

## การเกิดผลแตกของส้มโชกุน (*Citrus reticulata* Blanco cv. Shogun) ในภาคใต้ของประเทศไทยและการบรรเทาโดยการพ่นสารแคลเซียมและโบรอน

สายัณห์ สดุดี<sup>1</sup> และ ระวี เจียรวิภา<sup>2</sup>

### Abstract

Sdoodee, S.<sup>1</sup> and Chiarawipa, R.<sup>2</sup>

**Fruit splitting occurrence of Shogun mandarin (*Citrus reticulata* Blanco cv. Shogun) in southern Thailand and alleviation by calcium and boron sprays**  
Songklanakarin J. Sci. Technol., 2005, 27(4) : 719-730

Fruit splitting is a serious problem of Shogun mandarin in southern Thailand. To alleviate this impact, the applications of calcium and boron by spraying were investigated. An experiment was established in a farmer orchard (at Amphur Sadao, Songkhla province) where four-year plants were grown at 6 m x 6 m spacing. The experiment was arranged as a completely randomized design, and 16 trees were used. There were 4 treatments (1. control or water spray, 2. 1% CaCl<sub>2</sub> spray or C treatment, 3. 0.8% boric acid spray or B treatment and 4. 1% CaCl<sub>2</sub>+ 0.8% boric acid spray or C+B treatment) with 4 replicates. The application was started at 4 months after fruit-setting, the sprays were done at 1 month intervals. It was found that the occurrence of fruit-splitting started at 3 months after fruit-setting, and there were 4 causes of fruit-splitting:

<sup>1</sup>Department of Plant Science, Faculty of Natural Resources, Prince of Songkla University, Hat Yai, Songkhla 90112 Thailand. <sup>2</sup>Information Technology Center, Department of Agriculture, Kasetklang, Chatuchak, Bangkok, 10900 Thailand.

<sup>1</sup>Ph.D.(Crop Physiology), รองศาสตราจารย์, ภาควิชาพืชศาสตร์ คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ อำเภอหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา 90112 <sup>2</sup>วท.ม.(พืชศาสตร์), นักวิชาการเกษตร ศูนย์สารสนเทศ กรมวิชาการเกษตร เกษตรกลาง จตุจักร กรุงเทพฯ 10900

Corresponding e-mail: sayan.s@psu.ac.th

รับต้นฉบับ 13 ธันวาคม 2547      รับลงพิมพ์ 16 กุมภาพันธ์ 2548

1. scab (28.33%), 2. sun scald (11.11%), 3. sun burn (7.78%) and 4. no primary peel damage (52.78%). Various patterns of fruit splitting were found: vertical, horizontal, oblique and informal shape. The treatments of calcium and boron sprays did not affect on fruit growth or fruit size compared with the control, but they significantly enhanced fruit firmness, total soluble solid (TSS) and total acidity (TA). The treatments of C, B, and C + B can reduce the percentages of fruit splitting to 5.56, 8.89 and 6.67%, respectively, and they were significantly different from that of the control (52.22%). It is suggested that calcium and boron sprays can alleviate fruit splitting in Shogun mandarin, and fruit quality is also enhanced.

**Key words :** fruit splitting, calcium, boron, Shogun mandarin

### บทคัดย่อ

สายพันธ์ สดุดี และ ระวี เจียรวิภา

การเกิดผลแตกของส้มโชกุน (*Citrus reticulata* Blanco cv. Shogun) ในภาคใต้ของประเทศไทย และการบรรเทาโดยการพ่นสารแคลเซียมและโบรอน

ว. สงขลานครินทร์ วทท. 2548 27(4) : 719-730

อาการผลแตกเป็นปัญหารุนแรงของส้มโชกุนในภาคใต้ของประเทศไทย เพื่อบรรเทาผลกระทบจึงได้ทำการศึกษาโดยวิธีพ่นสารแคลเซียมและโบรอน การทดลองได้ทำในสวนของเกษตรกรที่อำเภอสะเดา จังหวัดสงขลา ซึ่งมีการปลูกส้มอายุ 4 ปี โดยใช้ระยะปลูก 6 เมตร x 6 เมตร และมีระบบให้น้ำแบบสปริงเกลอร์ที่ใกล้ระดับ field capacity (FC) การทดลองมีการวางแผนแบบสุ่มตลอด ใช้ต้นส้มจำนวน 16 ต้น มี 4 วิธีทดลอง คือ 1) ควบคุม (พ่นน้ำ) 2) พ่นสารแคลเซียมคลอไรด์ 1% 3) พ่นสารโบริกแอซิด 0.8% และ 4) พ่นสารแคลเซียมคลอไรด์ 1% ร่วมกับสารโบริกแอซิด 0.8% ทำ 4 ซ้ำ (1 ต้น/1 ซ้ำ) การพ่นสารเริ่มเมื่อ 4 เดือนหลังติดผล และมีการพ่นสารทุกช่วง 1 เดือน พบว่าผลส้มโชกุนเริ่มแตกตั้งแต่ผลอายุ 3 เดือนหลังติดผล มีสาเหตุการแตก 4 สาเหตุ คือ 1. โรคน้ำแข็งที่ผิวผล (28.33%) 2. ต่างเหลืองเป็นวงที่ผิวผล (11.11%) 3. แดงเผาที่ผิวผล (7.78%) และ 4. แตกโดยไม่พบอาการที่ผิวเปลือก (52.78%) รูปแบบลักษณะอาการผลแตกที่พบแบ่งได้เป็น 4 ลักษณะ คือ แนวตั้ง แนวนอน แนวเฉียง และการแตกที่ไม่มีรูปแบบแน่นอน การพ่นสารแคลเซียมและโบรอนไม่ส่งผลกระทบต่ออาการเจริญเติบโตของผลและขนาดผลเมื่อเทียบกับการไม่พ่นสาร แต่ทำให้ผลส้มมีความแน่นเนื้อ ค่า TSS ค่า TA สูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ การพ่นสารแคลเซียมคลอไรด์ 1% โบริกแอซิด 0.8% และแคลเซียมคลอไรด์ 1% ร่วมกับโบริกแอซิด 0.8% ยังสามารถลดเปอร์เซ็นต์ผลแตกลงเหลือเพียง คือ 5.56, 8.89 และ 6.67% ตามลำดับ โดยแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกับการไม่พ่นสารซึ่งมีผลแตก 52.22% จึงแนะนำได้ว่าการพ่นแคลเซียมและโบรอนทางผลสามารถบรรเทาอาการผลแตกของส้มโชกุนและเพิ่มคุณภาพผลด้วย

กลุ่มส้มเปลือกกล่อน (mandarins หรือ tangerines) จัดเป็นไม้ผลที่ปลูกเป็นการค้าทั่วโลก มีปริมาณผลผลิตเพื่อบริโภคทั่วโลกในปี 2001/2002 ถึง 15,967,100 ตัน (FAO, 2002) สำหรับในประเทศไทยนั้น ส้มเปลือกกล่อนที่สำคัญคือ ส้มเขียวหวานและส้มโชกุน เป็นพันธุ์ที่ได้รับความนิยมบริโภคมากที่สุด ทำให้มีการขยายพื้นที่ปลูกภายในประเทศเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วทั่วทุกภาคของประเทศ โดยมีพื้นที่ปลูกรวมทั้งประเทศในปี 2544 ประมาณ

