ความสัมพันธ์ระหว่างคาร์โบไฮเดรตและธาตุอาหาร และคาร์โบไฮเดรตที่เหมาะสมกับการออกดอกของลองกอง

จำเป็น อ่อนทอง[1] บุญส่ง ไกรศรพรสรร[2] พิรุณ ติระพัฒน์[3] และ สายใจ กิ้มสงวน[3]

บทคัดย่อ

การออกดอกของลองกอง (*Aglaia dookkoo* Griff.) ต้องมีการสะสมคาร์โบไฮเดรต (TNC) โดยที่การสร้างและสะสม TNC เกี่ยวข้องกับธาตุอาหารพืช ดังนั้นจึงได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่าง TNC และธาตุอาหาร รวมทั้ง TNC ที่เหมาะสมต่อการออกดอกของลองกอง โดยเก็บตัวอย่างใบและเปลือกต้นลองกองในระยะก่อนออกดอกและหลังเก็บเกี่ยว จำนวน 10 สวน ๆ ละ 10 ต้น มาวิเคราะห์ TNC และธาตุอาหาร หาความสัมพันธ์ระหว่าง TNC และธาตุอาหาร จากนั้นจึงนำข้อมูลการออกดอก และ TNC และ C : N ratio มาใช้ในการกำหนดค่ามาตรฐานของ TNC และ C : N ratio โดยใช้ข้อมูลจากต้นที่มีดอกมากกว่า 150 ช่อ เทียบกับค่าที่ได้จากวิธีเส้นขอบเขต ผลการทดลองพบว่า ในระยะก่อนออกดอก ลองกองมีการสะสม TNC ในเปลือกต้นสูงกว่าในระยะหลังเก็บเกี่ยว แต่ TNC ในใบทั้งสองระยะไม่แตกต่างกัน โดยที่ไม่พบความสัมพันธ์ที่ชัดเจนระหว่าง TNC และธาตุอาหาร อย่างไรก็ตาม ต้นที่ออกดอกมากมี TNC สูง เมื่อประเมินค่า TNC และ C : N ratio ที่เหมาะสมต่อการออกดอกของลองกอง โดยวิธีประเมินจากต้นที่ออกดอกมาก เทียบกับวิธีใช้เส้นขอบเขต พบว่าได้ค่าใกล้เคียงกัน แต่วิธีใช้เส้นขอบเขตประเมินได้ละเอียดกว่า ดังนั้นจึงควรใช้ค่ามาตรฐานจากวิธีเส้นขอบเขต โดยระดับ TNC ที่เหมาะสมในใบ และในเปลือกต้นลองกอง คือ 52 – 64 และ 137 - 152 g kg^{-1} ส่วนค่า C : N ratio ที่เหมาะสม ในใบและเปลือก คือ 2.16 -2.69 และ 10.80 – 13.64 เพื่อความสะดวกในการเก็บตัวอย่างและลดการรบกวนต้นลองกอง ควรใช้ตัวอย่างใบย่อยคู่กลางจากใบประกอบตำแหน่งที่ 2 ซึ่งเป็นใบที่มีอายุ 4- 5 เดือน

ชื่อเรื่องย่อ: คาร์โบไฮเดรตและธาตุอาหารกับการออกดอกของลองกอง

คำหลัก: ลองกอง, ธาตุอาหาร, คาร์โบไฮเดรต, C : N ratio, การออกดอก

[1]Ph.D. (Agricultural Chemistry) ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ภาควิชาธรณีศาสตร์ คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่ อำเภอหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา 90112

[2]วท.ม. (เกษตรศาสตร์) ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ภาควิชาเทคโนโลยีการเกษตรและอุตสาหกรรม คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตปัตตานี อำเภอเมือง จังหวัดปัตตานี 94000.

[3]วท.บ. (เกษตรศาสตร์) นักศึกษาปริญญาโท สาขาการจัดการทรัพยากรดิน ภาควิชาธรณีศาสตร์ คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่ อำเภอหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา 90112

Corresponding E-mail : jumpen.o@psu.ac.th

Relationship between Carbohydrate and Plant Nutrients and Optimum Carbohydrate for Flowering of Longkong

Jumpen Onthong[1] Boonsong Kraisornpornsun[2] Pirun Tiraphat[3] and Sayjai Gimsanguan[3]

Abstract

Flowering of longkong (*Aglaia dookkoo* Griff.) requires an optimum level of total non-structural carbohydrate (TNC), and synthesis and accumulation of TNC associated with plant nutrients. Thus, the relationship between TNC and plant nutrients, as well as the optimum level of TNC for flowering, was investigated. Leaf and trunk bark of longkong were sampled at the pre-flowering and post-harvest stages from 10 trees from 10 orchards for determination of TNC and nutrients. Flower clusters were recorded and used for evaluation of sufficient TNC and C : N ratio based on the high-flowering-tree method (>150 flower clusters), compared to the boundary-line method. The results showed that bark TNC at the pre-flowering stage was higher than at the post-harvest stage, but the leaf TNC of these 2 stages was not different. No clear relationships between TNC and nutrients was found, however, the high-flowering trees also contained high TNC. The level of sufficient TNC, as well as the C : N ratio, estimated from the high-flowering-tree method was consistent with that of the boundary-line method, however, because it can classify TNC into deficient, low, sufficient and excess levels, the boundary-line method was recommended. The sufficient level of TNC in leaf and bark was found to be 52–64 and 137-152 g kg^{-1}, while the C : N ratios were 2.16-2.69 and 10.80–13.64, respectively. For convenience and to minimize the disturbance of the longkong trees, it is suggested that the middle pair of the second 4–5 month compound leaves should be used as the index plant part for TNC and C : N ratios.

Running title: Carbohydrate-nutrient relationship and flowering of longkong

Key words: *Aglaia dookkoo* Griff., nutrients, carbohydrate, C : N ratio, flowering

คำนำ

การออกดอกของไม้ผล เป็นการเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยาที่สลับซับซ้อน และจะเกิดขึ้นได้เมื่อต้นมีความสมบูรณ์ และมีอาหารสะสมในรูปของคาร์โบไฮเดรตที่ไม่อยู่ในรูปโครงสร้าง (non-structural carbohydrate : TNC) อย่างเพียงพอ จากการศึกษาปริมาณคาร์โบไฮเดรตในใบ หรือกิ่งของไม้ผลหลายชนิด ได้แก่ เงาะ (กวิศร์ และคณะ, 2533) ท้อ (วสันต์ และ สุรนันต์, 2530) กีวีฟรุต (สังคม และ สุรนันต์, 2533) ลำไย (วันทนา และ ธนะชัย, 2544) มะม่วง (Pongsomboon *et al.*, 1997) และส้มโอ (ชนินทร์, 2547) ได้รายงานตรงกันว่าไม้ผลมีการสะสม TNC ในระยะก่อนออกดอก โดยเฉพาะอย่างยิ่งสัดส่วนของ TNC และไนโตรเจนทั้งหมด (total N: TN) ในพืช หรือที่เรียกว่า C : N ratio จะต้องเหมาะสม (Childer, 1983) กล่าวคือ ไม้ผลจะออกดอกได้ดีต้องมี TNC ในปริมาณสูง และ TN ต่ำ ถ้าในระยะนี้มี TN ที่สูง ตาจะเปลี่ยนเป็นตาใบมากกว่าตาดอก

ลองกองเป็นไม้ผลที่ออกดอกที่กิ่งและลำต้น โดยปกติการออกดอกของลองกองจะต้องผ่านช่วงแล้งระยะหนึ่ง ซึ่งขณะนั้นความชื้นในดินลดลง ทำให้ลองกองดูดไนโตรเจนได้น้อย และการใช้คาร์โบไฮเดรตก็ลดลงด้วย จึงเป็นการปรับ C : N ratio ให้สูงขึ้น (รวี, 2543) และเมื่อได้ศึกษาการเปลี่ยนแปลงของ TNC ในเปลือกกิ่งลองกอง ก็พบว่ามีค่าเพิ่มขึ้นในระยะก่อนแทงช่อดอก (กานดา, 2535) ซึ่งสอดคล้องกับการเปลี่ยนแปลงของ TNC ในเปลือกต้นและรากที่พบว่ามีการสะสม TNC สูงสุดในระยะก่อนออกดอก และเมื่อลองกองมีการพัฒนาช่อดอกและติดผล TNC จะลดลง (สุรกิตติ และคณะ, 2539) สำหรับการสร้างและการสะสมอาหารในรูปของ TNC จะเกิดได้ดีก็ต่อเมื่อพืชได้รับธาตุอาหารพืชในปริมาณและสัดส่วนที่เหมาะสม

