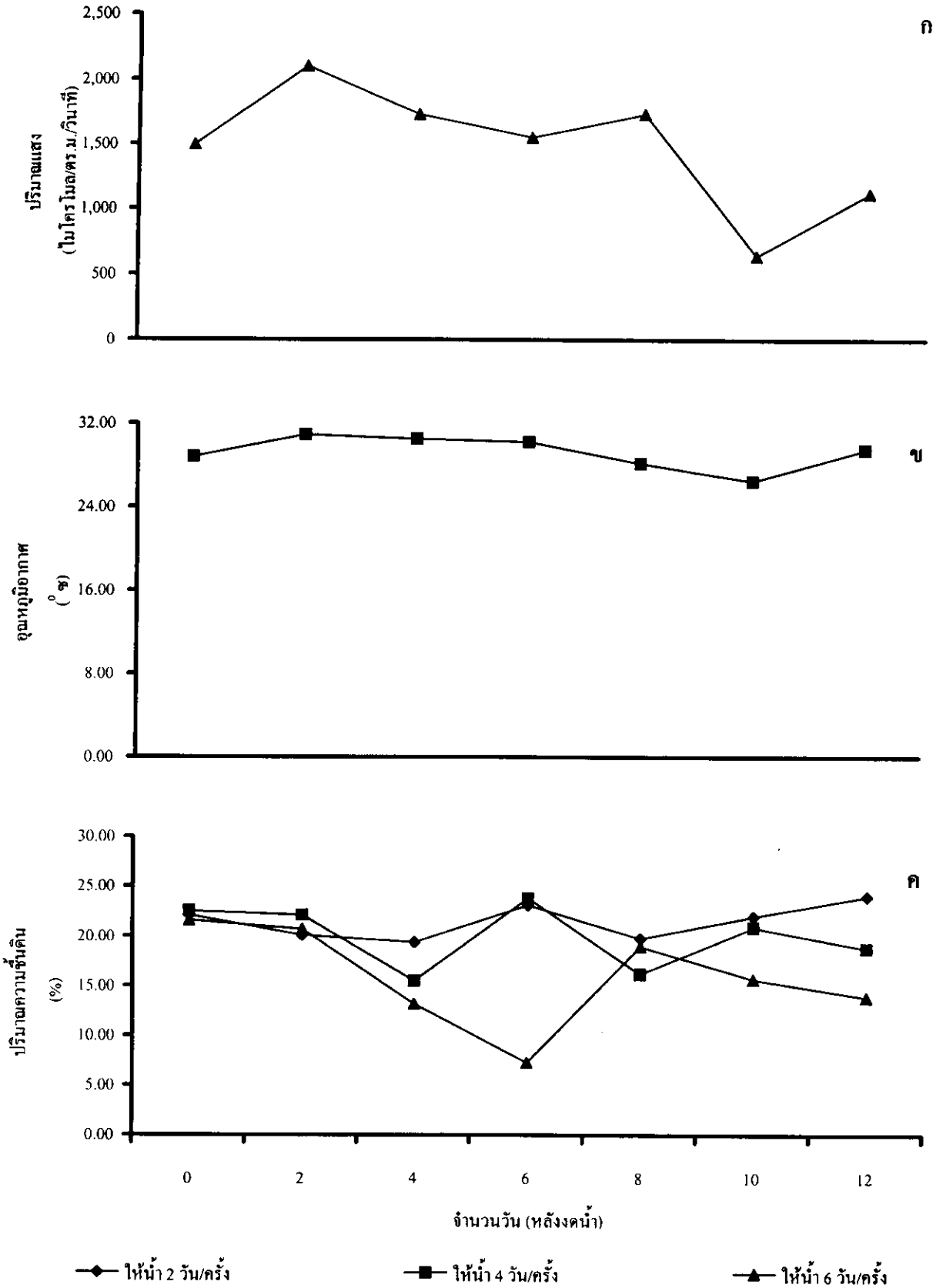
3.ปริมาณความชื้นดิน

จากการวัดปริมาณความชื้นดินในกระถางที่ระดับความลึก 10 เซนติเมตร ของต้นส้มโชกุนที่มีการให้น้ำ 3 ระดับ ในช่วงการทดลอง ระหว่างเวลา 10.00 น.-12.00 น. พบว่า ปริมาณความชื้นดินในวิธีการทดลองที่มีการให้น้ำ 2 วัน/ครั้ง มีการเปลี่ยนแปลงตลอดการทดลองค่อนข้างคงที่ (ภาพที่ 8ค) ปริมาณความชื้นอยู่ในช่วง 19.4 – 24.0 เปอร์เซ็นต์ โดยปริมาณความชื้นสูงสุด 24.0 เปอร์เซ็นต์ ในวันที่ 2 พฤศจิกายน 2547 (12 วันหลังเริ่มการทดลอง) ปริมาณความชื้นต่ำสุด 19.4 เปอร์เซ็นต์ ในวันที่ 25 ตุลาคม 2547 (4 วันหลังเริ่มการทดลอง) ส่วนปริมาณความชื้นดินในวิธีการทดลองที่มีการให้น้ำ 4 วัน/ครั้ง พบว่า มีการเปลี่ยนแปลงตลอดการทดลองในลักษณะสูงๆ ต่ำๆ (ภาพที่ 8ค) ปริมาณความชื้นอยู่ในช่วง 15.5 – 22.5 เปอร์เซ็นต์ โดยปริมาณความชื้นสูงสุด 23.8 เปอร์เซ็นต์ ในวันที่ 27 ตุลาคม 2547 (6 วันหลังเริ่มการทดลอง) ปริมาณความชื้นต่ำสุด 15.5 เปอร์เซ็นต์ ในวันที่ 25 ตุลาคม 2547 (4 วันหลังเริ่มการทดลอง) สำหรับปริมาณความชื้นดินในวิธีการทดลองที่มีการให้น้ำ 6 วัน/ครั้ง พบว่า มีการเปลี่ยนแปลงตลอดการทดลองในลักษณะสูงๆ ต่ำๆ เช่นเดียวกันกับในวิธีการทดลองที่มีการให้น้ำ 4 วัน/ครั้ง แต่ปริมาณความชื้นดินลดลงมากกว่า (ภาพที่ 8ค) โดยปริมาณความชื้นอยู่ในช่วง 7.3 – 21.6 เปอร์เซ็นต์ ปริมาณความชื้นต่ำสุด 7.3 เปอร์เซ็นต์ ในวันที่ 27 ตุลาคม 2547 (6 วันหลังเริ่มการทดลอง) และปริมาณความชื้นสูงสุด 21.6 เปอร์เซ็นต์ ในวันที่ 20 ตุลาคม 2547 (ก่อนเริ่มการทดลอง)