376,000 ไร่ (ศูนย์สารสนเทศการเกษตร, 2547) อย่างไรก็ตามอาการผลแตกซึ่งจัดเป็นอาการผิดปกติทางสรีรวิทยา (physiological disorders) อย่างหนึ่งของผลส้ม (Zou and Xu, 1995) ได้กลายเป็นปัญหาสำคัญจนทำให้เกิดความเสียหายทางเศรษฐกิจแก่เกษตรกรผู้ผลิตส้มในปัจจุบัน ทั้งนี้เพราะส้มในกลุ่มแมนดารินหรือส้มเปลือกกล่อน (*Citrus reticulata* Blanco) มักมีปัญหาลักษณะการแตกรุนแรงกว่าส้มพันธุ์อื่น ๆ เช่น กลุ่มส้มติดเปลือก (*C. sinensis* (L.) Osbeck)

กลุ่มส้มโอ (*C. maxima* (Burm.f.) Merr.) และกลุ่มมะนาว (*C. aurantifolia* (Christm.) Swingle) เป็นต้น (Davies and Albrigo, 1994) โดยเฉพาะส้มโชกุน (*C. reticulata* Blanco cv. Shogun) ที่มีลักษณะเปลือกบางจนมีผลแตก อยู่เสมอประมาณ 20-50% และในบางฤดูกาลอาจพบ อาการผลแตกได้มากถึง 80-100% (เปรมปรี, 2544) ลักษณะอาการผลแตกจะเกิดจากการขยายตัวของเนื้อผล และมีแรงดันภายในผลจนส่วนของเปลือกซึ่งมีความยืดหยุ่น น้อย ไม่สามารถต้านทานต่อแรงดันดังกล่าวจนทำให้เกิด อาการผลแตกขึ้น (Sekse, 1995a) นอกจากอาการผลแตกของส้มจะเกิดกับพันธุ์ที่มีเปลือกบางแล้ว (Gao *et al.*, 1994) ยังมีผลมาจากโครงสร้างของเปลือกที่ไม่แข็งแรง เพราะการขาดธาตุแคลเซียมที่เป็นองค์ประกอบของเพคติน (Bower *et al.*, 1994) ขณะเดียวกันสภาพอากาศรอบผล (microclimate conditions) เช่น อุณหภูมิและความชื้น รวมไปถึงปริมาณน้ำฝนจะมีความสัมพันธ์ต่อการแตกของ ผลด้วย (Peet, 1992) เช่นเดียวกับอาการต่างเหลืองเป็นวง (sun scald) ที่เป็นสาเหตุทำให้ผลแตก เพราะเกิด รอยแผลบริเวณผิวผลส้มจากการได้รับแสงแดดจัดในช่วง กลางวันขณะที่มีละอองน้ำเกาะอยู่ที่ผิวผล (รวี เสรรฐภักดี ติดต่อบริเวณ) ส่วนในสภาวะแล้งและต้นส้มมีความเครียด น้ำสูง การได้รับน้ำทันทีที่มีผลให้เกิดผลแตกได้เช่นกัน (Huang *et al.*, 2000) นอกจากนี้ Qian (1997) พบว่า อาการผลแตกของส้มมี 2 ลักษณะ คือ การแตกในแนวตั้ง และในแนวขวาง ซึ่งจะมีความแตกต่างกันในแต่ละระยะ พัฒนาการของผลทั้ง 3 ระยะ คือ ระยะหลังติดผล ระยะผลเริ่ม เปลี่ยนสี และระยะผลสุก (Chikaizumi *et al.*, 1984)

นอกจากนี้ ยังมีรายงานการเกิดรอยแตกตามส่วน ต่างๆ ของผล คือ ขั้วผล (stem-end) ด้านข้างผล (shoulder) (Ueta and Tanno, 2002) และก้นผล (stylar-end) (Garcia-Luis *et al.*, 1994) เป็นต้น สำหรับแนว ทางในการป้องกันผลแตกนั้น Christensen (1996) ได้ แนะนำว่าควรจัดการเพื่อเพิ่มความแข็งแรงให้กับผนังเซลล์ ของเปลือกผลและหลีกเลี่ยงหรือป้องกันการได้รับสภาพ แดดล้อมที่ให้มีผลต่อการแตกของผล เช่น การพ่นสารที่มี องค์ประกอบของธาตุแคลเซียม (Xu *et al.*, 1994) หรือ พ่นสารที่มีองค์ประกอบของธาตุโบรอน (Kumar *et al.*, 2001) ซึ่งสามารถลดอาการผลแตกได้ ขณะที่การควบคุม

ปริมาณน้ำและค่าความชื้นในดินให้มีความสม่ำเสมอจะเป็น อีกแนวทางหนึ่งซึ่งช่วยลดอาการผลแตกได้เช่นกัน (Sekse, 1995b) ดังนั้นเพื่อหาแนวทางบรรเทาการแตกของผลส้ม โชกุน จึงได้ทดลองใช้วิธีการพ่นสารแคลเซียมและโบรอนที่ ผล เพื่อลดความเสียหายของผลผลิตที่เกิดจากการแตกของ ผลส้มโชกุนที่ปลูกในสภาพอากาศร้อนชื้นและมีฝนตกชุก ของภาคใต้

### อุปกรณ์และวิธีการ

ทำการทดลองในสวนของเกษตรกรที่ อ.สะเดา จ.สงขลา ต้นส้มโชกุนในสวนดังกล่าวมีขนาดทรงพุ่ม สม่่าเสมอ ต้นส้มมีการขยายพันธุ์โดยการติดตาบนต้นต่อ ส้มพันธุ์ทรอยเยอร์ ช่วงที่ทำการทดลองต้นส้มมีอายุ 4 ปี ระยะปลูก 6 เมตร x 6 เมตร มีการควบคุมและกำจัดโรค พืช แมลงศัตรูพืช และวัชพืช รวมถึงให้ปุ๋ยตามระยะการ เจริญเติบโต และมีระบบให้น้ำแบบสปริงเกอร์ที่ใกล้ระดับ field capacity (FC) ต้นส้มโชกุนเริ่มออกดอกในช่วง เดือนมิถุนายนและเริ่มติดผลในช่วงเดือนกรกฎาคม 2546 สามารถเก็บเกี่ยวผลผลิตได้ในช่วงเดือนมีนาคม 2547 มีการวางแผนการทดลองแบบสุ่มตลอด (CRD) มี 4 วิธี ทดลองคือ 1) ควบคุม (พ่นน้ำ) 2) พ่นสารแคลเซียม คลอไรด์ 1% 3) พ่นสารโบริกแอซิด 0.8% และ 4) พ่น สารแคลเซียมคลอไรด์ 1% ร่วมกับสารโบริกแอซิด 0.8% สำหรับสารโบริกแอซิด 0.8% เตรียมมาจากสารโบริกแอซิด 17.5% การพ่นทำการพ่นทั่วทั้งผลจนชุ่มเดือนละ 1 ครั้ง ตั้งแต่ผลอายุ 4 เดือนหลังจากติดผล ใช้จำนวน 4 ครั้ง (1 ต้น/ซ้ำ) และวิธีทดลองละ 15 ผล/ต้น ประเมินการ ตอบสนองทางสรีรวิทยาของต้นส้มโชกุนในช่วงเวลา 11.00-13.00 น. ได้แก่ การวัดศักย์ของน้ำในใบ (leaf water potential) โดยใช้ Pressure chamber (PMS, U.S.A.) การวัดค่าชักนำปากใบ (stomatal conductance) โดยใช้ Porometer (AP4 : Delta-T, U.K.) วัดความเข้มแสง เนื้อทรงพุ่มโดยใช้ Light meter (Licor, U.S.A.) วัด ความชื้นในดินบริเวณทรงพุ่มที่ระดับความลึก 30 ซม. โดยใช้ Neutron probe บันทึกข้อมูลสภาพอากาศบริเวณ แปลงทดลองด้วย HoboTemp และจากสถานีอุตุนิยมวิทยา อ.สะเดา จ.สงขลา บันทึกการตอบสนองทางสรีรวิทยา