ธาตุอาหารพืชไม่ได้มีบทบาทโดยตรงต่อการออกดอก แต่ธาตุอาหารจะเกี่ยวข้องกับการสร้างอาหารสะสม และทำให้ต้นพืชสมบูรณ์พร้อมที่จะออกดอก มีรายงานว่าในมะม่วงที่มี TNC สูงมักมีธาตุอาหารเพียงพอ ในขณะที่ต้นที่มี TNC ต่ำจะมีธาตุอาหารบางชนิดต่ำกว่าค่าวิกฤต (อัศจรรย์, 2545) และจากการพ่นปุ๋ยโมโนโพแทสเซียมฟอสเฟตให้กับลิ้นจี่ก็พบว่าทำให้ปริมาณ TNC ทั้งในใบและกิ่งเพิ่มขึ้น และมีการออกดอกเพิ่มขึ้น (ศศิธร, 2533) ในกรณีที่พืชได้รับธาตุอาหารบางชนิดมากเกินไป เช่น ไนโตรเจน ก็ทำให้พืชเจริญเติบโตทางด้านกิ่งใบมากเกินไป มีรายงานว่าเกษตรกรชาวสวนทุเรียนสวนใหญ่ไม่นิยมใส่ปุ๋ยไนโตรเจนในอัตราสูง เนื่องจากกลัวว่าทุเรียนจะไม่ออกดอกหรือออกดอกช้า (สุมิตรา, 2544) แต่ถ้าใส่ปุ๋ยไนโตรเจนที่น้อยเกินไปก็ทำให้ทุเรียนต้นโทรมได้ง่าย และถ้าพืชขาดไนโตรเจนก็ทำให้เจริญเติบโตไม่ดี ไม่มีอาหารสะสมมากพอที่จะสร้างดอกและบำรุงผลได้ สำหรับฟอสฟอรัสเป็นธาตุที่ทำให้พืชแก่เร็ว และเกี่ยวข้องกับการสร้างเมล็ด ในขณะที่โพแทสเซียมมีหน้าที่สำคัญเกี่ยวกับการสร้างและเคลื่อนย้าย TNC ในท่ออาหาร ประกอบกับดินปลูกไม้ผลในประเทศไทยส่วนใหญ่เป็นดินในอันดับอัลทิซอลส์ (ultisols) ซึ่งมีฟอสฟอรัสและโพแทสเซียมตามธรรมชาติต่ำ จึง

ทำให้ผู้ปลูกไม้ผลของไทยส่วนใหญ่ใส่ปุ๋ยผสมที่มีฟอสฟอรัสและโพแทสเซียมสูง เพื่อจะช่วยเร่งการออกดอกให้กับพืช และในระยะติดผลก็ใช้ปุ๋ยที่มีโพแทสเซียมสูงเพื่อบำรุงผล แต่การใส่ปุ๋ยชนิดใดชนิดหนึ่งติดต่อกันเป็นเวลานาน อาจเกิดการสะสมธาตุอาหารในดินมากเกินไปจนส่งผลต่อการดูดใช้และการทำหน้าที่ของธาตุอาหารอีกธาตุหนึ่งได้ โดยในทุเรียนพบว่าเมื่อมีการสะสมของโพแทสเซียมในใบสูงขึ้น ส่งผลให้ทุเรียนมีการดูดใช้แคลเซียมได้น้อยลง (สุมิตรา,2544) นอกจากนั้น ยังมีรายงานว่าเมื่อใส่ปุ๋ยโพแทสเซียมเพิ่มขึ้น ทำให้ความเข้มข้นของแมกนีเซียมในใบปาล์มน้ำมันลดลง (สุนีย์ และคณะ ,2540)

สำหรับการใช้ปุ๋ยกับลองกองก็นิยมใช้ปุ๋ยผสมสูตร 15-15-15 ในระยะหลังเก็บเกี่ยว สูตร 8-24-24 ในระยะก่อนออกดอก และสูตร 13-13-21 ในระยะติดผล เช่นเดียวกับที่ใช้กับไม้ผลทั่วไป โดยไม่ได้คำนึงถึงปริมาณธาตุอาหารที่สะสมในดินและในใบ ดังนั้นจึงพบว่าธาตุอาหารในดินบริเวณใต้ทรงพุ่มลองกองสูงกว่านอกทรงพุ่ม (จำเป็น และคณะ, 2547) ถ้าหากมีธาตุใดธาตุหนึ่งมากเกินไปก็อาจทำให้สัดส่วนของธาตุอาหารในพืชไม่เหมาะสม และอาจจะส่งผลต่อการสร้างและการสะสม TNC ในพืช และมีผลกระทบต่อการออกดอกของลองกองได้ ดังนั้น วัตถุประสงค์ของการวิจัยครั้งนี้ เพื่อศึกษาระดับของ TNC และ C : N ratio ที่เหมาะสมกับการออกดอกของลองกอง ตลอดจนศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างธาตุอาหารและ TNC กับการออกดอกของลองกอง ซึ่งจะเป็นประโยชน์ในการจัดการธาตุอาหาร และ TNC ให้เหมาะสม และอาจจะแก้ปัญหาการออกดอกไม่สม่ำเสมอที่เกิดจากต้นลองกองมีอาหารสะสมไม่เพียงพอได้

อุปกรณ์และวิธีการ

การเก็บและเตรียมตัวอย่างใบและเปลือกต้นลองกอง เก็บใบและเปลือกต้นลองกองที่มีอายุ 8-12 ปีจากสวนเกษตรกรใน จ.สงขลา 7 สวน และ จ.นราธิวาส 3 สวน ๆ ละ 10 ต้น ในระยะหลังเก็บเกี่ยวผลผลิต (post-harvest) และระยะก่อนออกดอก (pre-flowering) ในปี พ.ศ. 2545 - 2547 โดยเก็บตัวอย่างใบจากใบย่อยคู่กลางของใบประกอบตำแหน่งที่ 2 นับจากยอด (ใบมีอายุ 4 - 5 เดือน) เก็บใบรอบนอกทรงพุ่มต้นละ 6 - 8 ใบ และเก็บตัวอย่างเปลือกต้นที่ระดับความสูงประมาณ 50 เซนติเมตร เหนือพื้นดิน ต้นละ 4 จุด เพื่อเป็นตัวแทนของแต่ละต้น นำตัวอย่างไปอบที่อุณหภูมิ 70 °C และบดผ่านตะแกรงขนาด 40 เมช นำไปย่อยด้วยกรดซัลฟิวริกและไฮโดรเจนเพอร์ออกไซด์ เพื่อวิเคราะห์ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม แคลเซียม และแมกนีเซียม ตามคู่มือการวิเคราะห์ดินและพืช (จำเป็น, 2545)

การวิเคราะห์คาร์โบไฮเดรตที่ไม่ใช่โครงสร้าง (total non-structural carbohydrate: TNC) ได้ดัดแปลงวิธีจาก Manual Clagg Anthrone (Osbone and Voogt,1978) โดยชั่งตัวอย่างพืช

มา 0.10 กรัม (ทราบน้ำหนักแน่นอน) เติมน้ำกลั่น และ กรดเพอร์คลอริก (52 % v/v) อย่างละ 1.00 และ 1.30 mL (ตามลำดับ) เขย่านาน 20 นาที กรองและปรับปริมาตรเป็น 100 mL ดูดสารละลายที่กรองได้มา 1 mL และเติม 0.1% w/v Anthrone ปริมาตร 5 mL (ละลาย Anthrone ใน 14 M. H_2SO_4) นำไปวางในน้ำร้อนอุณหภูมิประมาณ 80 °C เป็นเวลา 15 นาที ปล่อยให้เย็นแล้วนำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 630 nm. ด้วยเครื่องวิสิเบิลสเปกโทรโฟโทมิเตอร์ เทียบกับสารละลายมาตรฐานกลูโคสเข้มข้น 0 -400 mg L^{-1} ซึ่งนำไปทำให้เกิดสีเช่นเดียวกับตัวอย่าง

การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ นำข้อมูลที่วิเคราะห์ได้มาหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (correlation coefficient : r) ของธาตุอาหารแต่ละธาตุและ TNC ระหว่างในใบและในเปลือกต้น ตลอดจนค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของธาตุอาหารและ TNC ระหว่างในระยะก่อนออกดอกและหลังเก็บเกี่ยว โดยใช้โปรแกรม SPSS for window version 10.01 (ศิริชัย, 2544) นอกจากนั้นได้หาค่าสหสัมพันธ์ และสร้างกราฟการกระจายระหว่าง TNC และธาตุอาหารในใบ