4.การตอบสนองทางสรีรวิทยา

4.1 ศักย์ของน้ำในใบ

จากการวัดศักย์ของน้ำในใบของต้นส้มโชกุนที่มีการให้น้ำ 3 ระดับ ในช่วงการทดลอง ระหว่างเวลา 10.00 น.-12.00 น. พบว่า ศักย์ของน้ำในใบในวิธีการทดลองที่มีการให้น้ำ 2 วัน/ครั้ง มีการเปลี่ยนแปลงตลอดการทดลองค่อนข้างคงที่ (ภาพที่ 9ก) ศักย์ของน้ำในใบอยู่ในช่วง –1.00 - –1.75 MPa โดยศักย์ของน้ำในใบต่ำสุด –1.75 MPa ในวันที่ 23 ตุลาคม 2547 (2 วันหลังเริ่มการทดลอง) และศักย์ของน้ำในใบสูงสุด –1.00 MPa ในวันที่ 31 ตุลาคม 2547 (10 วันหลังเริ่มการทดลอง) ส่วนศักย์ของน้ำในใบในวิธีการทดลองที่มีการให้น้ำ 4 วัน/ครั้ง พบว่า มีการเปลี่ยนแปลงตลอดการทดลองในลักษณะสูงๆ ต่ำๆ (ภาพที่ 9ก) ศักย์ของน้ำในใบอยู่ในช่วง –1.00 - –2.00 MPa โดยศักย์ของน้ำในใบต่ำสุด –2.00 MPa ในวันที่ 25 และ 29 ตุลาคม 2547 (4 และ 8 วันหลังเริ่มการทดลอง) และศักย์ของน้ำในใบสูงสุด –1.00 MPa ในวันที่ 31 ตุลาคม 2547 (10 วันหลังเริ่มการทดลอง) สำหรับศักย์ของน้ำในใบในวิธีการทดลองที่มีการให้น้ำ 6 วัน/ครั้ง พบว่า มีการเปลี่ยนแปลงตลอดการทดลองในลักษณะสูงๆ ต่ำๆ เช่นเดียวกันกับในวิธีการทดลองที่มีการให้น้ำ 4 วัน/ครั้ง แต่ศักย์ของน้ำในใบ



ภาพที่ 8 การเปลี่ยนแปลงของปริมาณแสง (ก) อุณหภูมิอากาศ (ข) และปริมาณความชื้นดินในกระถาง (ค) ระหว่างเวลา 10.00 น. - 12.00 น. ตลอดการทดลอง

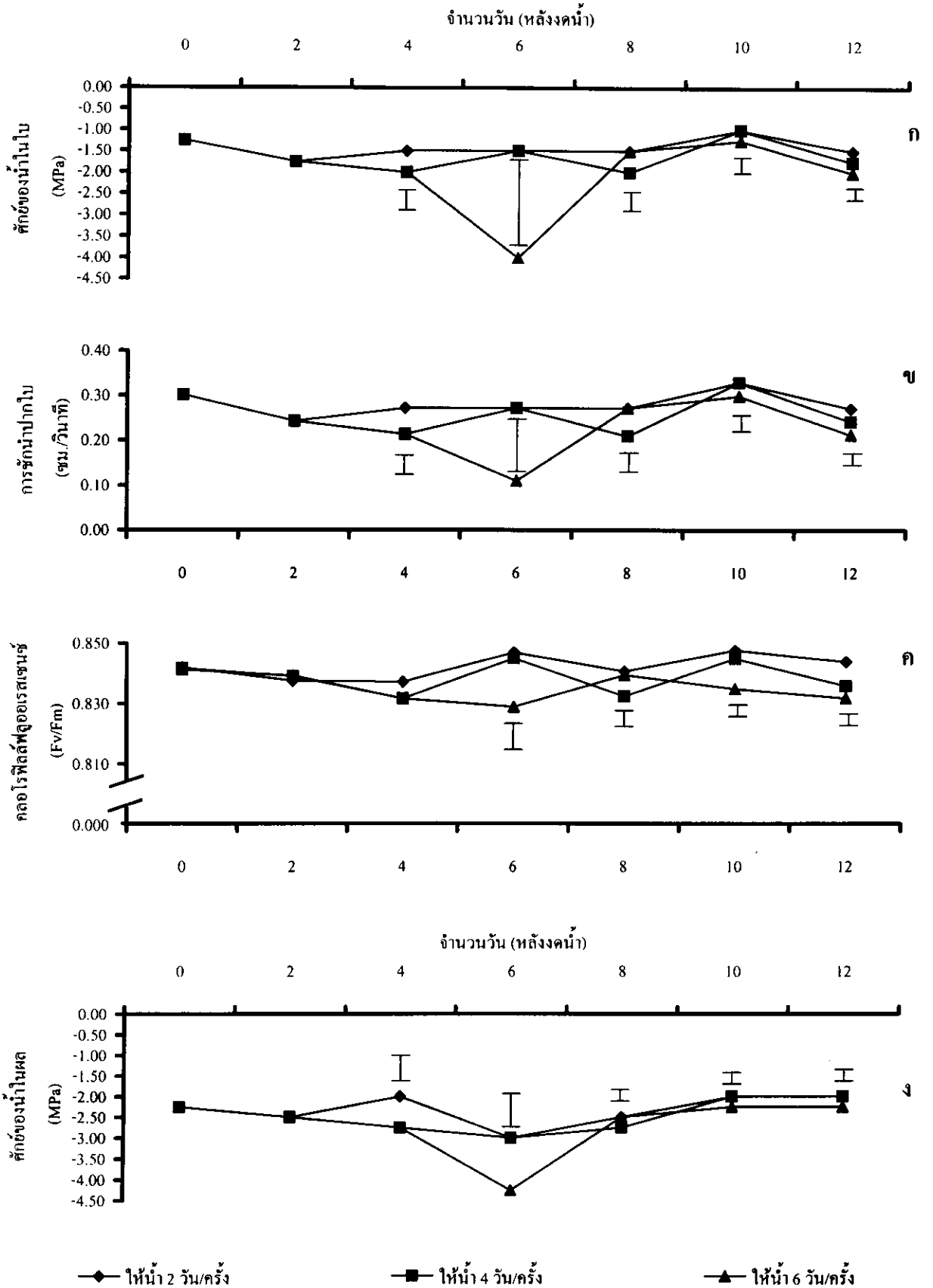
ลดลงมากกว่า (ภาพที่ 9ก) ศักย์ของน้ำในใบอยู่ในช่วง –1.25 - –4.00 MPa โดยศักย์ของน้ำในใบต่ำสุด –4.00 MPa ในวันที่ 27 ตุลาคม 2547 (6 วันหลังเริ่มการทดลอง) และศักย์ของน้ำในใบสูงสุด –1.25 MPa ในวันที่ 20 และ 31 ตุลาคม 2547 (ก่อนและ10 วันหลังเริ่มการทดลอง)

