

ผลของการกักน้ำต่อการเปลี่ยนแปลงปริมาณ คาร์โบไฮเดรต ในโตรเจน ในใบและกิ่งยอดของส้มเขียวหวาน

Effect of Waterstress on Total Nonstructural Carbohydrates, Total
Nitrogen Contents in Leaves and Stem Apexes of Tangerine
(*Citrus reticulata* Blanco cv. Khiew-Waan)

พรพันธ์ กิตินันท์ประกร และ สุรนนต์ สุภัทรพันธุ์¹

Pornpun Kitinunprakorn and Suranant Subhadrabandhu

ABSTRACT

The effect of waterstress on total nonstructural carbohydrates, total nitrogen contents in leaves and stem apexes of tangerine (*Citrus reticulata* Blanco cv. Khiew-Waan) was studied at Tumbol Bung Ba, Nong Sua, Patum-Thani Province and at the Physiological laboratory, Horticulture Department, Faculty of Agriculture, Kasetsart University, during January 1985 to August 1986. The results showed that the plants under the waterstress conditions tended to contain higher total nonstructural carbohydrate contents in leaves and stem apexes than those under the normal irrigation conditions. During the periods of waterstress, total nonstructural carbohydrate contents in leaves and stem apexes was found to increase and the content was decreased after renewal of irrigation. The lowest content of total nonstructural carbohydrate was found during the flushing period of the plants. Total nitrogen contents in leaves and stem apexes under the waterstress conditions tended to be lower than that under the normal irrigation conditions. At all growing conditions the total nitrogen content in leaves was higher than that in the stem apexes.

บทคัดย่อ

การศึกษาผลของการกักน้ำต่อการเปลี่ยนแปลงปริมาณคาร์โบไฮเดรต ในโตรเจนในใบและกิ่งยอดของส้มเขียวหวาน (*Citrus reticulata* Blanco cv. Khiew-Waan) ในทุกสัปดาห์หลังจากเริ่มการทดลองจนถึงระยะที่ต้นส้มแตกยอดใหม่ที่สวนส้ม ตำบลวังน้ำ อำเภอนองสือ จังหวัดปทุมธานี ระหว่างเดือนมกราคม 2528 ถึง เดือนสิงหาคม 2529 พบว่าการกักน้ำทำให้ปริมาณ คาร์โบไฮเดรต ในใบและกิ่งยอดมีแนวโน้มสูงกว่าต้นที่อยู่ในสภาพไม่กักน้ำ และในช่วงที่มีการกักน้ำพบว่า คาร์โบไฮเดรตในใบและกิ่งยอดมีปริมาณเพิ่มขึ้น และหลังจากให้น้ำปริมาณคาร์โบไฮเดรตจะลดลงและต่ำสุดในช่วงที่มีการแตกยอดใหม่ สำหรับปริมาณ

ในโตรเจน ในใบและกิ่งยอดของต้นที่อยู่ในสภาพที่กักน้ำมีค่าต่ำกว่าต้นในสภาพที่ไม่กักน้ำ ตั้งแต่เริ่มการทดลองจนถึงระยะแตกยอดใหม่ และปริมาณไนโตรเจนในใบจะสูงกว่าในกิ่งยอดทั้งในสภาพที่กักน้ำและไม่กักน้ำ

คำนำ

ส้มเขียวหวาน (*Citrus reticulata* Blanco cv. Khiew-Waan) เป็นไม้ผลที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจมากชนิดหนึ่งของประเทศไทย มีปลูกทั่วไปทั้งบริเวณภาคกลาง ภาคเหนือ และภาคตะวันออกเฉียงเหนือ โดยเฉพาะปริมาณภาคกลางนั้นเป็นแหล่งปลูกที่ใหญ่ที่สุดของประเทศ เนื่องจากบริเวณนี้เป็นที่ราบลุ่ม มีการชลประทานดี การปลูกใช้วิธีกร่องปลูก ทำให้สามารถควบคุม

การให้น้ำได้สะดวก ชาวสวนแถบนี้จึงนิยมใช้วิธีการกักน้ำเพื่อบังคับให้ต้นส้มออกดอกตามเวลาที่ต้องการวิธีการคือ เมื่อเริ่มกักน้ำจะปล่อยน้ำในท้องร่องออกเพื่อให้ต้นส้มขาดน้ำเป็นระยะเวลาประมาณ 25–30 วัน เมื่อใบเริ่มเหี่ยวก็ปล่อยน้ำเข้าท้องร่องและรดน้ำอย่างหนักประมาณ 10–15 วัน ต้นส้มจะแตกยอดใหม่และออกดอก (หลวงบุรศบำรุงการ, 2519)