การหาค่ามาตรฐานโดยการประมาณค่า นำข้อมูล TNC และ C : N ratio ในใบและเปลือกต้นลองกองที่วิเคราะห์ได้ในระยะก่อนออกดอกของต้นที่ให้ดอกมาก (มากกว่า 150 ช่อต่อต้น) มาประมาณค่ามาตรฐานแบบช่วงที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % โดยใช้โปรแกรม SPSS for window version 10.01 (ศิริชัย, 2544) เพื่อใช้เป็นช่วงมาตรฐานเบื้องต้น

การหาช่วงค่ามาตรฐานโดยใช้เส้นขอบเขตข้อมูล เป็นการพิจารณาจากเส้นขอบเขตนอก (boundary line) ของข้อมูล โดยการพิจารณาข้อมูลการกระจายระหว่าง TNC กับจำนวนช่อดอกสัมพัทธ์ (relative flower cluster) ซึ่งเป็นร้อยละของดอกเมื่อเทียบกับต้นที่ออกดอกสูงสุด และ C : N ratio กับจำนวนช่อดอกสัมพัทธ์ จากนั้นก็นำข้อมูลที่อยู่บนเส้นขอบเขตนอกเพื่อนำมาสร้างสมการเส้นตรงที่แสดงความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนช่อดอกกับ TNC และจำนวนช่อดอกกับ C:N ratio แล้วกำหนดช่วงขาดแคลน (deficient) ต่ำ (low) และเพียงพอ (sufficient) โดยใช้ค่า TNC หรือ C : N ratio ที่ทำให้มีจำนวนช่อดอกสัมพัทธ์ ในช่วง <60, 60-80 และ 80-100 % ตามลำดับ สำหรับระดับที่มากเกินพอ (excess) ก็พิจารณาจากค่า TNC และ C : N ratio ที่เริ่มทำให้ลองกองออกดอกลดลง (สุมิตรา และวิเชียร, 2546 ; Schnug *et al.*, 1996)

ผลการทดลอง

1. ความสัมพันธ์ของคาร์โบไฮเดรตและธาตุอาหาร ระหว่างในใบและเปลือกต้นลองกอง

ความเข้มข้นของคาร์โบไฮเดรต (TNC) ระหว่างในใบและในเปลือกต้นมีความสัมพันธ์กัน โดยมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r) ในระยะหลังเก็บเกี่ยว ($r = 0.701^{**}$) สูงกว่าในระยะก่อนออกดอก ($r = 0.229^{**}$).นอกจากนั้น ยังพบว่าความเข้มข้นของธาตุอาหาร (ยกเว้นแมกนีเซียม) ในใบและในเปลือกในระยะหลังการเก็บเกี่ยวมีความสัมพันธ์กัน (Table 1) โดยที่ทั้งความเข้มข้นของไนโตรเจนและ

ฟอสฟอรัส ระหว่างในใบและในเปลือกต้นในระยะก่อนออกดอก มีความสัมพันธ์กันมากกว่าที่พบในระยะหลังเก็บเกี่ยว ส่วนความเข้มข้นของโพแทสเซียม แคลเซียม และแมกนีเซียม ระหว่างในใบและเปลือกไม่ค่อยสัมพันธ์กัน

Table 1 Correlation coefficients of carbohydrate and nutrients between leaf and bark of longkong at pre-flowering and post-harvest stage. (**, *, ns = significant at P=0.01, 0.05 and not significant at P = 0.05 respectively)

Stage	Correlation coefficient of carbohydrate and nutrient between leaf and bark of longkong					
	Carbohydrate	N	P	K	Ca	Mg
Pre-flowering (n=87)	0.229**	0.387**	0.579**	0.149^{ns}	0.044^{ns}	0.220**
Post-harvest (n=187)	0.701**	0.245**	0.341**	0.213**	0.296**	0.011^{ns}

2. ความสัมพันธ์ของคาร์โบไฮเดรตและธาตุอาหารระหว่างในระยะก่อนออกดอกและหลังเก็บเกี่ยวผลผลิต

ความเข้มข้นของธาตุไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม แคลเซียม และแมกนีเซียมระหว่างระยะก่อนออกดอกและหลังเก็บเกี่ยวผลผลิตมีความสัมพันธ์กัน ทั้งในใบและในเปลือกต้น (Table 2) โดยพบว่าธาตุอาหารในเปลือกต้นทั้งสองระยะมีความสัมพันธ์กันสูงกว่ากรณีในใบ แต่ไม่พบความสัมพันธ์ของคาร์โบไฮเดรตในเปลือกต้นระหว่างระยะก่อนออกดอกและหลังเก็บเกี่ยวผลผลิต

Table 2 Correlation coefficients of carbohydrate and nutrients in leaf and bark of longkong between pre-flowering and post-harvest stage. (**, *, ns = significant at P=0.01, 0.05 and not significant at P = 0.05 respectively)

Plant part	Correlation coefficient of carbohydrate and nutrient between pre-flowering and post-harvest stage					
	Carbohydrate	N	P	K	Ca	Mg
Leaf (n=187)	0.286**	0.383**	0.464**	0.176*	0.439**	0.166*
Bark (n=100)	0.086^{ns}	0.651**	0.587**	0.302**	0.425**	0.660**

3. ความสัมพันธ์ระหว่างคาร์โบไฮเดรตและธาตุอาหารในใบ

ความสัมพันธ์ระหว่าง TNC และธาตุอาหาร มีการกระจายเป็นแบบสามเหลี่ยม (Figure 1) กล่าวคือ เมื่อพิจารณาความสัมพันธ์บนเส้นขอบเขตนอกพบว่า ความเข้มข้นของ TNC ทั้งในระยะ

ก่อนออกดอก และระยะหลังเก็บเกี่ยวผลผลิต จะเพิ่มขึ้นตามความเข้มข้นของธาตุอาหาร แต่เมื่อความเข้มข้นของธาตุอาหารสูงมากก็ทำให้ TNC ลดลง

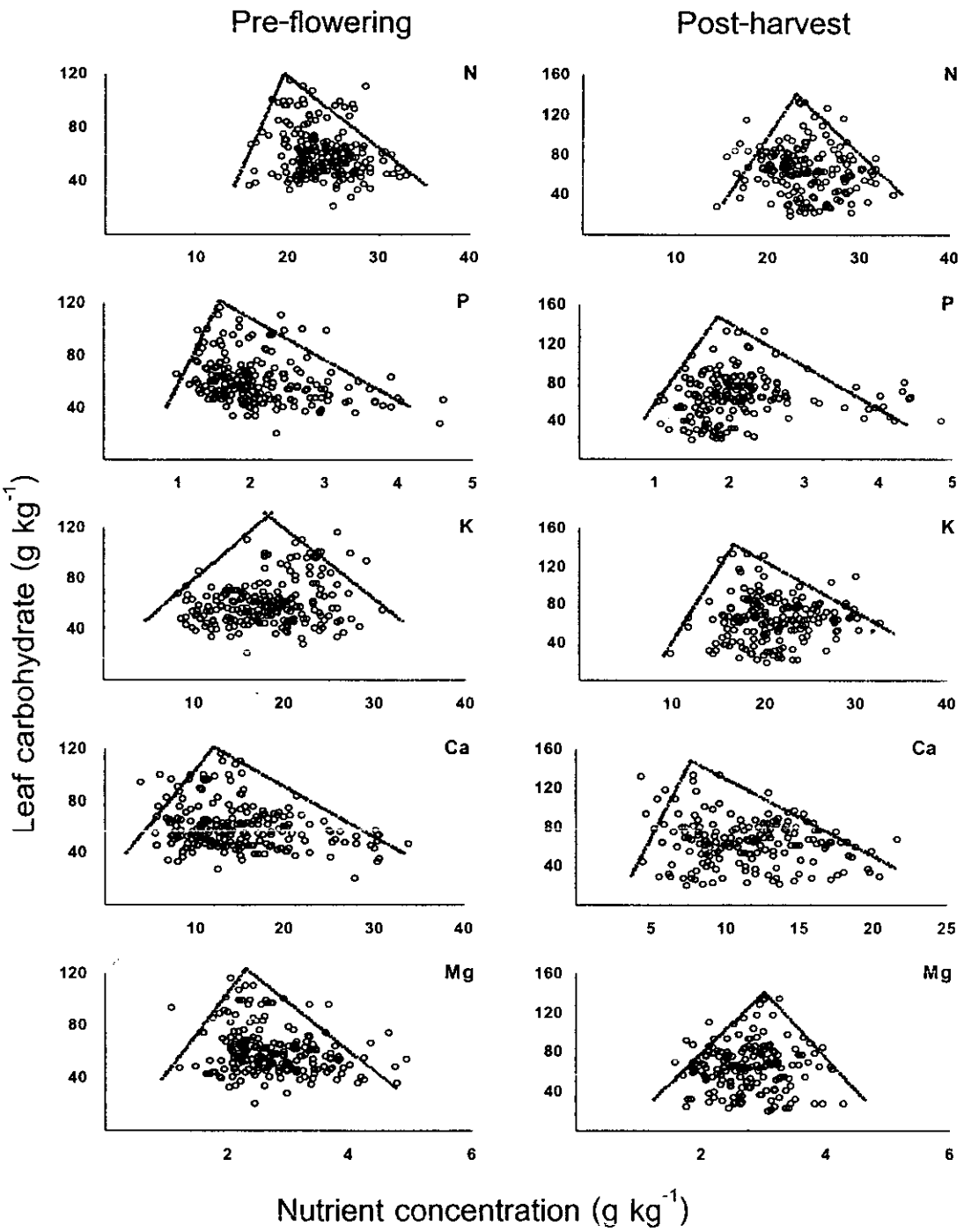

Figure 1 Scattered plot diagram between leaf carbohydrate and nutrient (N, P, K, Ca and Mg) of longkong at pre-flowering and post-harvest stage