ของผล ได้แก่ การเจริญเติบโตของผล เบอร์เช็นต์ผลแตกสาเหตุของอาการผลแตก และลักษณะอาการผลแตกตั้งแต่เริ่มติดผลอายุ 1-9 เดือน โดยแบ่งช่วงการเจริญเติบโตของผล 3 ระยะ คือ ระยะที่ 1 (อายุ 1-3 เดือนหลังการติดผล) ระยะที่ 2 (อายุ 4-6 เดือนหลังการติดผล) และระยะที่ 3 (อายุ 7-9 เดือนหลังการติดผล) วิเคราะห์คุณภาพผลหลังการเก็บเกี่ยวที่อายุผล 9 เดือนหลังการติดผล

### ผลการทดลอง

#### 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 จากข้อมูลสภาวะอากาศ แสดงให้เห็นว่าตั้งแต่เดือนสิงหาคม 2546 มีฝนตกกระจายและเพิ่มขึ้นต่อเนื่องในเดือนกันยายน ตุลาคมและพฤศจิกายน เมื่อเข้าปี 2547 ฝนตกน้อยลงอย่างชัดเจนในเดือนมกราคมและกุมภาพันธ์ (Figure 1) ผลมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องทุกเดือนและมีขนาดผลใกล้เคียงกันจนไม่มีความแตกต่างกันในแต่ละวิธีทดลอง (Figure 2) ความเข้มข้นของบริเวณแปลงทดลองโดยเฉลี่ย คือ 1,900 ไมโครโมล/ตร.เมตร/วินาที (Figure 3a) ค่าศักย์ของน้ำในใบมีค่าเฉลี่ยต่ำสุดในเดือนพฤศจิกายน คือ -2.88 MPa (Figure 3b) เช่นเดียวกับค่าศักย์น้ำปากใบที่มีค่าเฉลี่ยต่ำสุดในเดือนพฤศจิกายน คือ 0.09 ซม./วินาที (Figure 3c) ส่วนค่าเฉลี่ยความชื้นในดินที่ระดับความลึกจากผิวดิน 30 ซม. ตั้งแต่เดือนตุลาคมถึงกุมภาพันธ์ อยู่ในช่วง 18-20% ทั้งนี้เพราะมีการให้น้ำสม่ำเสมอในช่วงฝนทิ้งช่วง (Figure 3d)

#### เปอร์เซ็นต์และลักษณะการแตกของผลส้มโชกุน

จากการบันทึกจำนวนผลแตกของส้มโชกุน พบว่าไม่มีอาการผลแตกในช่วงเดือนกรกฎาคมถึงสิงหาคม แต่เริ่มพบอาการผลแตกตั้งแต่เดือนกันยายนถึงมีนาคม หรือผลอายุ 3-9 เดือนหลังการติดผล โดยพบมากที่สุดในช่วงเดือนพฤศจิกายน ซึ่งมีฝนตกชุก คือ 58.33% และมี

แนวโน้มลดลงจนถึงเดือนมีนาคม (Figure 4) จากการทดลองครั้งนี้ พบสาเหตุการแตกของผล 4 สาเหตุ คือ 1) อาการผลแตกจากโรคสแค็บ (scab) 28.33% 2) อาการต่างเหลืองเป็นวง (sun scald) 11.11% 3) อาการแดดเผา (sun burn) 7.78% และ 4) ผลแตกโดยไม่พบอาการที่ผิวเปลือก มากที่สุดถึง 52.78% (Figure 5) โดยอาการผลแตกจากโรคสแค็บ พบมากที่สุดในเดือนตุลาคมคือ 50% และมีแนวโน้มลดลงจนถึงเดือนมีนาคม ส่วนอาการแดดเผา เริ่มพบตั้งแต่เดือนธันวาคมคือ 22.58% จากนั้นมีแนวโน้มลดลงจนถึงเดือนมีนาคม ขณะเดียวกันอาการต่างเหลืองเป็นวง พบในปริมาณที่ใกล้เคียงกันตั้งแต่เดือนตุลาคมคือ 12.50% จนถึงเดือนมีนาคมคือ 13.79% ขณะที่อาการผลแตกที่ไม่พบอาการที่ผิวเปลือกนั้นพบได้ตั้งแต่เดือนตุลาคมและมีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้นเป็น 75.0% ในเดือนกุมภาพันธ์ (Figure 6) นอกจากนี้สามารถแบ่งลักษณะอาการผลแตกของผลเป็น 4 ลักษณะใหญ่ๆ คือ การแตกในแนวตั้ง แนวนอน แนวเฉียง และการแตกที่ไม่มีรูปแบบแน่นอน ซึ่งในแต่ละแนวสามารถแตกได้ทั้งบริเวณขั้วผล กลางผล และก้นผล และการแตกรูปแบบต่างๆ เหล่านี้จะพบวาระยะที่ 1 ของการพัฒนาของผล มีการแตกแบบแนวตั้งและแนวเฉียงพบมากเฉลี่ยประมาณ 50% ในระยะที่ 2 มีการแตกแนวนอนมากที่สุด รองลงมาคือ แนวเฉียงและแนวตั้ง ส่วนการแตกแบบไม่มีรูปแบบแน่นอนมีน้อยมากอย่างมีนัยสำคัญ ส่วนระยะสุดท้ายก่อนเก็บเกี่ยวมีการแตกแบบแนวตั้งและแนวนอนมากที่สุดเฉลี่ยประมาณ 40% ส่วนแตกแนวเฉียงพบน้อยลงอย่างมีนัยสำคัญ และการแตกแบบไม่มีรูปแบบแน่นอนน้อยที่สุด (Figure 7)