4.2 การชักนำปากใบ

จากการวัดการชักนำปากใบของต้นส้มโชกุนที่มีการให้น้ำ 3 ระดับ ในช่วงการทดลองระหว่างเวลา 10.00 น.-12.00 น. พบว่า การชักนำปากใบในวิธีการทดลองที่มีการให้น้ำ 2 วัน/ครั้ง มีการเปลี่ยนแปลงตลอดการทดลองค่อนข้างคงที่ (ภาพที่ 9ข) การชักนำปากใบอยู่ในช่วง 0.24 - 0.33 ซม./วินาที โดยการชักนำปากใบสูงสุด 0.33 เซนติเมตรต่อวินาที ในวันที่ 31 ตุลาคม 2547 (10 วันหลังเริ่มการทดลอง) และการชักนำปากใบต่ำสุด 0.24 ซม./วินาที ในวันที่ 23 ตุลาคม 2547 (2 วันหลังเริ่มการทดลอง) ส่วนการชักนำปากใบในวิธีการทดลองที่มีการให้น้ำ 4 วัน/ครั้ง พบว่า มีการเปลี่ยนแปลงตลอดการทดลองในลักษณะสูงๆ ต่ำๆ (ภาพที่ 9ข) การชักนำปากใบอยู่ในช่วง 0.21 - 0.30 ซม./วินาที โดยการชักนำปากใบสูงสุด 0.33 ซม./วินาที ในวันที่ 31 ตุลาคม 2547 (10 วันหลังเริ่มการทดลอง) และการชักนำปากใบต่ำสุด 0.21 ซม./วินาที ในวันที่ 25 และ 29 ตุลาคม 2547 (4 และ 8 วันหลังเริ่มการทดลอง) สำหรับการชักนำปากใบในวิธีการทดลองที่มีการให้น้ำ 6 วัน/ครั้ง พบว่า มีการเปลี่ยนแปลงตลอดการทดลองในลักษณะสูงๆ ต่ำๆ เช่นเดียวกันกับในวิธีการทดลองที่มีการให้น้ำ 4 วัน/ครั้ง แต่การชักนำปากใบลดลงมากกว่า (ภาพที่ 9ข) การชักนำปากใบอยู่ในช่วง 0.11 - 0.30 ซม./วินาที โดยการชักนำปากใบสูงสุด 0.30 ซม./วินาที ในวันที่ 20 และ 31 ตุลาคม 2547 (ก่อนและ 10 วันหลังเริ่มการทดลอง) และการชักนำปากใบต่ำสุด 0.11 ซม./วินาที ในวันที่ 27 ตุลาคม 2547 (6 วันหลังเริ่มการทดลอง)

4.3 คลอโรฟิลล์ฟลูออเรสเซนซ์

จากการวัดคลอโรฟิลล์ฟลูออเรสเซนซ์ของต้นส้มโชกุนที่มีการให้น้ำ 3 ระดับ ในช่วงการทดลอง ระหว่างเวลา 10.00 น.-12.00 น. พบว่า คลอโรฟิลล์ฟลูออเรสเซนซ์ในวิธีการทดลองที่มีการให้น้ำ 2 วัน/ครั้ง มีการเปลี่ยนแปลงตลอดการทดลองค่อนข้างคงที่ (ภาพที่ 9ค) คลอโรฟิลล์ฟลูออเรสเซนซ์อยู่ในช่วง 0.837 – 0.848 โดยคลอโรฟิลล์ฟลูออเรสเซนซ์สูงสุด 0.848 ในวันที่ 31 ตุลาคม 2547 (10 วันหลังเริ่มการทดลอง) และคลอโรฟิลล์ฟลูออเรสเซนซ์ต่ำสุด 0.837 ในวันที่ 25 ตุลาคม 2547 (4 วันหลังเริ่มการทดลอง) ส่วนคลอโรฟิลล์ฟลูออเรสเซนซ์ในวิธีการทดลองที่มีการให้น้ำ 4 วัน/ครั้ง พบว่า มีการเปลี่ยนแปลงตลอดการทดลองในลักษณะสูงๆ ต่ำๆ (ภาพที่ 9ค) คลอโรฟิลล์ฟลูออเรสเซนซ์อยู่ในช่วง 0.832 – 0.845 โดยคลอโรฟิลล์ฟลูออเรสเซนซ์สูงสุด 0.845 ในวันที่ 27 และ 31 ตุลาคม 2547 (6 และ 10 วันหลังเริ่มการทดลอง) และคลอโรฟิลล์ฟลูออเรสเซนซ์ต่ำสุด 0.832 ในวันที่ 25 ตุลาคม 2547 (4 วันหลังเริ่มการทดลอง) สำหรับคลอโรฟิลล์ฟลูออเรสเซนซ์ในวิธีการทดลองที่มีการให้น้ำ 6 วัน/ครั้ง พบว่า มีการเปลี่ยนแปลงตลอดการทดลองในลักษณะสูงๆ ต่ำๆ เช่นเดียวกันกับในวิธีการทดลองที่มีการให้น้ำ 4 วัน/ครั้ง แต่คลอโรฟิลล์ฟลูออเรสเซนซ์ลดลงมากกว่า (ภาพที่ 9ค) คลอโรฟิลล์ฟลูออเรสเซนซ์อยู่ในช่วง 0.829 – 0.841 โดยคลอโรฟิลล์ฟลูออเรส