4. **คาร์โบไฮเดรตและสัดส่วนของคาร์โบไฮเดรตต่อไนโตรเจนในใบและเปลือกลองกอง**

คาร์โบไฮเดรต (TNC) ในแต่ละต้นแตกต่างกันมากทั้งในใบและในเปลือกต้น โดยที่ค่าเฉลี่ย TNC ในใบในระยะก่อนออกดอก (59.92 g kg^{-1}) ใกล้เคียงกับในระยะหลังเก็บเกี่ยวผลผลิต (64.74 g kg^{-1}) ในขณะที่ค่าเฉลี่ย TNC ในเปลือกต้นสูงกว่าในใบประมาณ 1.5 เท่า (Table 3) โดยที่ค่าเฉลี่ยของ TNC ในเปลือกในระยะก่อนออกดอก (142.63 g kg^{-1}) สูงกว่าระยะเก็บเกี่ยว (106.56 g kg^{-1}) ชัดเจน

ค่าสัดส่วนของคาร์โบไฮเดรตที่ไม่อยู่ในรูปโครงสร้างต่อไนโตรเจนทั้งหมด (C : N ratio) ทั้งในใบ (0.28-5.75 ในระยะก่อนออกดอก และ 0.74-6.48 ในระยะหลังเก็บเกี่ยว) และเปลือก (1.46-19.15 ในระยะก่อนออกดอก และ 0.90-35.91 ในระยะหลังเก็บเกี่ยว) ของแต่ละต้นแตกต่างกันมาก (Table 3) โดยค่าเฉลี่ยของ C : N ratio ในใบระยะก่อนออกดอก และระยะหลังเก็บเกี่ยว เท่ากับ 2.58 และ 2.77 ตามลำดับ ในขณะที่ค่าเฉลี่ยของ C : N ratio ในเปลือกมีค่าสูงกว่าในใบประมาณ 3-4 เท่า กล่าวคือ ค่าเฉลี่ยของ C : N ratio ในเปลือกในระยะก่อนออกดอก และระยะหลังเก็บเกี่ยว เท่ากับ 10.03 และ 8.13 ตามลำดับ

Table 3 Carbohydrate and C:N ratio in leaf and bark of longkong tree at pre-flowering and post-harvest stage

Stage	Observation (n)	Plant part	Range (Minimum – Maximum)	Mean ± SE
Pre-flowering	220	Leaf carbohydrate (g kg^{-1})	6.65 – 116.09	59.92 ± 1.22
	220	Laef nitrogen (g kg^{-1})	15.83 – 33.07	23.88 ± 0.22
	220	Leaf C:N ratio	0.28 – 5.75	2.58 ± 0.06
	130	Bark carbohydrate (g kg^{-1})	18.82 – 197.98	142.63 ± 2.43
	130	Bark nitrogen (g kg^{-1})	7.46 – 24.95	15.06 ± 0.30
	130	Bark C:N ratio	1.46 -19.15	10.03 ± 0.28
Post-harvest	187	Leaf carbohydrate (g kg^{-1})	19.59 – 133.75	64.74 ± 1.72
	187	Leaf nitrogen (g kg^{-1})	14.06 – 33.78	24.11 ± 0.27
	187	Leaf C:N ratio	0.74 – 6.48	2.77 ± 0.08
	187	Bark carbohydrate (g kg^{-1})	15.45 – 304.10	106.56 + 4.39
	187	Bark nitrogen (g kg^{-1})	7.54 – 24.52	14.14 ± 0.25
	187	Bark C:N ratio	0.9 – 35.91	8.13 + 0.40

5. **ค่ามาตรฐานคาร์โบไฮเดรตและสัดส่วนระหว่างคาร์โบไฮเดรตต่อไนโตรเจน**

จากการประเมินค่า TNC และ C : N ratio จากต้นที่ออกดอกมาก (high flowering tree) พบว่า TNC ที่เหมาะสมในใบ ควรมีค่า 57.86 – 62.04 g kg^{-1} และในเปลือกต้นควรมีค่า 140.05 – 148.31

g kg^{-1} สำหรับค่า C : N ratio ที่เหมาะสมในใบและเปลือกต้น คือ 2.48 – 2.70 และ 9.90 - 10.89 g kg^{-1} ตามลำดับ (Table 4) โดยค่าที่ได้นี้ใกล้เคียงกับวิธีการประเมินโดยการใช้เส้นขอบเขตข้อมูล (boundary-line method) (Figure 2) ที่ประเมินความเข้มข้นของ TNC ที่เหมาะสม (sufficient) ในใบและเปลือกต้นได้ เท่ากับ 51.70 – 63.53 และ 136.88 – 151.75 g kg^{-1}ตามลำดับ ในขณะที่ C : N ratio ที่เหมาะสมในใบและเปลือกต้น คือ 2.16 – 2.69, 10.80 – 12.64 g kg^{-1} อย่างไรก็ตาม วิธีใช้เส้นขอบเขตสามารถจะจัดระดับของ TNC และ C : N ratio เป็นระดับขาดแคลน ต่ำ เพียงพอ และมากเกินไป (Table 4)

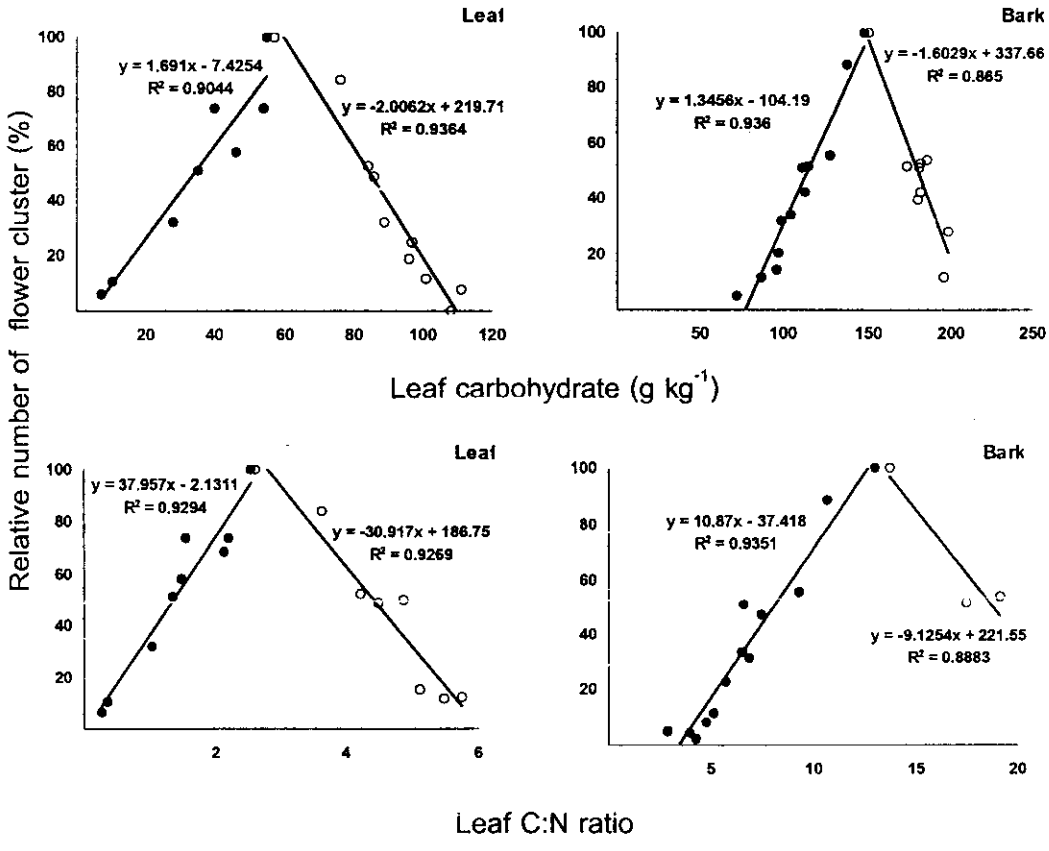

Figure 2 Relationship between flower cluster and carbohydrate and flower cluster and C:N ratio in leaf and bark of longkong at pre-flowering stage