การออกดอกของพืชเกี่ยวข้องกับปัจจัยหลายอย่างทั้งปัจจัยภายในต้นพืชเอง และปัจจัยที่เกี่ยวกับสภาพแวดล้อม เช่น อุณหภูมิ ช่วงแสง ความชื้นในดิน เป็นต้น การเกิดตาออกของไม้ผลยืนต้น มีความสัมพันธ์กับปริมาณคาร์โบไฮเดรต และไนโตรเจนภายในต้นโดยปริมาณคาร์โบไฮเดรตจะต้องมีอยู่ในปริมาณที่สูง และปริมาณไนโตรเจนพอเหมาะ จะทำให้เกิดดอกมากที่สุด (Goss, 1973) ในมะม่วงพวาระดับของคาร์โบไฮเดรต และไนโตรเจน ในกิ่งที่ออกดอกจะสูงกว่าในกิ่งที่ไม่ออกดอก (Sen *et.al*, 1965) การศึกษาปริมาณคาร์โบไฮเดรตในกิ่งของต้นส้ม mandarin พันธุ์ Murcott ที่ได้รับการควั่นกิ่ง พบว่าปริมาณคาร์โบไฮเดรต ในกิ่งจะสูงกว่ากิ่งที่ไม่มีการควั่น 2–3 เท่า และมีจำนวนดอกมากกว่าด้วย (Goldschmidt *et.al.*, 1985) สำหรับวิธีการกักน้ำ พบว่าสามารถชักนำให้ต้นส้มเขียวหวานออกดอกได้แต่ยังไม่มีรายงานถึงการทดลองเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงของปริมาณคาร์โบไฮเดรตและไนโตรเจนในใบและกิ่งยอด ในช่วงที่ทำการกักน้ำว่ามีความเกี่ยวข้องกับการออกดอกอย่างไร ดังนั้นในการทดลองครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ที่จะทำการศึกษาผลของการกักน้ำที่มีต่อการเปลี่ยนแปลงปริมาณคาร์โบไฮเดรต และไนโตรเจนในใบและกิ่งยอดของต้นส้มเขียวหวาน

อุปกรณ์และวิธีการ

เลือกต้นส้มเขียวหวานอายุประมาณ 10 ปี ที่มีขนาดทรงพุ่มและการเจริญเติบโตใกล้เคียงกัน จำนวน 8 ต้น ที่สวนส้ม ตำบลบึงบา อำเภอหนองเสือ จังหวัดปทุมธานี เป็นตัวแทนในการศึกษาปริมาณคาร์โบไฮเดรตและไนโตรเจน ในใบและกิ่งยอด ตั้งแต่เริ่มกักน้ำจนถึงระยะที่แตกยอดใหม่ โดยกำหนดให้ต้นส้มจำนวน 4 ต้น อยู่ในสภาพที่กักน้ำ และอีก 4 ต้น อยู่ในสภาพที่ให้น้ำตามปกติ เป็นต้นเปรียบเทียบกับ ต้นที่อยู่ในสภาพกักน้ำนั้นเริ่มทำการกักน้ำตั้งแต่วันที่ 13 มกราคม 2528

และให้น้ำในวันที่ 13 กุมภาพันธ์ 2528

ทำการแบ่งระยะเวลาในการเก็บตัวอย่างพืชเพื่อนำไปวิเคราะห์หาปริมาณ คาร์โบไฮเดรต และไนโตรเจนคือ เก็บครั้งแรกก่อนทำการทดลอง โดยสุ่มเก็บกิ่งยอดที่มีอายุและขนาดใกล้เคียงกัน ยาวประมาณ 4–6 นิ้ว จากทุกต้น ต้นละ 20 กิ่ง เพื่อนำมาวิเคราะห์หาปริมาณ total nonstructural carbohydrate (TNC) และ total nitrogen (TN) โดยแยกวิเคราะห์กึ่งกับใบ หลังจากนั้นจะเก็บกิ่งใบที่มีลักษณะเดียวกันในทุกสัปดาห์ โดยเก็บตัวอย่างครั้งสุดท้ายเมื่อวันที่ 24 กุมภาพันธ์ ซึ่งเป็นช่วงที่เริ่มมีการแตกยอดใหม่ ในต้นที่ทำการกักน้ำ ส่วนต้นที่ให้น้ำตามปกติ เก็บตัวอย่างครั้งสุดท้ายในวันที่ 3 มีนาคม 2528 นำตัวอย่างพืชมาล้างให้สะอาดแล้วนำไปอบให้แห้งในตู้อบลมร้อน ที่อุณหภูมิประมาณ 65 °C นาน 72 ชั่วโมง นำตัวอย่างที่อบแห้งแล้วมาบดให้ละเอียด นำไปสกัดหา TNC ด้วย 0.2 NH_2SO_4 ตามวิธีของ Smith (1969) และวิเคราะห์หาปริมาณ TNC ตามวิธีของ Nelson reducing sugar procedure (Hodge and Hofreiter, 1962) สำหรับการวิเคราะห์หาปริมาณ TN นั้นใช้เครื่อง Technicon Auto Analyzer II (ลาวัลย์, 2523)