ภาพที่ 9 การเปลี่ยนแปลงของศักย์ของน้ำในใบ (ก) การซักนำปากใบ (ข) คลอโรฟิลล์ฟลูออเรสเซนซ์ (ค) ศักย์ของน้ำในผล (ง) ของต้นส้มโชกุนที่มีการให้น้ำ 3 ระดับ ตลอดการทดลอง (เส้นตั้ง = ค่า LSD 0.05)

เซนซ์สูงสุด 0.841 ในวันที่ 20 ตุลาคม 2547 (ก่อนเริ่มการทดลอง) และคลอโรฟิลล์ฟลูออเรสเซนซ์ต่ำสุด 0.829 ในวันที่ 27 ตุลาคม 2547 (6 วันหลังเริ่มการทดลอง)

4.4 ศักย์ของน้ำในผล

จากการวัดศักย์ของน้ำในผลของต้นส้มโชกุนที่มีการให้น้ำ 3 ระดับ ในช่วงการทดลองระหว่างเวลา 10.00 น.-12.00 น. พบว่า ศักย์ของน้ำในผลในวิธีการทดลองที่มีการให้น้ำ 2 วัน/ครั้ง มีการเปลี่ยนแปลงตลอดการทดลองค่อนข้างคงที่ (ภาพที่ 9ง) ศักย์ของน้ำในผลอยู่ในช่วง –2.00 - –3.00 MPa โดยศักย์ของน้ำในผลต่ำสุด –3.00 MPa ในวันที่ 27 ตุลาคม 2547 (6 วันหลังเริ่มการทดลอง) และศักย์ของน้ำในผลสูงสุด –2.00 MPa ในวันที่ 25 และ 31 ตุลาคม และ 2 พฤศจิกายน 2547 (4, 10 และ 12 วันหลังเริ่มการทดลอง) ส่วนศักย์ของน้ำในผลในวิธีการทดลองที่มีการให้น้ำ 4 วัน/ครั้ง พบว่า มีการเปลี่ยนแปลงตลอดการทดลองในลักษณะสูงๆ ต่ำๆ (ภาพที่ 9ง) ศักย์ของน้ำในผลอยู่ในช่วง –2.00 - –3.00 MPa โดยศักย์ของน้ำในผลต่ำสุด –3.00 MPa ในวันที่ 27 ตุลาคม 2547 (6 วันหลังเริ่มการทดลอง) และศักย์ของน้ำในผลสูงสุด –2.00 MPa ในวันที่ 31 และ 2 พฤศจิกายน ตุลาคม 2547 (10 และ 12 วันหลังเริ่มการทดลอง) สำหรับศักย์ของน้ำในผลในวิธีการทดลองที่มีการให้น้ำ 6 วัน/ครั้ง พบว่า มีการเปลี่ยนแปลงตลอดการทดลองในลักษณะสูงๆ ต่ำๆ เช่นเดียวกันกับในวิธีการทดลองที่มีการให้น้ำ 4 วัน/ครั้ง แต่ศักย์ของน้ำในผลลดลงมากกว่า (ภาพที่ 9ง) ศักย์ของน้ำในผลอยู่ในช่วง –2.25 - –4.25 MPa โดยศักย์ของน้ำในผลต่ำสุด –4.25 MPa ในวันที่ 27 ตุลาคม 2547 (6 วันหลังเริ่มการทดลอง) และศักย์ของน้ำในผลสูงสุด –2.25 MPa ในวันที่ 20 และ 31 ตุลาคม และ 2 พฤศจิกายน 2547 (ก่อน, 10 และ 12 วันหลังเริ่มการทดลอง)

4.5 ศักย์ของน้ำที่ผิวเปลือกผล

จากการวัดศักย์ของน้ำที่ผิวเปลือกผลด้วยเครื่อง WP4-T ของต้นส้มโชกุนที่มีการให้น้ำ 3 ระดับ ในวันที่ 2 พฤศจิกายน 2547 (12 วันหลังเริ่มการทดลอง) พบว่า ศักย์ของน้ำที่ผิวเปลือกผลในวิธีการทดลองที่มีการให้น้ำ 2 วัน/ครั้งสูงกว่าศักย์ของน้ำที่ผิวเปลือกผลในวิธีการทดลองที่มีการให้น้ำ 4 และ 6 วัน/ครั้ง โดยศักย์ของน้ำที่ผิวเปลือกผลในวิธีการทดลองที่มีการให้น้ำ 2, 4 และ 6 วัน/ครั้ง มีค่า –0.32, –0.44 และ –0.64 MPa ตามลำดับ