Table 4 Optimum carbohydrate and C:N ratio in leaf and bark of longkong at pre-flowering stage estimated by high flowering tree and boundary-line method

Plant part	High flowering tree	Boundary-line method			
	(n=57)	Deficient	Low	Sufficient	Excess
Leaf carbohydrate (g kg^{-1})	57.86 – 62.04	< 39.87	39.87 – 51.70	51.70 – 63.53	> 63.53
Leaf C:N ratio	2.48 – 2.70	< 1.64	1.64 – 2.16	2.16 – 2.69	> 2.69
Bark carbohydrate (g kg^{-1})	140.05 – 148.31	< 122.02	122.02 – 136.88	136.88 – 151.75	> 151.75
Bark C:N ratio	9.90 – 10.89	<8.96	8.96 – 10.80	10.80 – 12 .64	> 12.64

วิจารณ์

1. **ความสัมพันธ์ของคาร์โบไฮเดรตและธาตุอาหาร ระหว่างในใบและเปลือกลองกอง และระหว่างระยะก่อนออกดอกและหลังเก็บเกี่ยว**

คาร์โบไฮเดรต (TNC) ถูกสร้างที่ใบและถูกเคลื่อนย้ายไปสะสมที่เปลือกต้น ดังนั้นถ้าใบสร้าง TNC ได้มาก ย่อมจะทำให้มี TNC ในเปลือกต้นมากด้วย และในการศึกษาครั้งนี้ก็พบว่า ความเข้มข้นของ TNC ระหว่างในใบและเปลือกต้นในระยะหลังเก็บเกี่ยวมีความสัมพันธ์กันสูง ($r = 0.701^{**}$) แต่ในระยะก่อนออกดอกมีค่าต่ำ ($r = 0.22^{**}$) ทั้งนี้อาจเป็นเพราะปัญหาในการเก็บตัวอย่างและการแตกใบอ่อนรวมทั้งการออกดอกที่มีความแปรปรวนสูงซึ่งจะมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของ TNC ในการทดลองได้กำหนดไว้ว่าเก็บในระยะ 1 -2 เดือน ก่อนออกดอก แต่ในทางปฏิบัติพบว่า ลองกองแต่ละต้นแม้ว่าอยู่ในสวนเดียวกัน ก็ออกดอกไม่พร้อมกัน ในบางสวนใช้เวลาต่างกัน 1-3 สัปดาห์ ซึ่งมีผลต่อค่า TNC ในเปลือกต้นเป็นอย่างมาก กล่าวคือ TNC ถูกเคลื่อนย้ายไปสะสมที่กิ่งและต้นในระยะก่อนออกดอก (กานดา, 2535 ; สุรกิตติ และคณะ, 2539) และในระยะใกล้ออกดอกนี้ TNC ในเปลือกจะลดลงอย่างชัดเจน เพราะถูกนำไปใช้ในการพัฒนาและยืดช่อดอก (สุรกิตติ และคณะ, 2539) ในขณะที่ในระยะหลังเก็บเกี่ยวอาหารที่สร้างจากใบก็จะถูกลำเลียงมาสะสมที่ต้น ไม่ต้องแบ่งไปใช้เพื่อการพัฒนาดอก ดังนั้น TNCระหว่างในใบและเปลือกจึงสัมพันธ์กันสูง และจากสาเหตุเดียวกันนี้จึงทำให้พบความสัมพันธ์ของ TNC ระหว่างระยะออกดอกและระยะเก็บเกี่ยวต่ำ โดยเฉพาะ TNC ในเปลือก (Table 2)

ความเข้มข้นของธาตุไนโตรเจน และฟอสฟอรัส ระหว่างในใบและในเปลือกต้นลองกองสัมพันธ์กัน แต่โพแทสเซียม แคลเซียม และแมกนีเซียม ในใบและเปลือกไม่ค่อยสัมพันธ์กัน (Table 1) ทั้งนี้อาจเป็นเพราะว่า การทำหน้าที่ที่เฉพาะเจาะจงและความสามารถในการเคลื่อนย้ายในท่ออาหาร (phloem) ของแต่ละธาตุ จึงทำให้ธาตุแต่ละชนิดสะสมในเนื้อต่าง ๆ ของพืช แตกต่างกันมาก ในที่นี้

พบว่าไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม และแมกนีเซียม ในใบสูงกว่าในเปลือก ในขณะที่ในเปลือกมีแคลเซียมสูงกว่าในใบประมาณ 2 – 2.5 เท่า (Figure 3) ทั้ง ๆ ที่แคลเซียมเคลื่อนย้ายในท่ออาหารได้น้อยมาก แต่ก็พบมากในเปลือกซึ่งเป็นเนื้อเยื่อที่สะสมแคลเซียม อย่างไรก็ตาม ธาตุอาหารที่รากดูดไปใช้ จะถูกเคลื่อนย้ายไปตามท่อน้ำ (xylem) และไปทำหน้าที่ร่วมกันในการสร้างอาหารที่ใบ ดังนั้น ธาตุอาหารในใบจึงบ่งบอกถึงสถานะของธาตุอาหารโดยส่วนใหญ่ดีกว่าในเนื้อเยื่อส่วนอื่น ๆ ของพืช

ความเข้มข้นของธาตุอาหารระหว่างระยะก่อนออกดอก และระยะหลังเก็บเกี่ยวส่วนใหญ่มีความสัมพันธ์กัน (Table 2) แต่มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ต่ำ ทั้งนี้อาจเป็นเพราะมีความแปรปรวนในการออกดอก และการติดผลของต้นลองกอง ในต้นที่มีการออกดอกและติดผลมาก ย่อมจะทำให้ธาตุอาหารจากใบถูกนำไปใช้เพื่อการบำรุงดอกและผลมากด้วย จนทำให้ค่าความเข้มข้นในใบในระยะเก็บเกี่ยวลดลง ซึ่งราชัน (2545) ได้รายงานไว้ว่า ในต้นลองกองที่ให้ผลผลิตมีโพแทสเซียมในระยะหลังเก็บเกี่ยวต่ำกว่าต้นที่ไม่ให้ผลผลิต เมื่อมีการเก็บตัวอย่างใบลองกองในระยะหลังเก็บเกี่ยวผลผลิตมาวิเคราะห์ธาตุอาหารจึงพบว่าระดับธาตุอาหารในใบของแต่ละต้นมีความแตกต่างกัน ทั้ง ๆ ที่ในระยะก่อนออกดอกไม่ได้ต่างกัน จึงทำให้พบความสัมพันธ์กับธาตุอาหารระหว่างสองระยะนี้ไม่สูง ทั้ง ๆ ที่เป็นใบที่มีอายุใกล้เคียงกัน อย่างไรก็ตาม จากการศึกษาถึงผลของอายุใบและการติดผลต่อการเปลี่ยนแปลงธาตุอาหารในใบลองกอง พบว่า อายุใบมีผลต่อความเข้มข้นธาตุอาหารชัดเจนกว่าการออกดอกติดผล และได้แนะนำให้เก็บใบลองกองในระยะหลังเก็บเกี่ยว และเป็นใบที่มีอายุประมาณ 3-5 เดือน (จำเป็น และคณะ, 2546) เพื่อจะได้นำไปเทียบกับค่ามาตรฐานที่ได้จากการเก็บใบที่มีอายุเดียวกัน และเก็บในระยะเดียวกัน