#### การพันสารแคลเซียมคลอไรด์และโบริกแอซิดต่อคุณภาพผลส้มโชกุน

จากการพันสารแคลเซียมคลอไรด์ 1% โบริกแอซิด 0.8% และแคลเซียมคลอไรด์ 1% ร่วมกับโบริกแอซิด 0.8% ทำให้ผลส้มมีความแน่นเนื้อ ค่า TSS และค่า TA สูงกว่าผลปกติและแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ส่วนเปอร์เซ็นต์น้ำในเปลือกนั้น พบว่าผลปกติมีค่าสูงที่สุด และแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญกับวิธีการพันสาร และที่แสดงผลเด่นชัดคือ การพันสารในทุกวิธีทดลองทำให้

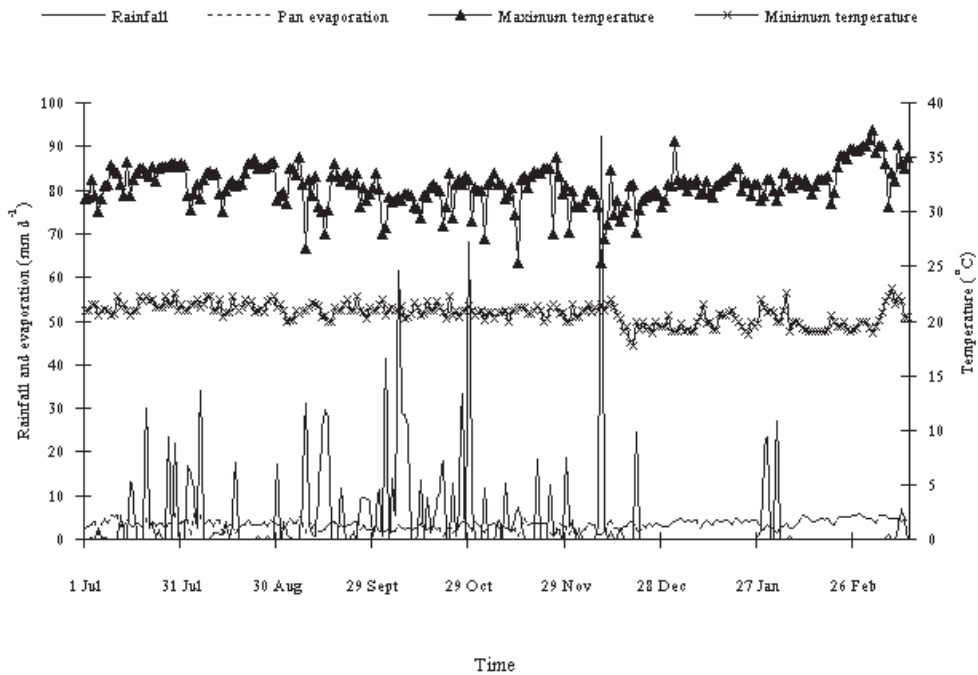


Figure 1. Weather conditions (daily rainfall and pan evaporation, maximum temperature and minimum temperature) during July 2003 - March 2004.

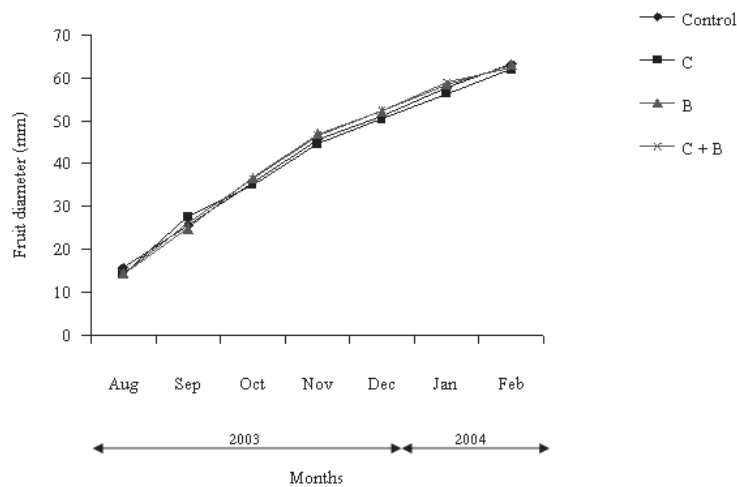


Figure 2. Change of fruit diameter in the four treatments (Control, C, B and C + B) during August 2003 - February 2004.

อาการเปลือกแตกของผลส้มโชกุนลดลงมากแตกต่างจากวิธีทดลองที่ควบคุม (52.22%) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ขณะที่ในวิธีทดลอง C, B และ C+B มีการแตกของผล

เพียง 5.66%, 8.89% และ 6.67% ตามลำดับ ซึ่งไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (Table 1)

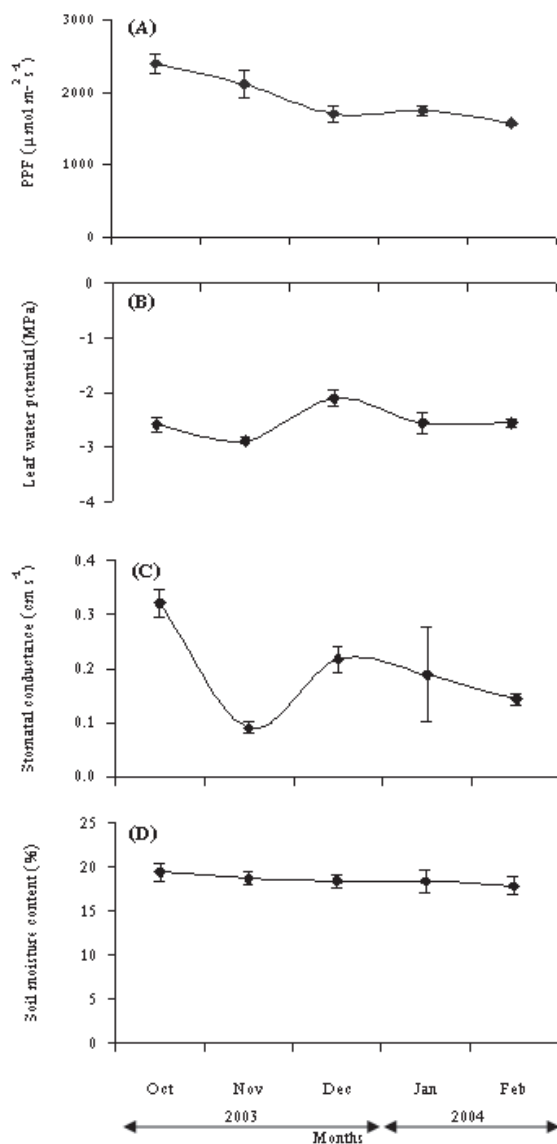


Figure 3. Values of photosynthetic photon flux (PPF) above the canopy (A), leaf water potential (B) and stomatal conductance of the citrus trees (C) and soil moisture content in the experimental plot (D) during October 2003 - February 2004. Vertical bars indicate standard deviation.