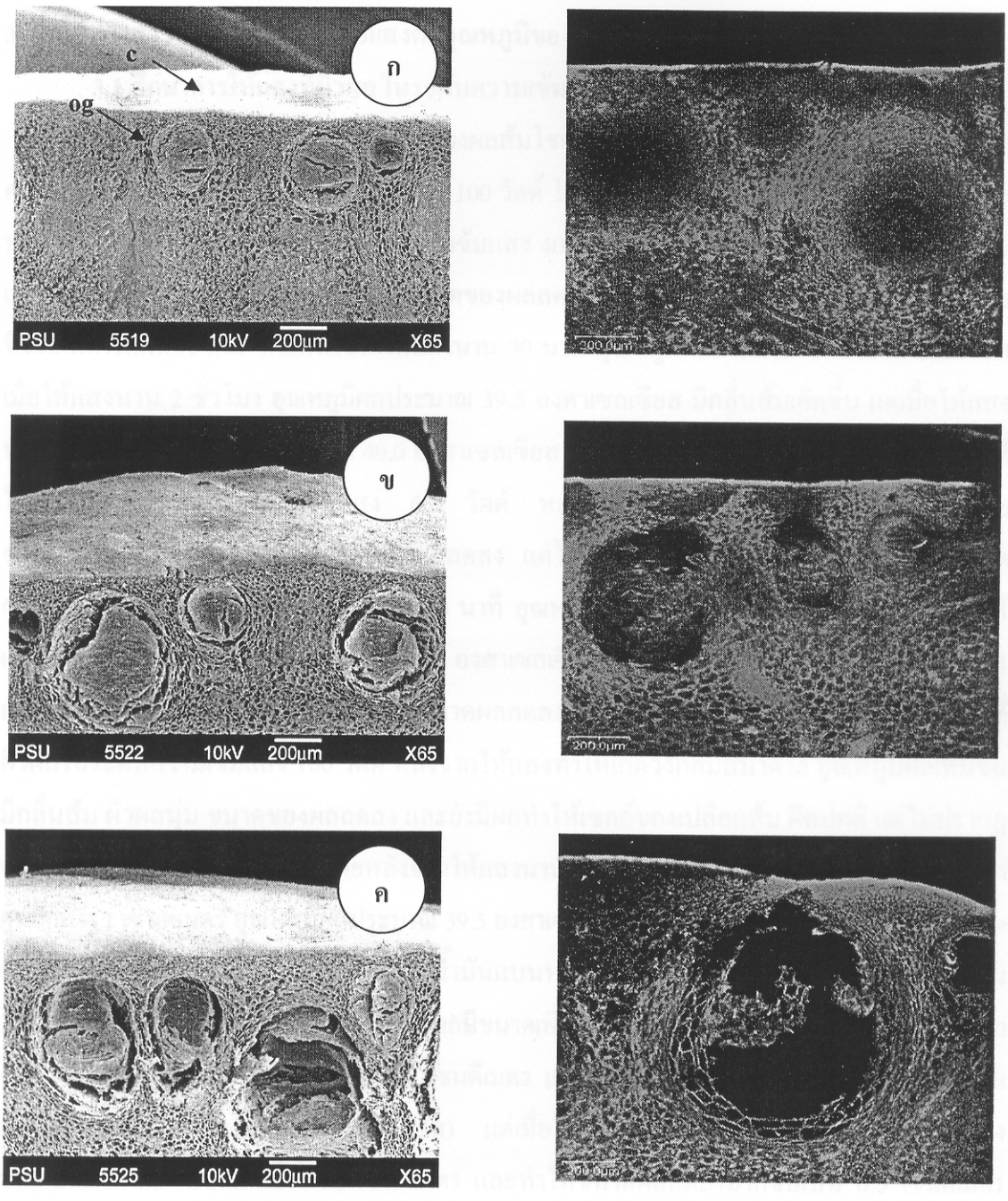
5. ผลจากการเปลี่ยนแปลงความชื้นดินที่มีต่อต้นส้มโชกุน

จากการศึกษาผลจากการเปลี่ยนแปลงความชื้นดินในกระถางที่มีต่อต้นส้มโชกุนภายใต้โรงเรือนหลังคาพลาสติกที่มีการให้น้ำ 3 ระดับ คือ ต้นที่มีการให้น้ำ 2, 4 และ 6วัน/ครั้ง พบว่า สภาพต้นส้มโชกุนในวิธีทดลองที่มีการให้น้ำ 6 วัน/ครั้ง ในวันที่ 27 ตุลาคม 2547 (6 วันหลังเริ่มการทดลอง) แสดงอาการเหี่ยวของต้นอย่างรุนแรง โดยมีลักษณะใบห่อ เหี่ยว และแห้ง (ภาพที่ 10) หลังจากมีการให้น้ำ ในอีก 1 วันถัดไปกลับพบว่าสภาพต้นเกิดอาการฟื้น โดยมีลักษณะใบที่ปกติ และมีการร่วงของใบ (ประมาณ 40 %) นอกจากนั้นตลอดการทดลองก็มีการร่วงของผล (ประมาณ 70%) เกิดขึ้น แต่ไม่ปรากฏอาการที่จะเกิดการแตกของผล ส่วนต้นส้มโชกุนในวิธีทดลองที่มีการให้น้ำ 2 และ 4 วัน/ครั้ง ตลอดการทดลองสภาพต้นไม่แสดงอาการใดๆ แต่ก็เกิดการร่วงของผลเช่นกัน

ภาพที่10 สภาพของใบส้มโชกุนในวิธีการทดลองที่มีการให้น้ำ 6 วัน/ครั้ง (6 วันหลังเริ่มการทดลอง)

6.ผลจากการเปลี่ยนแปลงความชื้นดินที่มีต่อผลส้มโชกุน

จากการศึกษาลักษณะเซลล์เปลือกของผลส้มโชกุนที่ทำการควบคุมการให้น้ำ 3 ระดับ คือ ให้น้ำ 2, 4 และ 6 วัน/ครั้ง พบว่า ผลส้มในวิธีทดลองที่มีการให้น้ำ 2 วัน/ครั้ง เปลือกส้มมีความหนากว่าผลส้มในวิธีทดลองที่มีการให้น้ำ 4 และ 6 วัน/ครั้ง เซลล์ต่างๆ มีลักษณะเป็นปกติ ต่อมน้ำมัน (oil glands) ไม่ได้ถูกทำลาย และต่อมน้ำมันอยู่ห่างจากผิวผลด้านนอก (Cuticle) มากกว่าเมื่อเทียบกับผลส้มในวิธีทดลองที่มีการให้น้ำ 4 และ 6 วัน/ครั้ง (ภาพที่ 11ก) ส่วนผลส้มในวิธีทดลองที่มีการให้น้ำ 4 วัน/ครั้ง มีผลทำให้ความหนาของเปลือกส้ม และความห่างระหว่างต่อมน้ำมันกับ Cuticle ลดลง เมื่อเทียบกับผลส้มในวิธีทดลองที่มีการให้น้ำ 2 วัน/ครั้ง แล้วยังมีผลทำให้ต่อมน้ำมันมีลักษณะผิดปกติเล็กน้อย (ภาพที่ 11ข) และสำหรับผลส้มในวิธีทดลองที่มีการให้น้ำ 6 วัน/ครั้ง พบว่า ความหนาของเปลือกส้มและความห่างระหว่างต่อมน้ำมันกับ Cuticle ลดลงมาก เมื่อเทียบกับผลส้มในวิธีทดลองที่มีการให้น้ำ 2, 4 วัน/ครั้ง แล้วยังมีผลทำให้ต่อมน้ำมันมีลักษณะผิดปกติมากหรือสลายหายไป (ภาพที่ 11ค)