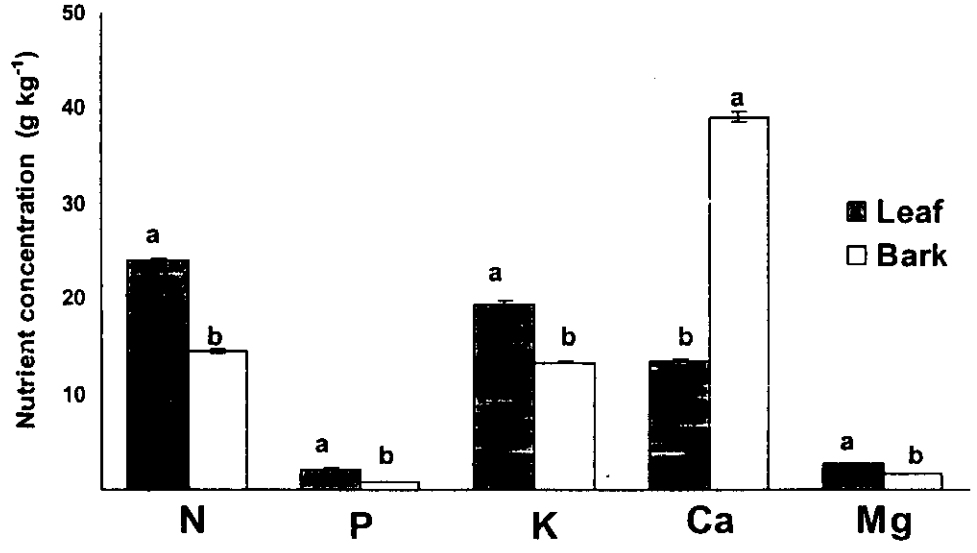

Figure 3 Comparison of leaf and bark nutrient of longkong

2. **ค่ามาตรฐานของ TNC และ C:N ratio ที่เหมาะกับการออกดอกของลองกอง**

จากข้อมูลการกระจายระหว่างช่อดอก (flower cluster) และปริมาณ TNC ทั้งในใบและเปลือกต้นลองกองในระยะก่อนออกดอก พบว่า จำนวนช่อดอกบนเส้นขอบเขตนอกนี้จะสัมพันธ์กับ TNC และ C : N ratio แต่เมื่อ TNC หรือ C : N ratio สูงถึงระดับหนึ่งแล้ว ก็ทำให้ช่อดอกลดลง (Figure 2) ดังนั้นลองกองจะออกดอกได้ดีจึงต้องมีระดับของ TNC หรือ C : N ratio ที่เหมาะสม และเมื่อนำจุดต่าง ๆ บริเวณเส้นขอบเขตนอกมาสร้างสมการถดถอยแบบเส้นตรง (linear regression) แสดงความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนช่อดอก กับ TNC หรือ C : N ratio ก็สามารถกำหนดค่า TNC หรือ C : N ratio เป็นระดับขาดแคลน ต่ำ เพียงพอ และเกินพอได้ (Figure 2) เช่นเดียวกับที่ สุมิตรา และวิเชียร (2546) ได้ใช้กำหนดระดับของธาตุอาหารในใบทุเรียน อย่างไรก็ตาม ไม่พบความสัมพันธ์ลักษณะดังกล่าวกับข้อมูลในระยะหลังเก็บเกี่ยว เพราะแม้ว่าต้นลองกองในระยะหลังเก็บเกี่ยวมี TNC น้อยก็ยังมีโอกาสที่สะสม TNC จนอยู่ในระดับที่เหมาะสมสำหรับการออกดอกได้

เมื่อประเมินค่า TNC และ C : N ratio ที่เหมาะสม หรือเพียงพอต่อการออกดอก โดยประเมินจากต้นลองกองที่ออกดอกมากกว่า 150 ช่อ เทียบกับการใช้ข้อมูลการออกดอกของทุกต้นโดยวิธีเส้นขอบเขตก็พบว่า ค่าที่เหมาะสมจากทั้ง 2 วิธี ใกล้เคียงกัน (Table 4) ทั้งในใบและในเปลือกต้น แต่การประเมินโดยวิธีใช้เส้นขอบเขตสามารถบอกได้ว่า ขาด ต่ำ เพียงพอ หรือมากเกินไป ทำให้บอกระดับของ TNC และ C : N ratio ได้ละเอียดกว่าวิธีประเมินจากต้นที่ออกดอกมาก ดังนั้น จึงควรใช้ค่าจากวิธีเส้นขอบเขตเป็นค่ามาตรฐาน

ระดับ TNC และ C : N ratio ในเปลือกจะสูงกว่าในใบ เพราะ TNC ที่ได้จากการสังเคราะห์แสงที่ใบจะเคลื่อนย้ายไปสะสมในเปลือกกิ่งและต้น เพื่อเตรียมพร้อมสำหรับการพัฒนาและการยืดตัวของดอก จึงทำให้ TNC เฉลี่ยในระยะก่อนออกดอก (142.63 g kg^{-1}) ในเปลือกต้นมีค่าสูงกว่าในระยะหลังเก็บเกี่ยว (106.56 g kg^{-1}) ชัดเจน ในขณะที่ค่า TNC ในใบทั้งสองระยะมีค่าใกล้เคียงกัน (Table 3) ส่วนค่า C : N ratio ทั้งในใบและเปลือกต้นจะสอดคล้องกับ TNC เพราะไนโตรเจนทั้งในใบและในเปลือกต้นมีการเปลี่ยนแปลงน้อย (ไนโตรเจนระยะก่อนออกดอกและหลังเก็บเกี่ยวในใบมีค่า 23.88 และ 24.11 g kg^{-1} และในเปลือกมีค่า 15.06 และ 14.14 g kg^{-1} ตามลำดับ) ดังนั้น C : N ratio จึงขึ้นอยู่กับ TNC เช่นเดียวกับที่สรุปไว้โดยระวี (2543) จากการศึกษาครั้งนี้ค่า TNC ทั้งในใบและเปลือกสามารถใช้เป็นดัชนีที่แสดงถึงการมีอาหารสะสม หรือความพร้อมในการออกดอกได้ แต่การเก็บตัวอย่างเปลือกอาจจะมีผลกระทบต่อต้นลองกองได้เพราะต้องใช้เวลาประมาณ 2 -3 เดือน จึงทำให้แผลจากรอยเจาะที่ต้นหายดี ดังนั้นจึงควรพิจารณาจากค่ามาตรฐานในใบ โดยเก็บใบที่มีอายุประมาณ 4 -5 เดือน เช่นเดียวกับที่ใช้วิเคราะห์ธาตุอาหารพืช

3. **ความสัมพันธ์ระหว่าง TNC และธาตุอาหาร**

การสร้างและสะสม TNC จะเกิดได้ดีลองกองต้องได้รับธาตุอาหารในปริมาณและสัดส่วนที่เหมาะสม โดยที่มีรายงานว่า ในมะม่วงที่มี TNC ในใบสูง มักมีธาตุอาหารทุกธาตุสูงกว่าค่าวิกฤต ส่วนที่มี TNC ต่ำ มักมีธาตุใดธาตุหนึ่งต่ำ หรือมากเกินไป แต่ไม่พบความสัมพันธ์โดยตรงของธาตุอาหารใด ๆ กับ TNC (อัศจรรย์, 2545) ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาในครั้งนี้ ทั้งนี้น่าจะเป็นเพราะการสร้าง TNC เป็นการทำงานร่วมกันของธาตุอาหารหลาย ๆ ธาตุ ที่จะต้องอยู่ในระดับที่เพียงพอและสัดส่วนที่เหมาะสม แต่ในการศึกษาในครั้งนี้เป็นการเก็บตัวอย่างจากต้นลองกองในสภาพสวนที่ไม่ได้ควบคุมปัจจัยใด ๆ ดังนั้นจึงอาจจะมีบางปัจจัยจำกัดการสร้าง TNC ทำให้พบว่า ที่ความเข้มข้นของธาตุอาหารเท่ากันแต่ TNC ต่างกัน โดยที่ TNC บนเส้นขอบเขตจะมีค่าสูงสุดและถือว่าไม่ถูกจำกัดโดยปัจจัยอื่น ๆ ดังนั้น จึงพบว่าในบริเวณเส้นขอบเขต TNC จะเพิ่มขึ้นตามความเข้มข้นของธาตุอาหาร แต่ถ้ามีธาตุอาหารในใบสูงก็ทำให้ TNC ลดลง (Figure 1)

ธาตุอาหารโดยส่วนใหญ่เกี่ยวข้องกับกระบวนการสังเคราะห์แสง หรือการสร้างอาหาร และหากพืชได้รับไม่เพียงพอก็จะจำกัดการสร้าง TNC ได้ โดยมีรายงานว่า การใส่ปุ๋ยโพแทสเซียมทำให้กับส้มโชกุนสะสม TNC ได้มากขึ้น และออกดอกได้ดีขึ้น (รัตนา และ ระวี, 2548) สำหรับในลองกองชาวสวนก็ใช้ปุ๋ยผสมที่มีฟอสฟอรัสและโพแทสเซียมสูงในระยะก่อนออกดอก โดยทั้งฟอสฟอรัสและโพแทสเซียมเป็นธาตุที่มีบทบาทต่อการสร้างและเคลื่อนย้าย TNC ซึ่งสอดคล้องกับที่พบว่าความเป็นประโยชน์ของธาตุทั้งสองในดินปลูกลองกองตามธรรมชาติต่ำ ดังนั้นการใส่ปุ๋ยที่มีธาตุทั้งสองจึงน่าจะส่งเสริมให้ลองกองมีการสร้างและสะสม TNC ได้ดีขึ้น อย่างไรก็ตาม เมื่อมีการใช้ปุ๋ยนี้อย่างต่อเนื่องทำให้มีฟอสฟอรัสและโพแทสเซียมสะสมในดินปลูกลองกอง (จำเป็น และคณะ, 2547) ซึ่งอาจจะก่อให้เกิดความไม่สมดุลของธาตุอาหารในพืช และส่งผลต่อกระบวนการสร้าง TNC รวมทั้งสมดุลของฮอร์โมน และกระทบต่อการออกดอกของพืชได้