วิจารณ์ผลการทดลอง

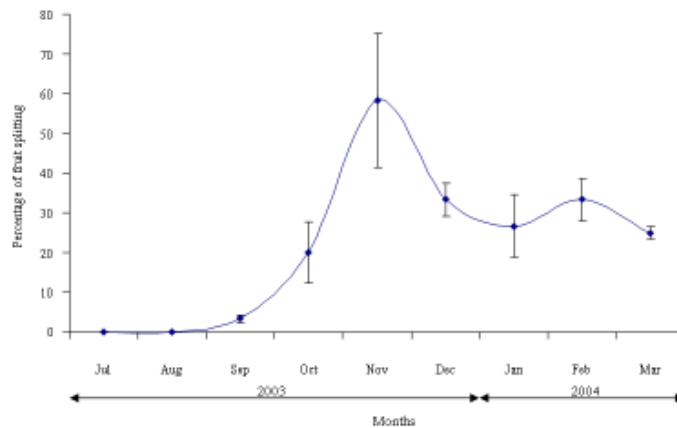
จากผลการทดลองสามารถสังเกตได้ว่าการเปลี่ยนแปลงของสภาพอากาศในแปลงทดลองตั้งแต่ช่วงเดือนกรกฎาคมถึงมีนาคม (Figure 1) ไม่มีผลทำให้เกิดความ

แตกต่างของการเจริญเติบโตของผลส้มโชกุน (Figure 2) ทั้งนี้เป็นเพราะมีระบบการให้น้ำสม่ำเสมอในช่วงที่ฝนทิ้งช่วง แสดงว่าพืชไม่ได้รับสภาวะเครียดรุนแรง เพราะถ้าหากต้นส้มได้รับสภาพเครียดน้ำรุนแรง จะส่งผลกระทบต่อ การเจริญเติบโตของผลได้ (Huang *et al.*, 2000) อย่างไร

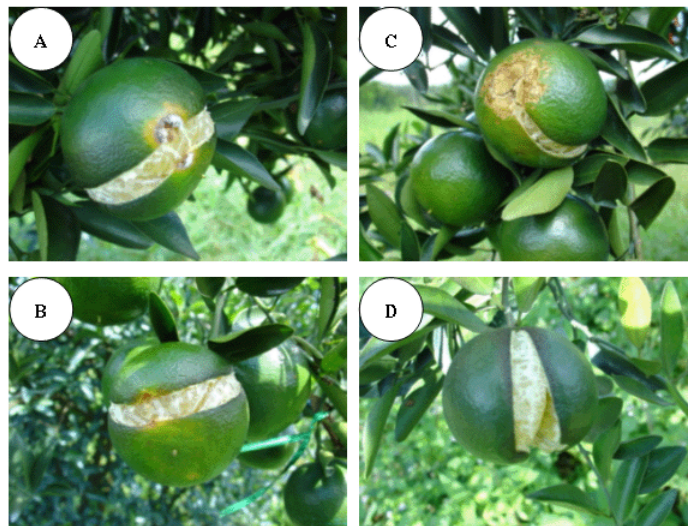
**Table 1.** Effect of the treatments of fruit sprays on fruit quality and percentage of fruit splitting.

| Treatment | Fruit firmness (N) | TSS (°Brix) | TA (%) | Water content (%) | Fruit splitting (%) |
|-----------|--------------------|-------------|--------|-------------------|---------------------|
| Control   | 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    | *                  | *           | *      | *                 | *                   |

Means followed by different letters within the same column are significantly different by LSD (P<0.05).



**Figure 4.** Percentage of fruit splitting in the control treatment during July 2003 - March 2004. Vertical bars indicate standard deviation.



**Figure 5.** Incidence of fruit splitting in Shogun mandarin caused by scab (28.33%) (A) sun scald (11.11%) (B) sun burn (7.78%) (C) and no primary peel damage (52.78%) (D).

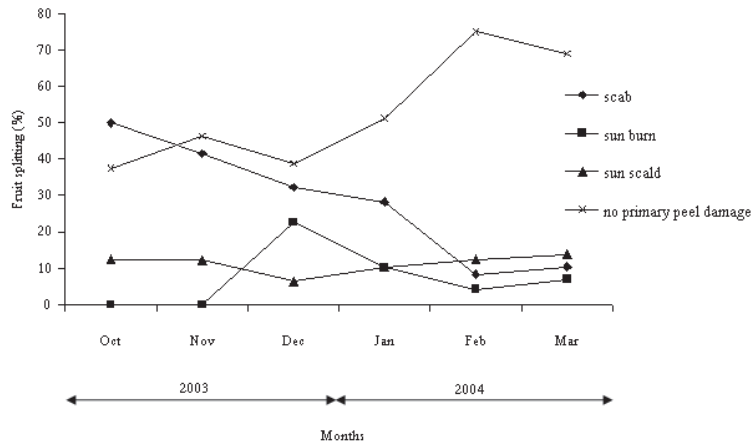


Figure 6. Average values of the percentage of fruit splitting from scab, sun burn, sun scald and no primary peel damage during October 2003 - March 2004.

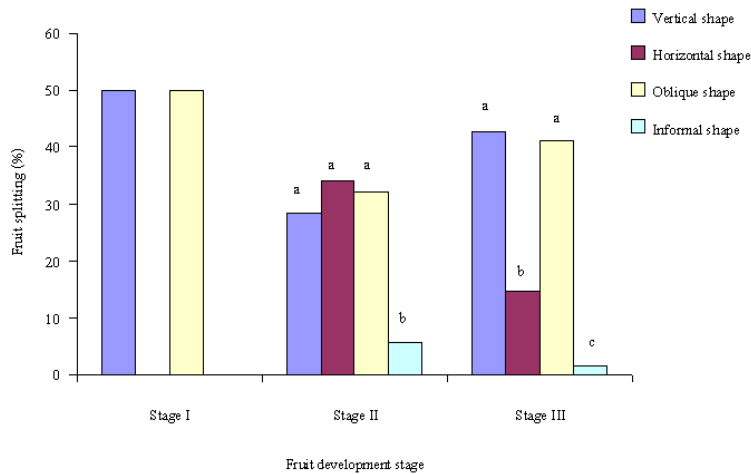


Figure 7. Percentage of fruit-splitting patterns occurred in 3 stages of fruit development. Columns with the same letter on each stage are not significantly different by LSD ( $P \leq 0.05$ ).