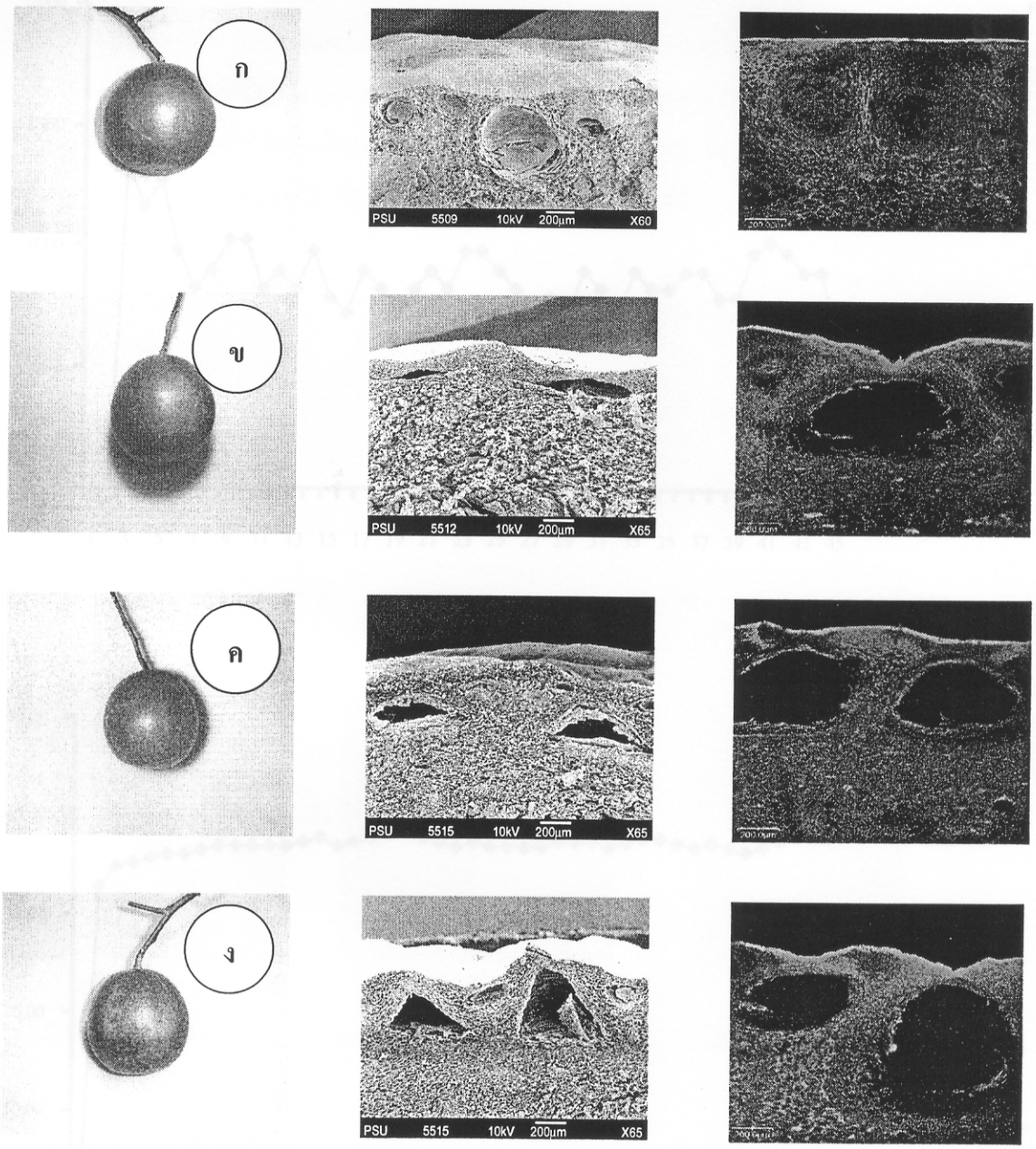
ภาพที่ 11 การเปลี่ยนแปลงความชื้นดินที่มีผลต่อเซลล์ของเปลือกผลส้มโชกุนในวิธีการทดลองที่มีการให้น้ำ 2 วัน/ครั้ง (ก) ให้น้ำ 4 วัน/ครั้ง (ข) และให้น้ำ 6วัน/ครั้ง (ค) จากกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด (กำลังขยาย x65) และกล้องจุลทรรศน์คอนโฟคอลเลเซอร์ (กำลังขยาย x100) (c = cuticle, og = oil gland)

ฝ่ายหอสมุด
คุณหญิงหลง อรรถกระวีสุนทร

3. ศึกษาทางสรีรวิทยาจากการได้รับแสงต่ออุณหภูมิของผล

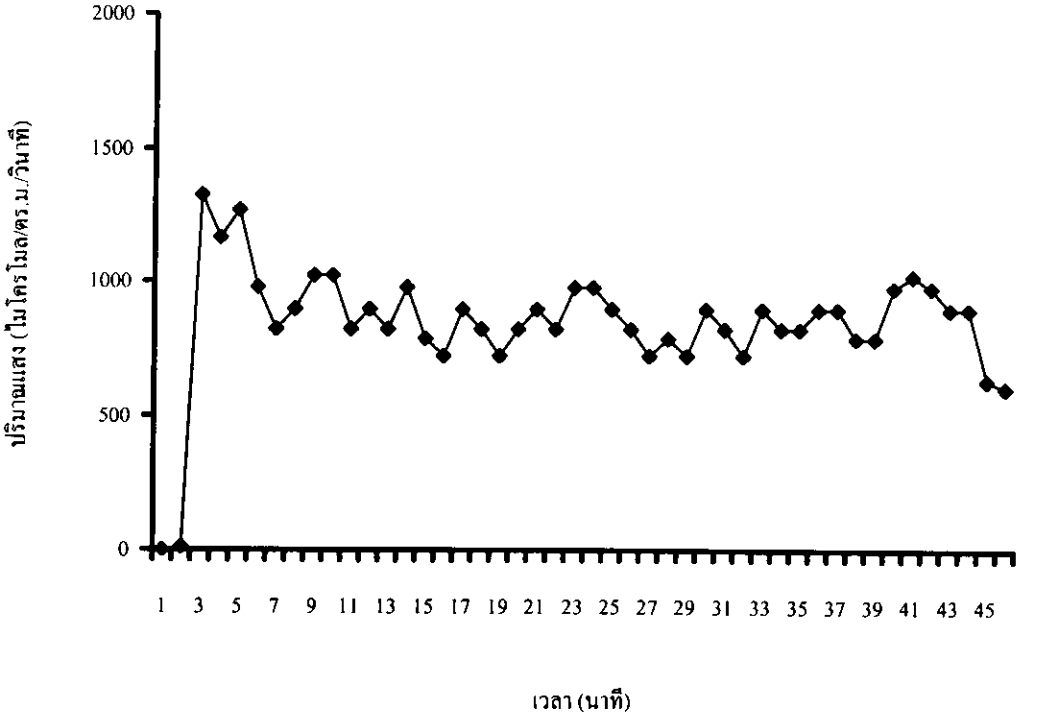
3.1 ศึกษาการให้แสงที่ผิวผล ในระดับความเข้มแสงต่างกัน