4. **การจัดการ TNC ให้เหมาะสมต่อการออกดอก**

การออกดอกของไม้ผลหลายชนิด ได้แก่ เงาะ (กวิศร์ และคณะ, 2533) ท้อ (วสันต์ และ สุรนันต์, 2530) กีวีฟรุต (สังคม และ สุรนันต์, 2533) ลำไย (วันทนา และ ธนะชัย, 2544) มะม่วง (Pongsomboon *et al.*, 1997) และส้มโอ (ชนินทร์, 2547) และส้มโชกุน (รัตนา และ ระวี, 2548) ต้องมีอาหารสะสมในรูปของ TNC เพียงพอ สำหรับในลองกองมีรายงานว่า ต้องมีการสะสม TNC ในเปลือกกิ่ง (กานดา, 2535; ณัฐยงค์, 2546; มนต์สรวง และคณะ, 2547) และเปลือกต้นสูง (สุรกิตติ และคณะ, 2539) จึงทำให้มีการเปลี่ยนตุ่มตาดอกบริเวณกิ่ง และลำต้น เป็นตาดอกได้

การทราบค่า TNC ในใบหรือเปลือกต้นลองกองในระยะก่อนออกดอก ทำให้ทราบว่าต้นลองกองมีอาหารสะสมเพียงพอที่จะทำให้เกิดดอกได้ดีหรือไม่ หากมีค่าต่ำก็อาจจะจัดการเพื่อให้

ลองกองมีการสะสมอาหารเพิ่มขึ้นได้ การสะสม TNC นั้นจะเกิดขึ้นตามธรรมชาติ คือสภาพแห้งแล้ง หรือการที่ชาวสวนงดน้ำ และกวาดใบพืชและหญ้าที่ปกคลุมใต้ทรงพุ่มเพื่อส่งเสริมให้เกิดสภาพแห้งแล้ง นอกจากนั้น มีรายงานว่าการตัดราก และการรัดกิ่งก็ทำให้ลองกองมีการสะสม TNC ในใบ และออกดอกได้ (มนต์สรวง และคณะ, 2547; โนรี และ สายัณห์, 2547) การใช้สารพาโคบิวทราโซล (โนรี, 2546) ตลอดจนการงดน้ำ (ธีรพงศ์, 2544) การจัดการเพื่อปรับ TNC ให้เหมาะสมนี้อาจทำให้ระยะการออกดอกของลองกองแตกต่างไปจากฤดูกาลปกติ แต่จะเป็นผลดีทำให้มีลองกองออกจำหน่ายได้หลายเดือนในรอบปีซึ่งช่วยลดปัญหาลองกองราคาถูกที่เกิดจากมีผลผลิตออกมามากในช่วงเวลาเดียวกัน ในขณะที่หากต้นลองกกองมี TNC มากเกินไปก็เกิดดอกน้อย (Table 4) ปัญหาการมี TNC สูงอาจแก้ไขโดยการตัดแต่งกิ่งเพื่อลดแหล่งสะสม TNC และให้น้ำเพื่อให้มีการนำ TNC ไปใช้ในการแตกยอดใหม่ และหลังจากนั้นเมื่อ TNC ลดลง ประกอบกับมีปัจจัยอื่น ๆ ในระดับที่เหมาะสม ก็อาจทำให้ลองกองออกดอกได้ อย่างไรก็ตาม จากการศึกษาในครั้งนี้ พบว่าต้นลองกองที่มีระดับ TNC ในช่วงที่เหมาะสม ก็อาจจะมีดอกน้อย หรือไม่ออกดอกเลยก็ได้ ทั้งนี้เพราะการสะสม TNC เป็นเพียงปัจจัยหนึ่งที่ทำให้ไม้ผลพร้อมที่จะออกดอก หลังจากนั้นการออกดอกเชื่อว่าน่าจะเกี่ยวข้องกับสมดุลของฮอร์โมนในพืช โดยการออกดอกของไม้ผลหลายชนิดเกิดจากจิบเบอรเลลินลดลง และเอทิลีนเพิ่มขึ้น (พีรเดช, 2537) ซึ่งสอดคล้องกับที่พบว่าในกิ่งยอดลำไยมีเอทิลีน (วันทนา และ ธนะชัย, 2544) และมีสารคล้ายไซโตไคนิน (ณัฐวดี และ ะธนะชัย, 2546) เพิ่มขึ้นในระยะ 2 สัปห์ดา ก่อนออกดอก ในขณะที่มีรายงานว่า การออกดอกของมะม่วงมากขึ้น เมื่อสารคล้ายจิบเบอเรลลินลดลง (Pongsomboon *et al.*, 1997)

สรุปและข้อเสนอแนะ

ในระยะก่อนออกดอก ลองกองมีการสะสมคาร์โบไฮเดรต (TNC) ในเปลือกต้น สูงกว่าในระยะหลังเก็บเกี่ยว แต่ TNC ในใบทั้งสองระยะไม่แตกต่างกัน โดยที่ไม่พบความสัมพันธ์ที่ชัดเจนระหว่าง TNC และธาตุอาหาร อย่างไรก็ตาม ต้นที่ออกดอกมากมี TNC สูง เมื่อประเมินค่า TNC และ C : N ratio ที่เหมาะสมต่อการออกดอกของลองกอง โดยวิธีการประเมินจากต้นที่ออกดอกมากเทียบกับวิธีใช้เส้นขอบเขต พบว่าได้ค่าใกล้เคียงกัน แต่วิธีใช้เส้นขอบเขตประเมินได้ละเอียดกว่า ดังนั้นจึงควรใช้ค่ามาตรฐานจากวิธีนี้ โดย TNC ที่เหมาะสมในใบ และในเปลือกต้น คือ 52 – 64 และ 137 - 152 g kg^{-1} ส่วนค่า C : N ratio ที่เหมาะสม ในใบและเปลือก คือ 2.16 -2.69 และ 10.80 – 13.64 ในทางปฏิบัติเพื่อความสะดวกในการเก็บตัวอย่างและลดการรบกวนต้นลองกอง จึงแนะนำให้ใช้ตัวอย่างใบย่อยคู่กลางจากใบประกอบตำแหน่งที่ 2 ซึ่งเป็นใบที่มีอายุ 4- 5 เดือน หลังจากที่ทราบระดับ TNC แล้วจะ

ทำให้ทราบว่ามีอาหารสะสมเพียงพอหรือไม่ หากมีค่าต่ำหรือสูงเกินไปก็จะได้หาแนวทางจัดการให้อยู่ในระดับที่เหมาะสมต่อไป

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้เป็นส่วนหนึ่งของงานวิจัยโครงการ การปรับปรุงดินและความต้องการธาตุอาหารของลองกอง ซึ่งได้รับทุนอุดหนุนการวิจัยจากงบประมาณแผ่นดินประจำปี 2545-2547

เอกสารอ้างอิง

กวิศร์ วานิชกุล, ยงยุทธ โอสถสภา, สุรนันต์ สุภัทรพันธ์, สุมน มาสุธน, จงรักษ์ แก้วประสิทธ์ และ มาลี ณ นคร. 2533. ผลของปัจจัยสภาพแวดล้อมที่มีต่อปริมาณคาร์โบไฮเดรตไนโตรเจนในใบและการเกิดตาดอกของเงาะโรงเรียน. ว. วิทยาศาสตรเกษตร (วิทย.) 24 : 8 – 15.

กานดา ตันติยวงค์. 2535. ผลของจิบเบอเรลลิคแอซิคต่อการพัฒนาตาดอกและการเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยาของดอกและผลของลองกอง. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (เกษตรศาสตร์). มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

จำเป็น อ่อนทอง. 2545. คู่มือการวิเคราะห์ดินและพืช. สงขลา. ภาควิชาธรณีศาสตร์ คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

จำเป็น อ่อนทอง, สุรชาติ เพชรแก้ว, สายใจ กิ้มสงวน, มงคล แซ่หลิม และ จรัสศรี นวลศรี. 2547. ความต้องการธาตุอาหารของลองกองและการจัดการโดยใช้ผลการวิเคราะห์ดินและธาตุอาหารในใบ. *ใน* เอกสารประกอบการถ่ายทอดเทคโนโลยี เรื่อง การวิจัยและพัฒนาการจัดการระบบการผลิตลองกองในภาคใต้. ณ คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัย-สงขลานครินทร์ 24 มีนาคม 2547. หน้า 7-1 ถึง 7-24.