ผล

ภายหลังจากกักน้ำแล้วประมาณ 1 เดือน จะเริ่มให้น้ำแก่ต้นส้มเขียวหวานและหลังจากเริ่มให้น้ำแล้วเป็นเวลาประมาณ 2 สัปดาห์ พบว่าต้นส้มจะเริ่มแตกยอดใหม่และออกดอก ดอกจะบานหลังจากเริ่มให้น้ำแล้วประมาณ 4 สัปดาห์

ตั้งแต่เริ่มการกักน้ำพบว่า ปริมาณคาร์โบไฮเดรตในใบส้มเขียวหวานเพิ่มขึ้นและสูงสุดในสัปดาห์ที่ 3 และ 4 ซึ่งเป็นระยะสุดท้ายของการกักน้ำ หลังจากนั้นปริมาณคาร์โบไฮเดรตจะลดลงและต่ำสุดในสัปดาห์ที่ 6 ซึ่งเป็นระยะที่เริ่มมีการแตกยอดใหม่ (Figure 1) สำหรับคาร์โบไฮเดรตในกิ่งยอดมีการเปลี่ยนแปลงเช่นเดียวกับในใบ คือปริมาณคาร์โบไฮเดรตจะเพิ่มขึ้นในสัปดาห์ที่ 2, 3 และสูงสุดในสัปดาห์ที่ 4 ของการกักน้ำหลังจากสัปดาห์ที่ 4 ปริมาณคาร์โบไฮเดรตมีแนวโน้มลดลงและต่ำสุดในสัปดาห์ที่ 6 ซึ่งเริ่มมีการแตกยอดใหม่ ปริมาณคาร์โบไฮเดรตในกิ่งยอดและใบจะมีปริมาณใกล้เคียงกัน (Figure 1) สำหรับต้นที่ให้

น้ำตามปกติ ปริมาณคาร์โบไฮเดรทในใบและกิ่งยอดมีการเปลี่ยนแปลงในลักษณะเดียวกันคือ เพิ่มขึ้นในช่วงสัปดาห์ที่ 2, 3 และสูงสุดในสัปดาห์ที่ 4 หลังจากนั้นปริมาณคาร์โบไฮเดรทมีแนวโน้มลดลงและต่ำสุดในสัปดาห์ที่ 7 ซึ่งเป็นระยะที่มีการแตกยอดใหม่ของต้นส้มที่ไม่มีการกักน้ำ ปริมาณคาร์โบไฮเดรทในใบและกิ่งยอดของต้นส้มที่มีการกักน้ำจะสูงกว่าต้นที่ไม่มีการกักน้ำในระยะเวลา 5 สัปดาห์ หลังจากเริ่มการทดลอง (Figure 1)

ปริมาณไนโตรเจนในใบของส้มเขียวหวานทั้งต้นที่อยู่ในสภาพที่กักน้ำและให้น้ำตามปกติ เฉลี่ยแล้วมีแนวโน้มลดลงโดยปริมาณไนโตรเจนในใบที่มีการกักน้ำลดลงต่ำสุดในสัปดาห์ที่ 4 หลังจากนั้นปริมาณไนโตรเจนมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นและสูงสุดในสัปดาห์ที่ 6 สำหรับต้นที่ให้น้ำตามปกติปริมาณไนโตรเจนจะลดลงต่ำสุดในสัปดาห์ที่ 6 และกลับเพิ่มขึ้นอีกในสัปดาห์ที่ 7 (Figure 2) เมื่อเปรียบเทียบระหว่างต้นที่อยู่ในสภาพที่กักน้ำกับไม่กักน้ำ แล้วพบว่าปริมาณไนโตรเจนในใบของต้นที่มีการกักน้ำมีแนวโน้มต่ำกว่าต้นที่ให้น้ำตามปกติ (Figure 2)