ก็ตามเมื่อมีปริมาณน้ำฝนมากจะมีแนวโน้มการแตกของผลมากขึ้น ขณะเดียวกันเมื่อมีปริมาณน้ำฝนลดน้อยลงจำนวนผลแตกจะลดลงตามไปด้วยเช่นกัน (Figure 4) ทั้งนี้เพราะในสภาพฝนตกจะทำให้ผลมีการดูดซึมน้ำเข้าสู่ผลทั้งทางรากและผิวผลอย่างรวดเร็วจนมีปริมาตรและมีแรงดันเต่งภายในผล (fruit turgidity) มาก ขณะที่ส่วนของเปลือกซึ่งมีความยืดหยุ่น (elasticity) ได้น้อยจึงไม่สามารถต้านต่อแรงดังกล่าว จนทำให้เกิดผลแตกมากขึ้นในช่วงที่มีฝนตก (Christensen, 1996) อย่างไรก็ตาม

สามารถพบอาการผลแตกในระยะที่ 1 ได้ตั้งแต่อายุ 3 เดือน ซึ่งยังเป็นระยะแบ่งตัวของเซลล์ และมีเปลือกหนาต่างจากรยะที่ 2 ที่มีการสร้างส่วนของ juice sacs ทำให้มีการขยายตัว มีการเจริญเติบโตของผลรวดเร็ว และมีเปลือกบางลง (Spiegel-Roy and Goldschmidt, 1996) จึงส่งผลให้มีเปอร์เซ็นต์ผลแตกมากในระยะที่ 2 และระยะที่ 3

นอกจากนี้ สภาพอากาศยังมีผลต่อสาเหตุการแตกของผลทั้ง 4 สาเหตุด้วย (Figure 5) โดยพบอาการผล



แตกที่เกิดจากโรคสแค็บ ในช่วงเดือนตุลาคมและลดลงจนถึงเดือนมีนาคม ทั้งนี้เพราะช่วงเวลาดังกล่าวมีปริมาณฝนตกชุกในเดือนตุลาคมสูงถึง 424.90 มม. และลดลงเป็น 14.60 มม. ในเดือนมีนาคม ซึ่งโรคนี้มักระบาดรุนแรงในช่วงฤดูฝนและมีอากาศร้อนจัดในเวลากลางวัน ทำให้เชื้อ *Sphaceloma fawcettii* Jenkins เข้าทำลายบริเวณเซลล์เนื้อเยื่อชั้นผิว และกระตุ้นให้เกิดการแบ่งเซลล์ผิดปกติอย่างรวดเร็ว (hyperplastic tissue) จนทำให้เนื้อเยื่อมีลักษณะนูนขึ้นคล้ายหูด (wart-like outgrowth) และเป็นแผล (กรรณิการ์, 2547) เมื่อผลขยายตัวจึงส่งผลให้เกิดการแตกของผลบริเวณรอยแผลดังกล่าว ขณะที่อาการแตกแผลเริ่มพบตั้งแต่ในช่วงเดือนธันวาคม ทั้งนี้พบว่ามักเกิดกับผลบริเวณชายพุ่มที่ได้รับแสงแดดที่มีความเข้มสูงติดต่อกันเป็นเวลานานจนเกิดรอยแผลไหม้รุนแรง (Arndt, 1992) สีผลจึงเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาล และเกิดการยุบตัวของผนังเซลล์จนมีรูพรุนบิดเบี้ยวผิดปกติจากเดิม เนื่องจากเซลล์ที่ผิวผลถูกทำลายและแห้งตายไป เมื่อผลขยายตัวจึงทำให้บริเวณแผลเกิดรอยปริและแตกขึ้น ส่วนอาการต่างเหลือเป็นวง ผิวผลมีลักษณะเป็นจุดแผลสีเหลืองในช่วงแรก หลังจาก 1-2 สัปดาห์ จุดแผลจะเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาลและมีรอยยุบตัวของผิว จากนั้นจะเกิดรอยปริที่ผิวและแตกในเวลาต่อมา โดยมักพบบริเวณผิวผลด้านที่ได้รับแสงแดด ซึ่ง รวี (ติดต่อบริเวณผิว) ได้อธิบายว่า ลักษณะอาการนี้เกิดจากการมีหยดน้ำหรือละอองน้ำบริเวณผิวผลที่ได้รับแสงแดดจัดจนเกิดรอยไหม้เป็นจุด เพราะต่อมน้ำมัน (oil gland) บริเวณผิวผลส้มโชกุนมีจุดเดือดต่ำเพียง 70°C จึงทำให้เกิดเป็นรอยจุดแผลไหม้ได้มากกว่าส้มพันธุ์อื่นๆ เช่นเดียวกับอาการ oleocellosis (Knight *et al.*, 2002) อาการ sun scald (Josan *et al.*, 1995) อาการ rind-oil spot (Chikaizumi, 2000) และอาการ rindstain (Maia *et al.*, 2004) ที่ถูกพบว่าเกิดจากการได้รับแสงเป็นเวลานาน จนทำให้ต่อมน้ำมันบริเวณเซลล์เนื้อเยื่อชั้นผิวและพาเรโนไคมาเกิดการยุบตัวของส่วน flavedo หรือเปลือกส้มชั้นนอกจนเกิดเป็นรอยแตกและทำให้เกิดอาการผลแตกเมื่อได้รับน้ำ ส่วนอาการผลแตกที่ไม่พบอาการที่ผิวเปลือกนั้นมีเปอร์เซ็นต์ผลแตกสูงกว่าสาเหตุอื่นๆ ทั้งนี้จะเป็นผลจากแรงดันเต่งภายในผลช่วงที่ได้รับน้ำมาก และยังพบว่า มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นในช่วงที่ต้นส้มได้รับน้ำฝนในปริมาณมาก

สลับกับมีแสงแดดจัดและอากาศร้อนจัดในเวลากลางวัน สอดคล้องกับปริมาณการระเหยน้ำที่มีค่าน้อยที่สุดในเดือนตุลาคม คือ 76.82 มม. และมีค่าการระเหยน้ำสูงขึ้นและมากที่สุดในเดือนกุมภาพันธ์ คือ 121.94 มม. ขณะที่อุณหภูมิเฉลี่ยสูงสุดมีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้นจนถึง 34.89°C ในเดือนมีนาคม ทำให้ผลคายน้ำมากและเซลล์เสื่อมสภาพได้ง่าย (Medeira *et al.*, 1999) ซึ่งอุณหภูมิเฉลี่ยสูงสุดที่เพิ่มสูงขึ้นมากกว่า 30°C จัดเป็นระดับที่สามารถทำลายผลได้ (Arndt, 1992) เพราะอุณหภูมิของผลจะเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วและลดลงช้ากว่าอุณหภูมิของสภาพอากาศ (Parchomchuk and Meheriuk, 1996)