ชนินทร์ ศิริขันตยกุล. 2547. อิทธิพลของคาร์โบไฮเดรตและไนโตรเจนในใบและกิ่งต่อการออกดอกของส้มโอพันธุ์หอมหาดใหญ่. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาพืชศาสตร์. มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

ณัฐวดี วังสิน และ ธนะชัย พันธ์เกษมสุข. 2546. ผลของโพแทสเซียมคลอเรตต่อการเปลี่ยนแปลงปริมาณสารคล้ายไซโตไคนินในช่วงก่อนการออกดอกของของยอดลำไยพันธุ์ดอ. วารสารเกษตร 19 : 31 – 36.

ธีระพงศ์ ชมใจ. 2544. ผลของสภาวะเครียดน้ำและสารไทโอยูเรียต่อการออกกอกของลองกอง (*Aglaia dookkoo* Griff.). วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาพืชสวน. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

โนรี อิสมะแอ และ สายัณห์ สดุดี. 2547. ผลของการตัดรากและการรัดกิ่งต่อการตอบสนองทางสรีรวิทยาและการพัฒนาของตาดอกลองกอง. ว. สงขลานครินทร์ วทท. 26 : 455 - 466.

โนรี อิสมะแอ. 2546. การบรรเทาการเกิดผลปีเว้นปีของลองกอง. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตร-มหาบัณฑิต. มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

พีรเดช ทองอำไพ. 2537. ฮอร์โมนพืชและสารสังเคราะห์ แนวทางการใช้ประโยชน์ในประเทศไทย. ภาควิชาพืชสวน คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

มนต์สรวง เรืองขนาบ มงคล แซ่หลิม และ สายัณห์ สดุดี. 2547. การชักนำการออกดอกลองกองโดยวิธีการตัดแต่งราก. *ใน* เอกสารประกอบการถ่ายทอดเทคโนโลยี การวิจัยและพัฒนาการจัดการระบบการผลิตลองกองในภาคใต้. ณ คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ 20 สิงหาคม 2547 หน้า 4.2-1 ถึง 4.2-12.

รวี เสรฐภักดี. 2543. การปลูกและการจัดทรงพุ่มลองกอง. *ใน* โครงการอบรมเชิงปฏิบัติการเทคโนโลยีการผลิตลองกอง. ณ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตปัตตานี 27-29 มีนาคม 2543 หน้า 11 - 15.

รัตนา ถาวร และ ระวีเศรฐภักดี. 2548. ผลของความเครียดน้ำและอัตราปุ๋ยโพแทสเซียมคลอไรด์ต่อการออกดอกของส้มเปลือกล่อนพันธุ์โชกุน. ว. วิทย. กษ. 36 (พิเศษ) : 28 - 31.

ราชัน สุขวัฒนวิจิตร. 2545. ความเข้มข้นของธาตุอาหารและคาร์โบไฮเดรตในใบลองกองต้นที่ให้ผลผลิตและไม่ให้ผลผลิต. รายงานวิชาปัญหาพิเศษ ภาควิชาธรณีศาสตร์ คณะทรัพยากร-ธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

วสันต์ ผ่องสมบูรณ์ และ สุรนันท์ สุภัทรพันธ์. 2530. การศึกษาคาร์โบไฮเดรตในปลายกิ่งในระยะของการพักตัวของตาดอกท้อจำนวน 3 พันธุ์. ว.เกษตรศาสตร์ (วิทย) 21: 1 - 10.

วันทนา ทองเล่ม และ ธนะชัย พันธ์เกษมสุข. 2544. การเปลี่ยนแปลงปริมาณของเอทธิลีนและคาร์โบไฮเดรตที่ไม่ใช่โครงสร้างในช่วงก่อนการออกดอกของของยอดลำไยพันธุ์ดอ. วารสารเกษตร 17: 1 – 10.

ศศิธร วณิชอนุกูล. 2533. ผลของปุ๋ยโมโนโพแทสเซียมฟอสเฟตที่ให้ทางใบต่อการออกดอกและปริมาณธาตุอาหารในส่วนยอดลิ้นจี่ 2 พันธุ์. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท มหาวิทยาลัย-เกษตรศาสตร์.

ศิริชัย พงษ์วิชัย. 2544. การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติด้วยคอมพิวเตอร์. กรุงเทพฯ. สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

สังคม เตชะวงศ์เสถียร และ สุรนันต์ สุภัทรพันธุ์. 2533. การเปลี่ยนแปลงตามฤดูกาลของปริมาณคาร์โบไฮเดรตและไนโตรเจน ในกิ่งและใบของต้นกีวีฟรุตพันธุ์บรูโน. ว.เกษตรศาสตร์ (วิทย) 24 : 136 - 144.

สุนีย์ นิเทศพัตรพงศ์, ภิญโญ มีเดช, สุรกิตติ ศรีกุล และ ชาย โพธิวิส. 2540. ผลของธาตุ N, P, K และ Mg ต่อผลผลิตของปาล์มน้ำมัน. ว.ดินและปุ๋ย 19 : 171-189.

สุมิตรา ภู่วโรดม และ วิเชียร จาฏุพจน์. 2546. การใช้เส้นขอบเขตในการกำหนดค่ามาตรฐานธาตุอาหารสำหรับทุเรียน. ว.วิทย.กษ. 34 : 51 - 58.

สุมิตรา ภู่วโรดม. 2544. การจัดการธาตุอาหารสำหรับทุเรียน. ใน เอกสารประกอบการอบรม เรื่อง กลยุทธการจัดการธาตุอาหารพืชสู่รายได้ที่ยั่งยืน.ณ เค.ยู.โฮม. 18 – 19 สิงหาคม 2544. กรุงเทพฯ. หน้า 43 – 49.

สุรกิตติ ศรีกุล, มนตรี อิสรไกรศีล, จำเป็น อ่อนทอง และ ชาย โพธิวิส. 2539. ความสัมพันธ์ระหว่างการเจริญเติบโต การออกดอก และติดผลของลองกองในรอบปี กับปริมาณคาร์โบไฮเดรตและธาตุ N, P และ K. ใน รายงานการวิจัยประจำปี 2535-38. ศูนย์วิจัยพืชสวนสุราษฎร์ธานี สถาบันวิจัยพืชสวน กรมวิชาการเกษตร. หน้า 168-187.

อดุลย์ศักดิ์ กู้ด้วง และ สุรนันต์ สุภัทรพันธุ์. 2530. ผลของการควั่นกิ่งต่อการเปลี่ยนแปลงปริมาณคาร์โบไฮเดรตและการออกดอกของลิ้นจี่ 2 พันธุ์. ว.เกษตรศาสตร์ (วิทย) 21:132 – 141.

อัศจรรย์ สุขบำรุง. 2545. รายงานการวิจัยการจัดการธาตุอาหารพืชเพื่อการเพิ่มผลผลิตและควบคุมคุณภาพของมะม่วง. กรุงเทพฯ : สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย

Childer, N.F. 1983. Modern fruit science. Florida: Horticultural Publication.

Garcia-Luis, A., Fornes, F. and Guardiola, J.L. 1995. Leaf Carbohydrates and Flower Formation in Citrus. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 120: 222 – 227.

Goldschmidt, E.E. 1999. Carbohydrate supply as a critical factor for citrus fruit development and productivity. Hort Science. 34: 1020 – 1024.

Kondo, I.N., and Pudrikova, L.P. 1968. Changes in the carbohydrates of vine shoot during cold season. Hort. Abstr. 40: 3373.

Osborne, D. R. and Voogt, P. 1978. Carbohydrates. *In* The analysis of nutrients in foods. pp. 130 - 154. London : Academic Press.

Pongsomboon, W., Subhadrabandhu, S. and Stephenson, R.A. 1997. Some aspects of the ecophysiology of flowering intensity of mango (*Mangifera India* L.) cv. NamDok Mai in a semi-tropical monsoon Asian climate. Scientia Horticulture 70: 45 - 56.

Schnug, E., Heym, J. and Achwan, F. 1996. Establishing critical values for soil and plant analysis by means of the boundary line development system (bolides). Commun. Soil Sci. Plant Anal. 27: 2739 - 2748.