ปริมาณไนโตรเจนในกิ่งยอดของต้นส้มเขียวหวานที่อยู่ในสภาพกักน้ำมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นในช่วง 4 สัปดาห์แรก และลดลงในสัปดาห์ที่ 5 ซึ่งเริ่มให้น้ำ และเพิ่มขึ้นอีกครั้งหนึ่งในสัปดาห์ที่ 6 (Figure 3) สำหรับปริมาณไนโตรเจนในกิ่งยอดที่อยู่ในสภาพให้น้ำตามปกติ ปริมาณไนโตรเจนมีการเปลี่ยนแปลงขึ้นลงในทุกสัปดาห์ (Figure 3) เมื่อเปรียบเทียบระหว่างต้นที่มีการกักน้ำกับต้นที่ให้น้ำตามปกติพบว่า ปริมาณไนโตรเจนในกิ่งยอดของต้นที่มีการกักน้ำ มีแนวโน้มต่ำกว่าต้นที่ให้น้ำตามปกติ (Figure 3)

วิจารณ์

ปริมาณคาร์โบไฮเดรทในใบและกิ่งยอดของต้นส้มเขียวหวานที่มีการกักน้ำมีแนวโน้มสูงกว่าปริมาณคาร์โบไฮเดรทในใบและกิ่งยอดของต้นที่อยู่ในสภาพที่ไม่กักน้ำ (Figure 1) อาจเนื่องจากการกักน้ำทำให้ต้นส้มอยู่ในสภาพขาดน้ำเกิดสภาพเครียด (stress) ภายในต้น ทำให้มีการสะสม soluble carbohydrates เพิ่มขึ้น และการเคลื่อนย้ายสารประกอบต่าง ๆ ถูกยับยั้ง (Henckel, 1964) นอกจากนี้การกักน้ำทำให้ดินอยู่ในสภาพขาดความชื้น รากชะงักการเจริญเติบโต (Gold-

schmidt *et.al.*, 1985) ทำให้การใช้อาหารภายในต้นลดลง จึงมีปริมาณคาร์โบไฮเดรทสะสมในบริเวณส่วนยอดและใบเพิ่มขึ้น

ปริมาณคาร์โบไฮเดรทในใบและกิ่งยอดของส้มเขียวหวานที่อยู่ในสภาพกักน้ำ มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตั้งแต่สัปดาห์แรกจนถึงสัปดาห์ที่ 4 หลังจากเริ่มการทดลอง (Figure 1) เนื่องจากระยะนี้เป็นช่วงที่มีการกักน้ำ ต้นส้มเริ่มเกิดสภาพเครียดและค่อย ๆ เพิ่มขึ้น เมื่อระยะเวลาในการกักน้ำเพิ่มขึ้นทำให้มีปริมาณคาร์โบไฮเดรทสะสมเพิ่มขึ้น แต่หลังจากสัปดาห์ที่ 4 และ 5 เริ่มมีการให้น้ำกับต้นส้ม รากจึงสามารถดูดน้ำและธาตุอาหารได้ตามปกติ ทำให้มีการลำเลียงธาตุอาหารและสารประกอบอื่น ๆ ไปยังส่วนต่าง ๆ ได้ ซึ่งขบวนการลำเลียงสารอาหารเป็นขบวนการที่ต้องการพลังงานคาร์โบไฮเดรทจึงถูกดึงไปใช้ทำให้ปริมาณคาร์โบไฮเดรทลดลงโดยเฉพาะอย่างยิ่งในช่วงสัปดาห์ที่ 5 และ 6 ซึ่งพบว่าปริมาณคาร์โบไฮเดรทจะลดลงอย่างรวดเร็ว (Figure 1) นั้น เนื่องจากเริ่มมีการแตกยอดใหม่ ซึ่งมีการแบ่งเซลล์ ขยายเซลล์ และสร้างสารที่เป็นองค์ประกอบของเซลล์ใหม่ ต้องใช้พลังงานซึ่งส่วนใหญ่ก็มาจากคาร์โบไฮเดรท (Edmond *et.al.*, 1964) ทำให้ปริมาณคาร์โบไฮเดรทลดลง สำหรับต้นส้มที่อยู่ในสภาพที่ให้น้ำตามปกติมีการเพิ่มขึ้นของคาร์โบไฮเดรทเช่นเดียวกันกับในพวกที่กักน้ำ แต่เป็นการเพิ่มในปริมาณที่น้อยกว่า ทั้งนี้เป็นเพราะต้นส้มที่ได้รับน้ำตามปกติยังคงมีการเจริญเติบโตทางกิ่งก้านอยู่ และในขบวนการเติบโตนั้นจำเป็นต้องใช้พลังงานที่ได้จากคาร์โบไฮเดรท ที่สะสมอยู่ในต้น (Rhoads and Wedding, 1953) จึงทำให้ปริมาณคาร์โบไฮเดรทที่เหลืออยู่ในกิ่งมีน้อยกว่าในต้นส้มที่โดนกักน้ำ ซึ่งมีอัตราการเจริญเติบโตน้อยกว่า