สภาพดังกล่าวศักยภาพของน้ำในผลจะต่ำ น้ำจะไหลเข้าสู่ผลอย่างรวดเร็วและเกิดแรงดันภายในผลสูง ซึ่งมักเป็นสาเหตุการแตกของผลอย่างหนึ่ง (Milad and Shackel, 1992; Peet, 1992; Peet and Willits, 1995) นอกจากนี้ อาจเกิดจากการแตกจากส่วนของเปลือก เช่น บริเวณ fruit stomata (Yamaguchi *et al.*, 2003) ช่องเปิดของสะดือ (navel) และรอยต่อของขั้วกับก้านผล (Garcia-Luis *et al.*, 1994; Garcia-Luis *et al.*, 2001) หรือแรงดันจากการขยายตัวของเนื้อผล (Opara, 1996a) เป็นต้น จึงน่าจะเป็นสาเหตุหนึ่งที่ไม่สามารถสังเกตอาการผลแตกได้โดยตรง หรือเรียกว่า cuticle microcracks (Webster and Cline, 1994) หรือ cuticular fracture (Sekse, 1995b) ที่มักทำให้เกิดผลแตกในระยะต่อมา (Figure 6) ขณะที่การแตกของผลที่พบในการทดลองนี้เกิดขึ้นได้ 4 รูปแบบ คือ แตกในแนวตั้ง แนวนอนแนวเฉียง และไม่มีรูปแบบแน่นอนหรือหลายทิศทาง (Figure 7) โดยการแตกในแนวตั้งและแนวเฉียงพบได้มากที่สุดในทุกระยะการเจริญเติบโตของผล แต่ในแนวนอนและหลายทิศทางพบได้ตั้งแต่ในระยะที่ 2 และ 3 จึงแสดงให้เห็นว่าระยะพัฒนามีผลต่อรูปแบบการแตกของผล เพราะการแตกในแนวตั้งและแนวเฉียงสามารถเกิดขึ้นเมื่อผลมีการขยายตัวในทุกระยะการเติบโต เนื่องจากบริเวณขั้วและก้านผลมักมีความต่างศักย์ของน้ำต่ำ (Milad and Shackel, 1992) มีส่วนของเปลือกบาง (Chikaizumi *et al.*, 1984) และมีช่องที่เกิดจากรอยต่อของก้านกับขั้วผล รวมถึงการมีช่องเปิดของสะดือ (Garcia-Luis *et al.*, 1994; Garcia-Luis *et al.*, 2001) จึงทำให้ผลแตกในแนวตั้งกล่าวได้ง่าย ส่วนบริเวณกลางผล

จะมีเปลือกหนา การแตกในแวนอนจึงมักเกิดในระยะที่ผลเริ่มเปลี่ยนสีผลและระยะผลสุก (Qian, 1997) ขณะที่การแตกหลายทิศทางน่าจะเกิดจากการขยายตัวของเปลือกตามแรงดันของไซเล็ม โพลีเอมรอปผล (Josan *et al.*, 1995) และตามการเปลี่ยนแปลงรูปทรงของผล (Goa, 1995; Opara and Tadesse, 2000) ส่วนตำแหน่งการแตกบริเวณผลน่าจะขึ้นอยู่กับรอยแผลหรือช่องเปิดของเปลือก (skin fracture) และทิศทางการขยายตัวจากภายในเนื้อผล (flesh fracture) ในช่วงการเจริญเติบโตของผล (Opara, 1996a; Opara, 1996b)

นอกจากนี้การพ่นสารแคลเซียมคลอไรด์และโบริกแอซิดสามารถช่วยเพิ่มคุณภาพผลส้มได้ดีกว่าการไม่พ่นสาร โดยทำให้มีเปอร์เซ็นต์ผลแตกลดลง (Table 1) ทั้งนี้ น่าจะเป็นผลจากสารแคลเซียมคลอไรด์และโบริกแอซิดซึ่งเป็นสารที่มีคุณสมบัติเสริมสร้างความแข็งแรงของผนังเซลล์ ทำให้มีความแน่นเนื้อและเพิ่มค่า TSS และ TA ของผลให้สูงขึ้นด้วย (Raese and Drake, 2002) เช่นเดียวกับ Gao (1995) ที่พบว่าเมื่อเปลือกผลมีความแน่นเนื้อสูงจะช่วยลดอาการผลแตกได้ เพราะในเปลือกมีสารเพคตินที่ไม่ละลายน้ำ (insoluble pectin) สูง ซึ่งช่วยเสริมสร้างความแข็งแรงให้กับผิวผลได้ และหากมีปริมาณธาตุแคลเซียมในเปลือกต่ำจะมีเปอร์เซ็นต์การแตกของผลมากขึ้น (Opara and Tadesse, 2000) และยังช่วยลดการซึมผ่านของน้ำทางผิวผลได้ เพราะสารละลายซึ่งมีความเข้มข้นสูงเกาะอยู่รอบผลจะช่วยปรับค่าความเข้มข้นของสารละลายภายในและภายนอกผลให้ใกล้เคียงกัน จึงเป็นการชะลอการดูดซึมน้ำเข้าสู่ผลระหว่างที่มีฝนตกได้ (Lang *et al.*, 1997) ดังนั้นประเด็นการศึกษาถึงการซึมผ่านของสารละลายธาตุแคลเซียมและโบรอนทางผิวผล น่าจะมีการค้นคว้าวิจัยต่อไป เพื่อให้เข้าใจถึงบทบาทของธาตุทั้งสองที่มีต่อลักษณะกายภาพของเปลือกส้ม เนื่องจากเป็นสารที่เคลื่อนที่ได้ช้าและมักมีปริมาณไม่เพียงพอต่อความต้องการในการพัฒนาผลเมื่อเข้าสู่ระยะที่ 2-3 (Storey and Treeby, 2002) ขณะเดียวกันสารทั้ง 2 ยังช่วยเสริมสร้างความแข็งแรงของผนังเซลล์ได้ดีขึ้นด้วย (Peryea *et al.*, 2003; Teasdale and Richards, 1990)

## สรุป

ในสภาพภูมิอากาศของภาคใต้ที่มีฝนตกชุก ถ้าสภาวะอากาศมีอุณหภูมิสูงและความเข้มแสงสูงในช่วงการเจริญเติบโตของผลตั้งแต่อายุ 3 เดือนเป็นต้นไป มีผลทำให้เกิดอาการผลแตกของส้มโชกุนรุนแรงได้ ดังนั้นการให้ธาตุแคลเซียมและโบรอนทางผล สามารถช่วยบรรเทาอาการผลแตกได้ และยังช่วยเพิ่มคุณภาพของผลด้วย ดังนั้นจึงควรมีการศึกษาการจัดการให้ธาตุแคลเซียมและโบรอนให้เหมาะสมกับความต้องการในแต่ละระยะการเจริญเติบโตของผล ซึ่งจะช่วยลดอาการผลแตกของส้มโชกุนได้อย่างมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

## กิตติกรรมประกาศ

โครงการวิจัยนี้ได้รับทุนสนับสนุนการวิจัยจากเงินรายได้มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ ประจำปี 2546

## เอกสารอ้างอิง

- กรณีการ์ เพียนภักตร์. 2547. เอกสารวิชาการ: *Sphaceloma* spp. สาเหตุโรคสแคปของพืชต่างๆ ในประเทศไทย. กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ.
- เปรมปรี ฌ สงขลา. 2544. คู่มือการทำสวนส้มอย่างมืออาชีพ. กรุงเทพฯ: หจก.มิตรเกษตรการตลาดและโฆษณา.
- ศูนย์สารสนเทศการเกษตร. 2547. สถิติการปลูกไม้ผลยืนต้นปี 2544. กรมส่งเสริมการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ.
- Arndt, H. 1992. Apple shading to reduce heat damage. Tree Fruit Leader, V. 1, Ministry of Agriculture, Food & Fisheries, Government of British Columbia, Canada.
- Bower, J.P., Gilfillan, I.M. and Skinner, H. 1994. Fruit splitting in Valencia and its relationship to the pectin status of the rind. In: 7<sup>th</sup> Int. Cit. Con., pp. 511-514, 8-13 March 1992, Acireale, Italy.
- Chikaizumi, S. 2000. Mechanisms of rind-oil spot development in 'Encore' (*Citrus nobilis* Lour. X *C. deliciosa* Ten.) fruit. J. Japan. Soc. Hort. Sci. 69: 149-155.