จากการศึกษาลักษณะทางกายภาพของผลส้มโชกุน ที่ให้แสงที่ผิวผลภายใต้โรงเรือนในระดับความเข้มแสงต่างกัน คือ ควบคุม 40 60 และ 100 วัตต์ โดยวางหลอดไฟห่างจากผลส้ม 10 เซนติเมตร พบว่า ผลส้มที่ให้แสงที่ผิวผลในระดับความเข้มแสง 40 วัตต์ หลังจากให้แสงทำให้มีกลิ่นส้มเกิดขึ้นเล็กน้อย อุณหภูมิผลเพิ่มขึ้น และทำให้ขนาดของผลลดลง แต่ไม่ปรากฏวงกลมสีน้ำตาลและอาการที่จะเกิดการแตกของผล โดยหลังจากให้แสงนาน 30 นาที อุณหภูมิผลประมาณ 38.5 องศาเซลเซียส เมื่อให้แสงนาน 2 ชั่วโมง อุณหภูมิผลประมาณ 39.5 องศาเซลเซียส มีกลิ่นส้มเกิดขึ้น แต่เมื่อให้แสงนาน 5 ชั่วโมง อุณหภูมิผลมากกว่า 40.0 องศาเซลเซียส ขนาดผลลดลง 0.1 เซนติเมตร ส่วนผลส้มที่ให้แสงที่ผิวผลในระดับความเข้มแสง 60 วัตต์ หลังจากให้แสงทำให้มีกลิ่นส้มเกิดขึ้นเล็กน้อย อุณหภูมิผลเพิ่มขึ้น และทำให้ขนาดของผลลดลง แต่ไม่ปรากฏวงกลมสีน้ำตาลและอาการที่จะเกิดการแตกของผล โดยหลังจากให้แสงนาน 30 นาที อุณหภูมิผลประมาณ 38.5 องศาเซลเซียส เมื่อให้แสงนาน 2 ชั่วโมง อุณหภูมิผลมากกว่า 40.0 องศาเซลเซียส มีกลิ่นส้มเกิดขึ้น แต่ขนาดผลลดลง 0.1 เซนติเมตร แต่เมื่อให้แสงนาน 5 ชั่วโมง ขนาดผลลดลง 0.2 เซนติเมตร แต่สำหรับผลส้มที่ให้แสงที่ผิวผลในระดับความเข้มแสง 100 วัตต์ หลังจากให้แสงทำให้เกิดวงกลมสีน้ำตาล อุณหภูมิผลเพิ่มขึ้น มีกลิ่นส้ม ผิวผลนุ่ม ขนาดของผลลดลง และยังมีผลทำให้เซลล์ของเปลือกส้ม ผิดปกติ แต่ไม่ปรากฏอาการที่จะเกิดการแตกของผล โดยหลังจากให้แสงนาน 30 นาที เกิดวงกลมสีน้ำตาลมีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 1 เซนติเมตร อุณหภูมิผลประมาณ 39.5 องศาเซลเซียส มีกลิ่นส้มเกิดขึ้น ส่งผลทำให้ Cuticle ยุบและเกิดรอยย่นเล็กน้อย และทำให้ต่อมน้ำมันแบนหรือแฟบลง (ภาพที่ 12ข) เมื่อให้แสงนาน 2 ชั่วโมง เส้นผ่าศูนย์กลางของวงกลมสีน้ำตาลมีขนาดเพิ่มขึ้นเป็น 3.5 เซนติเมตร อุณหภูมิผลมากกว่า 40.0 องศาเซลเซียส ขนาดผลลดลง 0.2 เซนติเมตร และทำให้ Cuticle ยุบและเกิดรอยย่นเพิ่มขึ้น ส่วนต่อมน้ำมันนั้นเริ่มโป่งขึ้น (ภาพที่ 12ค) แต่เมื่อให้แสงนาน 5 ชั่วโมง เส้นผ่าศูนย์กลางของวงกลมสีน้ำตาลมีขนาดเพิ่มเป็น 4.5 เซนติเมตร และทำให้ขนาดผลลดลงมากขึ้นเป็น 0.5 เซนติเมตร ส่วน Cuticle ยังคงยุบและเกิดรอยย่น และต่อมน้ำมันนั้นโป่งมากขึ้นและค่อนข้างกลม (ภาพที่ 12ง) และจากการวัดปริมาณแสงและอุณหภูมิรอบผล ในช่วงเวลาที่ให้แสงที่ผิวผลในระดับความเข้มแสง 100 วัตต์ พบว่า ปริมาณแสงโดยเฉลี่ย คือ 883.27 ลักซ์ (ภาพที่ 13ก) และอุณหภูมิโดยเฉลี่ย คือ 37.31 องศาเซลเซียส (ภาพที่ 13ข)