ในสัปดาห์ที่ 5, 6 และ 7 ซึ่งเป็นช่วงเวลาที่ใกล้กับการแตกยอดอ่อนในต้นส้มที่กักน้ำ พบว่าปริมาณคาร์โบไฮเดรทมีแนวโน้มลดลง (Figure 1) และเนื่องจากมีการแตกยอดอ่อนตรงบริเวณส่วนยอดจึงอาจมีการเคลื่อนย้ายสารพวกคาร์โบไฮเดรทไปยังส่วนที่มีการแตกยอดเพื่อใช้เป็นแหล่งพลังงานและสร้างสารที่เป็นองค์ประกอบของเซลล์ใหม่ ทำให้ปริมาณคาร์โบไฮเดรทในใบและกิ่งยอดลดลง โดยเฉพาะในระหว่างสัปดาห์ที่ 6 และ 7 ซึ่งเป็นช่วงที่เริ่มแตกยอดใหม่ของทั้งต้น ทำให้ปริมาณคาร์โบไฮเดรทลดลงอย่างรวดเร็ว

ปริมาณไนโตรเจนในใบและกิ่งยอดของส้มเขียวหวานที่อยู่สภาพกักน้ำต่ำกว่าต้นที่อยู่ในสภาพให้น้ำตามปกติ (Figure 2 and 3) อาจเนื่องมาจากการกักน้ำทำให้ดินอยู่ในสภาพขาดความชื้น การดูดน้ำและธาตุอาหารลดลงโดยเฉพาะไนโตรเจนในรูปของไนเตรททำให้ปริมาณไนโตรเจนลดลงนอกจากนี้สภาพที่พืชขาดน้ำจะเกิดขบวนการทำลายโปรตีนด้วย (Henckel, 1964) สำหรับต้นที่อยู่ในสภาพให้น้ำตามปกติ นั้นจึงมีปริมาณไนโตรเจนมากกว่า ปริมาณไนโตรเจนในใบมีแนวโน้มลดลงในขณะที่ปริมาณไนโตรเจนในกิ่งยอดมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นหลังจากเริ่มการทดลอง ซึ่งอาจเกิดการเคลื่อนย้ายกรดอะมิโน โปรตีนและสารประกอบไนโตรเจนต่าง ๆ จากใบไปสะสมไว้ที่กิ่ง (Goss, 1973)

แนวโน้มของปริมาณไนโตรเจนจะมีลักษณะแตกต่างจากปริมาณคาร์โบไฮเดรตในใบและกิ่งยอดของส้มเขียวหวาน ซึ่งปริมาณคาร์โบไฮเดรตในใบ

และกิ่งยอดไม่แตกต่างกัน แต่ปริมาณไนโตรเจนมีแนวโน้มแตกต่างกันเนื่องจากใบเป็นแหล่งสังเคราะห์กรดอะมิโนจากขบวนการในเทรพิดักชั่น (สัมพันธุ์, 2528) นอกจากนี้ใบยังมีปริมาณคลอโรฟิลล์มากกว่าในกิ่ง

จากการทดลองครั้งนี้พบว่า ต้นที่มีการกักน้ำมีการออกดอกมากกว่าต้นที่ให้น้ำตามปกติ ซึ่งอาจกล่าวได้ว่า ปริมาณคาร์โบไฮเดรตอาจมีส่วนเกี่ยวข้องกับการออกดอกของส้มเขียวหวาน เพราะพบว่าในสภาพที่กักน้ำ ปริมาณคาร์โบไฮเดรตในใบและกิ่งยอดของส้มเขียวหวานในช่วงก่อนออกดอก มีแนวโน้มสูงกว่าในต้นที่ไม่มีการกักน้ำ และต้นที่มีการกักน้ำจะมีปริมาณไนโตรเจนในใบและกิ่งยอดต่ำกว่า ต้นที่อยู่ในสภาพให้น้ำตามปกติ ซึ่งจากการศึกษาของ Kar and Randhawa (1968) ก็รายงานว่า ช่วงก่อนแตกยอดใหม่และออกดอกนั้นมีปริมาณคาร์โบไฮเดรตที่อยู่ในรูปละลายได้จะมีการสะสมสูงสุด