- Chikaizumi, S., Matsumoto, K., Amano, S., Akiyoshi, H. and Watanabe, J. 1984. Studies on splitting of navel orange (*Citrus sinensis* Osbeck var. *Brasiliensis* Tanaka) fruit. (1) Symptoms and incidence of splitting in relation to the developmental stage of the fruit. *Memoirs of the College of Agriculture, Ehime University* 29: 197-205.
- Christensen, J.V. 1996. Rain-induced cracking of sweet cherries: Its causes and prevention. **In:** *Cherries : Crop Physiology, Production and Uses* (eds. A.D. Webster and N.E. Looney), pp. 297-327. Cambridge: UK University Press.
- Davies, F.S. and Albrigo, L.G. 1994. *Citrus*. CAB International, UK.
- FAO. 2002. *Citrus Fruit Fresh and Processed Annual Statistics 2002*. CCP:CI/ST/2002. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome, Italy.
- Gao, Z. 1995. Studies on correlations of tomato firmness and crack with other characters. *Acta Hort.* 402: 380-387.
- Gao, F.F., Huang, H.B. and Xu, J.K. 1994. An investigation of the cause of fruit cracking in Hongjiang orange. *J. South China Agri. Univ.* 15: 34-39.
- Garcia-Luis, A., Duarte, A.M.M., Porrás, I., Garcia-Lidon, A. and Guardiola, J.L. 1994. Fruit splitting in 'Nova' hybrid mandarin in relation to the anatomy of the fruit and fruit set treatment. *Scientia Hort.* 57: 215-231.
- Garcia-Luis, A., Duarte, A.M.M., Kanduser, M. and Guardiola, J.L. 2001. The anatomy of the fruit in relation to the propensity of citrus species to split. *Scientia Hort.* 87: 33-52.
- Huang, X.M., Huang, H.B. and Gao, F.F. 2000. The growth potential generated in citrus fruit under water stress and its relevant mechanisms. *Scientia Hort.* 83: 227-240.
- Josan, J.S., Sandhu, A.S. and Kaur, J. 1995. Pericarp anatomy in relation to fruit cracking in lemon (*Citrus limon*). *Indian J. Agri. Sci.* 65: 410-413.
- Knight, T.G., Klieber, A. and Sedgley, M. 2002. Structural basis of the rind disorder oleocellosis in Washington navel orange (*Citrus sinensis* L. Osbeck). *Ann. Bot.* 90: 765-773.
- Kumar, A, Singh, C. Ral, M. and Ranjan, R. 2001. Effect of irrigation, calcium and boron on fruit cracking in litchi 'cv. Shahi'. *Ori. J. Hort.* 29: 55-57.
- Lang, G., Flore, J., Southwick, S., Azarenko, A., Facticeau, T. and Kappel, F. 1997. Overtree sprinkler calcium shows widespread potential to reduce cherry rain-cracking. *Good Fruit Grower* 48: 27-30.
- Maia, M.I., Medeira, M.C., Pinto, M.J. and Duarte, A.M. 2004. Pre-harvest rindstain of 'Encore' mandarin: initial histological signs of epicarp disturbance and extent of the disorder. *Scientia Hort.* 99: 143-152.
- Medeira, M.C., Maia, M.I. and Vitor, R.F. 1999. The first stages of pre-harvest 'peel pitting' development in 'Encore' mandarin: An histological and ultrastructural study. *Ann. Bot.* 83: 667-673.
- Milad, R.E. and Shackel, K.E. 1992. Water relation of fruit end cracking in french prune (*Prunus domestica* L. cv. French). *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 117: 824-828.
- Opara, L.U. 1996a. Stem-end splitting in apples. *Tree Fruit Postharvest Journal* 7: 12-16.
- Opara, L.U. 1996b. What is stem-end splitting in apples? *Good Fruit Grower* 47: 57-59.
- Opara, L.U. and Tadesse, T. 2000. Fruit growth and mineral element accumulation in Pacific Rose™ apple in relation to orchard management factors and calyx-end splitting. *J. Plant Ntr.* 23: 1079-1093.
- Parchomchuk, P. and Meheriuk, M. 1996. Orchard cooling with pulsed overtree irrigation to prevent solar injury and improve fruit quality of 'Jonagold' apples. *HortScience* 31: 802-804.
- Peet, M.M. 1992. Fruit cracking in tomato. *HortTech.* 2: 216-223.
- Peet, M.M. and Willits, D.H. 1995. Role of excess water in tomato fruit cracking. *HortScience* 30: 65-68.
- Peryea, F.J., Neilsen, D. and Neilsen, G. 2003. Boron maintenances sprays for apple: Early-season applications and tank-mixing with calcium chloride. *HortScience* 38: 542-546.
- Qian, K.S. 1997. Reasons of fruit cracking in Navel oranges and its control. *South China Fruits.* 26: 12.
- Raese, J.T. and Drake, S.R. 2002. Calcium spray materials and fruit calcium concentrations

- influence apple quality. J. Amer. Pomo. Soc. 56: 136-143.
- Sekse, L. 1995a. Fruit cracking in sweet cherries (*Prunus avium* L.): Some physiological aspects-a mini review. Scientia Hort. 63: 135-141.
- Sekse, L. 1995b. Cuticular fracturing in fruits of sweet cherry (*Prunus avium* L.) resulting from changing soil water contents. J. Hort. Sci. 70: 631-635.
- Spiegel-Roy, P. and Goldschmidt, E.E. 1996. Biology of Citrus. Cambridge University Press, London.
- Storey, R. and Treeby, M.T. 2002. Nutrient uptake into navel oranges during fruit development. J. Hort. Sci. Biotechnol. 77: 91-99.
- Teasdale, R.D. and Richards, D.K. 1990. Boron deficiency in cultured pine cells. Plant Physiol. 93: 1071-1077.
- Ueta, J. and Tanno, S. 2002. Splitting and cracking in 'Sensyu' apples. I: Observations of splitting and cracking. Bull. Akita Fruit Tree Exp. Sta. 28: 1-10.
- Webster, T. and Cline, J. 1994. All about cherry cracking. Tree Fruit Leader, V. 3, Ministry of Agriculture, Food & Fisheries, Government of British Columbia, Canada.
- Xu, J.K., Chen, J.Z., Zou, H.Q., Ye, T.H. and Li, F.C. 1994. Studies on the relation between calcium and fruit-cracking in 'Hong Jiang' sweet orange. J. South China Agri. Univ. 15: 77-81.
- Yamaguchi, M., Haji, T. and Yaegaki, H. 2003. Relationship between fruit cracking and varietal differences of exocarp cell length and stomatal density of nectarine cultivars. Bull. Natl. Inst. Fruit Tree Sci. 2: 77-84.
- Zou, H.Q. and Xu, J.K. 1995. Studies on the relation between peel anatomical structure and fruit-cracking in 'Hongjiang' sweet orange. J. South China Agri. Univ. 16: 90-96.