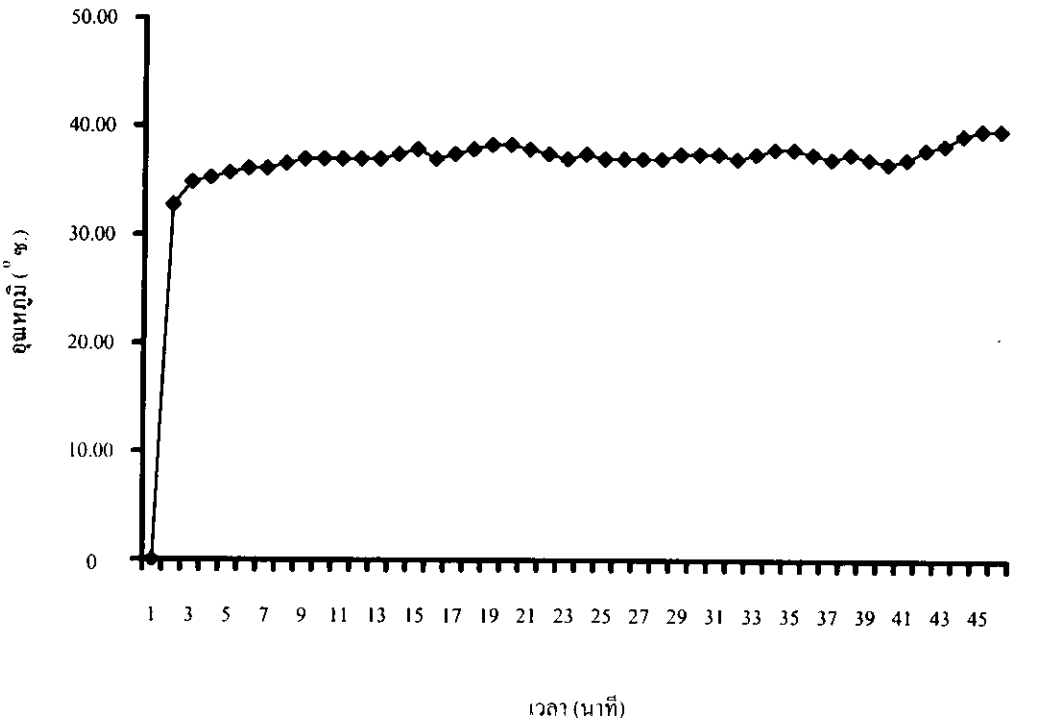


ภาพที่ 12 การเกิดวงกลมสีน้ำตาลและผลกระทบที่มีต่อเซลล์ของเปลือกผลหลังการให้แสงในระดับความเข้มแสง 100 วัตต์ จากกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด (กำลังขยาย x65) และกล้องจุลทรรศน์คอนโฟคอลเลเซอร์ (กำลังขยาย x100) ตั้งแต่ก่อนให้แสง (ก) หลังให้แสงนาน 30 นาที (ข) ให้แสงนาน 2 ชั่วโมง (ค) และให้แสงนาน 5 ชั่วโมง (ง)

ก



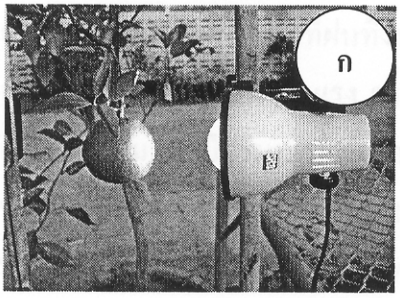
ข



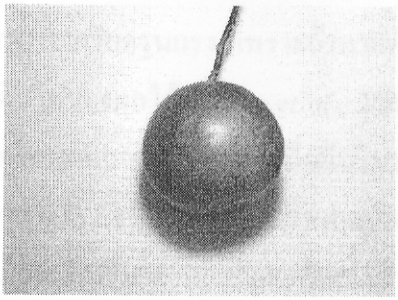
ภาพที่ 13 การเปลี่ยนแปลงของปริมาณแสง (ก) และอุณหภูมิ (ข) รอบผลในช่วงเวลาที่ให้แสงที่ผิวผลในระดับความเข้มแสง 100 วัตต์

3.2 ศึกษาการให้แสงที่ผิวผลในระดับความเข้มแสง 100 วัตต์ ในรูปแบบต่างกัน

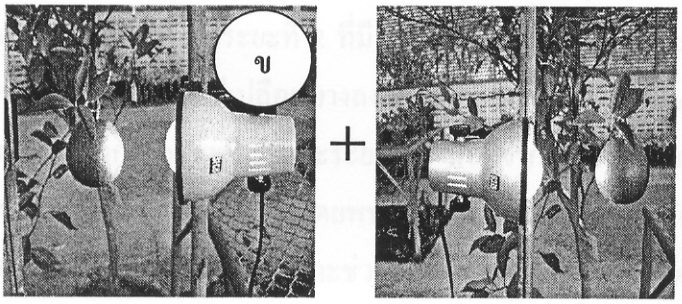
จากการศึกษาลักษณะทางกายภาพของผลส้มโชกุนที่ให้แสงในระดับความเข้มแสง 100 วัตต์ที่ผิวผลภายใต้โรงเรือนในรูปแบบต่างกัน พบว่า ผลส้มที่ให้แสง 2 ด้านพร้อมกัน นาน 30 นาที ทำให้เกิดวงกลมสีน้ำตาล และเกิดการแตกของผล ส่วนในรูปแบบอื่นๆ ทำให้เกิดวงกลมสีน้ำตาลเช่นเดียวกัน แต่ไม่ปรากฏอาการที่จะเกิดการแตกของผล (ภาพที่ 14)



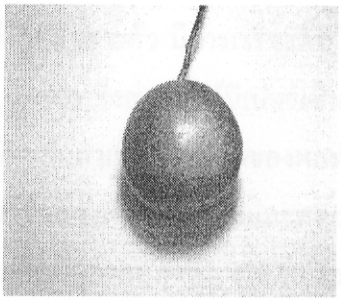
ให้แสงด้านเดียวนาน 30 นาที



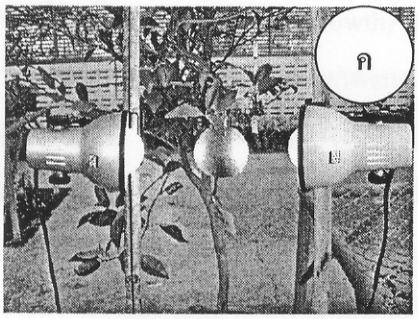
เกิดวงกลมสีน้ำตาล แต่ไม่แตก



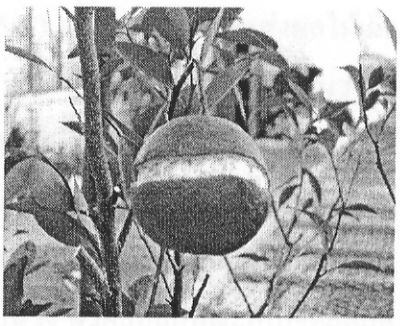
ให้แสง 2 ด้านไม่พร้อมกัน ด้านละ 30 นาที



เกิดวงกลมสีน้ำตาล แต่ไม่แตก



ให้แสง 2 ด้านพร้อมกัน นาน 30 นาที



เกิดวงกลมสีน้ำตาล และผลแตก

ภาพที่ 14 ผลของการให้แสงที่ผิวผลในระดับความเข้มแสง 100 วัตต์ โดยให้แสงด้านเดียวนาน 30 นาที (ก) ให้แสง 2 ด้านไม่พร้อมกัน ด้านละ 30 นาที (ข) และให้แสง 2 ด้านพร้อมกัน นาน 30 นาที (ง)