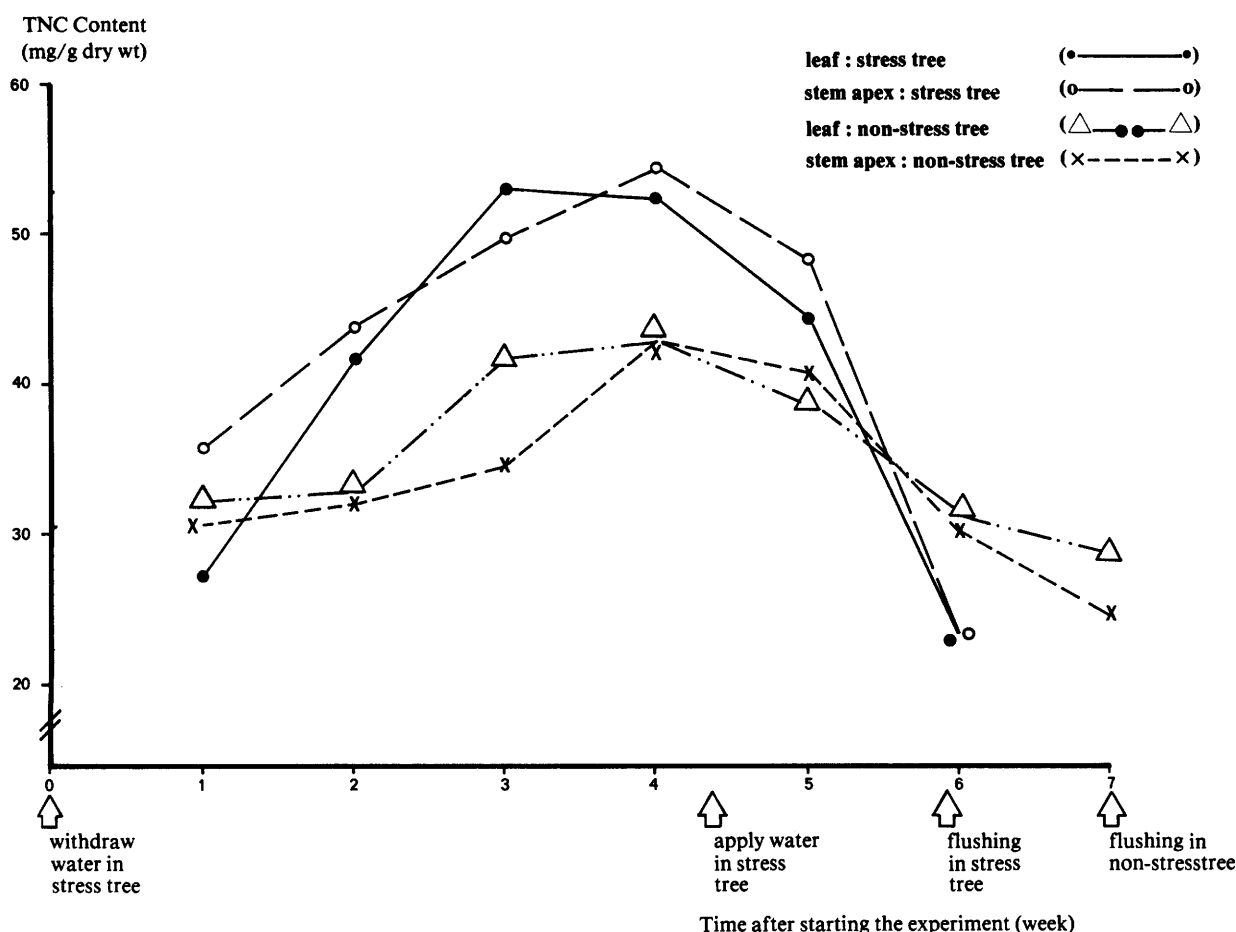


Figure 1. TNC contents in leaves and stem apices of tangerine at various time intervals from starting the experiment till the new flush.

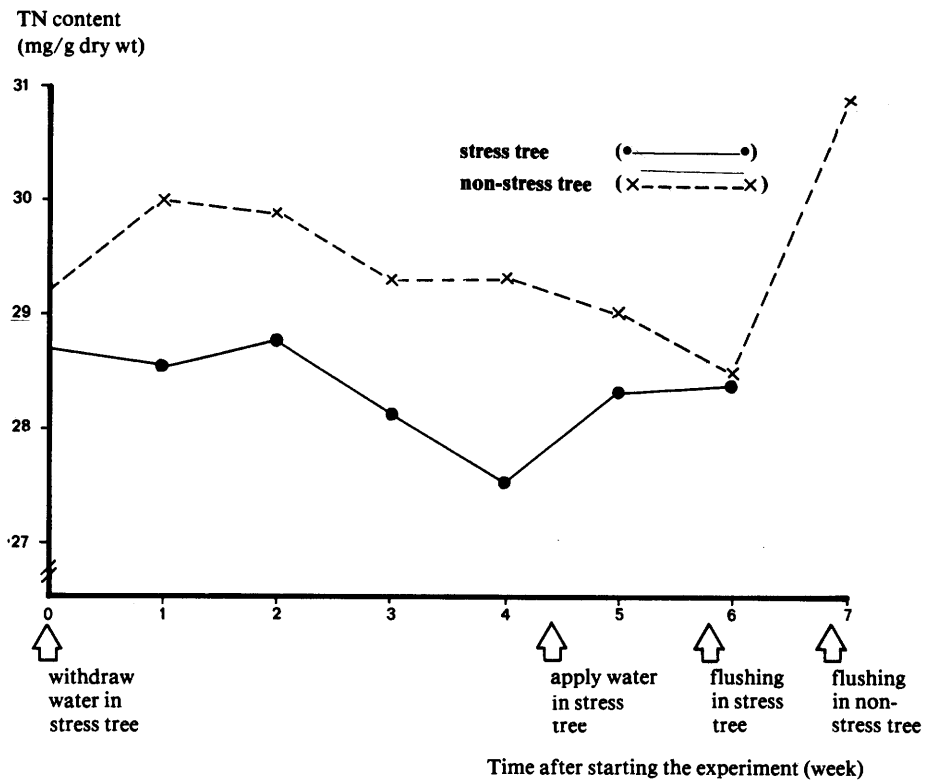


Figure 2. TN contents in leaves of tangerine at various time intervals from starting the experiment till the new flush.

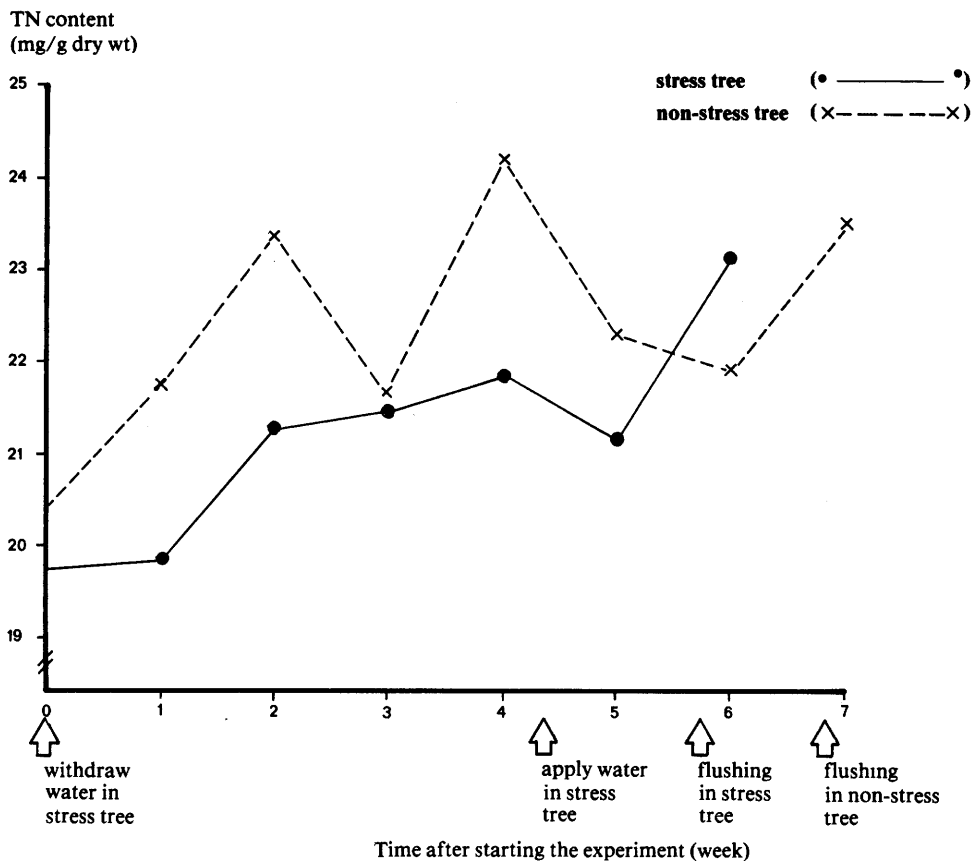


Figure 3. TN contents in stem apexes of tangerine at various time intervals from starting the experiment till the new flush.

สรุป

การศึกษาผลของการกักน้ำต่อการเปลี่ยนแปลงปริมาณคาร์โบไฮเดรตและไนโตรเจนในใบและกิ่งยอดของส้มเขียวหวานพบว่า

1. การกักน้ำทำให้ปริมาณคาร์โบไฮเดรตในใบและกิ่งยอดของส้มเขียวหวานมีแนวโน้มสูงกว่าต้นที่ไม่ได้กักน้ำ และปริมาณคาร์โบไฮเดรตในใบและกิ่งยอดมีปริมาณและการเปลี่ยนแปลงในลักษณะเดียวกัน
2. ปริมาณไนโตรเจนในใบและกิ่งยอดของต้นส้มที่อยู่ในสภาพกักน้ำมีแนวโน้มต่ำกว่าต้นที่ให้น้ำตามปกติ
3. ปริมาณไนโตรเจนในใบสูงกว่าในกิ่งยอด และปริมาณไนโตรเจนในใบมีแนวโน้มลดลงก่อนแตกยอดใหม่ สำหรับปริมาณไนโตรเจนในกิ่งยอดเฉลี่ยแล้วมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเมื่อระยะเวลาเพิ่มขึ้น
4. ปริมาณคาร์โบไฮเดรตในใบและกิ่งยอดเพิ่มขึ้นในช่วงที่ทำการกักน้ำ โดยมีปริมาณสูงสุดในสัปดาห์ที่ 3 และ 4 หลังจากเริ่มกักน้ำ

เอกสารอ้างอิง

- ลาวลย์ เฝ้าไพจิตร. 2523. การวิเคราะห์ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม และโซเดียมในพืช ด้วยเครื่อง Auto Analyzer II. ศูนย์เครื่องมือและห้องปฏิบัติการกลาง, สถาบันวิจัยและพัฒนาแห่งมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. (อัดสำเนา)
- สัมพันธ์ คัมภีรานนท์. 2528. สรีรวิทยาของพืช. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ. 147 น.
- หลวงบุรศบำรุงการ. 2519. การทำไร่ส้ม. โรงพิมพ์แพร่พิทยา, กรุงเทพฯ. 158 น.
- Edmond, J.B., T.L. Senn and F.S. Andrews. 1964. Fundamentals of Horticulture. 3 rd. ed. McGraw-Hill Inc., New York. 476 p.

- Goldschmidt, E.E., N. Aschkenazi, Y. Herzano, A.A. Schaffer and S.P. Monselise. 1985. A role for carbohydrate levels in the control of flowering in citrus. *Scientia Hort.* 26: 159-166.
- Goss, J.A. 1973. *Physiology of Plants and Their Cells*. Pergamon Press, Inc., New York. 457 p.
- Henckel, P.A. 1964. *Physiology of plant under drought*. *Annu. Rev. Plant Physiol.* 15: 363-386.
- Hodge, J.E. and B.T. Hofreiter. 1962. Determination of reducing sugars and carbohydrates, pp. 380-394. *In* R.L. Whistler and M.L. Wolfrom (eds.). *Method in Carbohydrate Chemistry*. Vol. 1. Academic Press, New York.
- Kar, P.L. and G.S. Randhawa. 1968. Seasonal changes in carbohydrate composition in non-bearing and bearing shoot of *Citrus reticulata* Blanco (Mandarin orange). *Indian J. Hort.* 25 : 85-93.
- Rhoads, W.A. and R.T. Wedding. 1953. Leaf drop in citrus. *Calif. Agr.* 7(10) : 9.
- Sen, P.K., S. Sen and T.D. Chowhury. 1965. Carbohydrate and nitrogen contents of mango shoots in relation to their fruit bud formation. *Hort. Abstr.* 37 : 691.
- Smith, D. 1969. Removing and Analyzing Total Non-Structural Carbohydrates from Plant Tissue. *Wisconsin Univ. Leaflet*. No. 14.