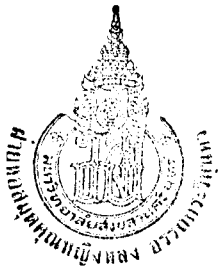


อิทธิพลของต้นตอส้มต่อการเจริญเติบโตของส้มโชกุน (*Citrus reticulata* Blanco)

Influences of Citrus Rootstocks on the Growth of Shogun (*Citrus reticulata* Blanco)

สุวิชญา รอดสุวรรณน้อย

Suwitchaya Rodsuwannoi

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาพืชศาสตร์
มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements for the Degree of
Master of Science in Plant Science
Prince of Songkla University
2550

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

เลขหมู่ SB390.07 ส75 2550 ฉ. 1
Bib Key 301084
10 มี.ค. 2551

ชื่อวิทยานิพนธ์ อิทธิพลของต้นตอส้มต่อการเจริญเติบโตของส้มโชกุน (*Citrus reticulata* Blanco)

ผู้เขียน นางสาวสุวิชญา รอดสุวรรณน้อย

สาขาวิชา พืชศาสตร์

คณะกรรมการที่ปรึกษา

..... ประธานกรรมการ
(รองศาสตราจารย์มงคล แซ่หลิม)

..... กรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร.สมปอง เตชะโต)

คณะกรรมการสอบ

..... ประธานกรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร.สายัณห์ สดุดี)

..... กรรมการ
(รองศาสตราจารย์มงคล แซ่หลิม)

..... กรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร.สมปอง เตชะโต)

..... กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.มนตรี อิสรไกรศีล)

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา ตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาพืชศาสตร์

.....
(รองศาสตราจารย์ ดร.เกริกชัย ทองหนู)
คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

ชื่อวิทยานิพนธ์ อิทธิพลของต้นตอส้มต่อการเจริญเติบโตของส้มโชกุน (*Citrus reticulata* Blanco)

ผู้เขียน นางสาวสุวิชญา รอดสุวรรณน้อย

สาขาวิชา พืชศาสตร์

ปีการศึกษา 2550

บทคัดย่อ

การศึกษาอิทธิพลของต้นตอส้มอายุ 1 ปี ในเรือนเพาะชำ และ 5 ปี ในแปลงปลูกต่อการเจริญเติบโตของกิ่งส้มโชกุน (*Citrus reticulate* Blanco) ทำการทดลอง ณ แปลงทดลองภาควิชาพืชศาสตร์ และห้องปฏิบัติการเทคโนโลยีชีวภาพของพืชปลูก (ระหว่างเดือนธันวาคม 2548-ธันวาคม 2549) โดยใช้ส้มโชกุนที่ต่อกิ่งบนต้นตอส้มโอบ้าน [*Citrus grandis* (L.) Osbect] มะนาวควาย (*Citrus medica* Linn. Var. Linetta.) ส้มสามใบลูกผสมสายพันธุ์ทรอยเยอร์ซิแตรงจ์ [*Citrus sinensis* (L.) Osbeck x *Poncirus Trioliate* (L.) Raf.] และสายพันธุ์สวิงเกิลซิตรูมิโล [*Citrus paradise* x *Poncirus trifoliate* (L.) Raf.] ทำการประเมินการเจริญเติบโตและสัณฐานวิทยา ปริมาณธาตุอาหาร และรูปแบบเอนไซม์ตำแหน่งต่าง ๆ ของกิ่งเลี้ยง ผลการทดลองในกิ่งเลี้ยงส้มโชกุนอายุ 1 ปี พบว่า ส้มโชกุนที่ต่อกิ่งบนต้นตอมะนาวควายมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเหนือรอยต่อ 1.31 มิลลิเมตร และจำนวนกิ่ง 39.25 กิ่ง เพิ่มขึ้นสูงกว่าส้มโชกุนที่ต่อกิ่งบนต้นตอส้มโอบ้าน ส่วนกิ่งเลี้ยงส้มโชกุนอายุ 5 ปี พบว่า ส้มโชกุนที่ต่อกิ่งบนต้นตอส้มทรอยเยอร์ซิแตรงจ์มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเหนือรอยต่อ 2.83 มิลลิเมตร จำนวนกิ่ง 160 กิ่ง จำนวนใบ 1231.25 ใบ พื้นที่ใบ 1.23 ตารางเมตร และความสูง 61.75 เซนติเมตรสูงกว่าส้มโชกุนที่ต่อกิ่งบนต้นตอส้มสวิงเกิลซิตรูมิโล แตกต่างกันทางสถิติที่ $P \leq 0.05$ ผลการศึกษาปริมาณธาตุอาหารในกิ่งเลี้ยงอายุ 1 ปี พบว่า ส้มโชกุนที่ต่อกิ่งบนต้นตอมะนาวควายมีปริมาณคาร์โบไฮเดรต 20.37 % และสัดส่วน C:N 8.76 สูงกว่าส้มโชกุนที่ต่อกิ่งบนต้นตอส้มโอบ้าน ส่วนกิ่งเลี้ยงอายุ 5 ปี พบว่า ส้มโชกุนที่ต่อกิ่งบนต้นตอส้มทรอยเยอร์ซิแตรงจ์มีปริมาณคาร์โบไฮเดรต 16.87 % สัดส่วน C:N 5.89 และโพแทสเซียม 23.65 กรัม/กิโลกรัม สูงกว่าส้มโชกุนที่ต่อกิ่งบนต้นตอส้มสวิงเกิลซิตรูมิโล ผลของต้นตอต่อรูปแบบเอนไซม์ตำแหน่งต่าง ๆ ของกิ่งเลี้ยง พบว่า ต้นตอมะนาวควาย ส้มทรอยเยอร์ซิแตรงจ์ และส้มสวิงเกิลซิตรูมิโล ส่งผลให้รูปแบบเอนไซม์เอสเตอเรสเปลี่ยนแปลงไปจากเดิมเมื่อเปรียบเทียบกับรูปแบบเอนไซม์ของกิ่งตอนส้มโชกุน นอกจากนี้ยังพบว่า ตำแหน่งเหนือรอยต่อ 2 และ 30 เซนติเมตร สามารถใช้ศึกษาอิทธิพลของต้นตอได้ชัดเจนกว่าการเอนไซม์จากตาข้าง

Thesis Title	Influences of Citrus Rootstocks on the Growth of Shogun (*Citrus reticulata* Blanco)
Author	Miss Suwitchaya Rodsuwannoi
Major Program	Plant Science
Academic Year	2550

Abstract

Influences of 1 year (in the nursery) and 5 year (in the field) of Citrus rootstocks on the growth of Shogun (*Citrus reticulata* Blanco) was carried out at the experimental field and Biotechnology Laboratory of the Department of Plant Science, Faculty of Natural Resources, Prince of Songkla University during December 2005 to December 2006. The 1-year old of Pummelo [*Citrus grandis* (L.) Osbeck] ,Manaao-khwaai (*Citrus medica* Linn. Var. Linetta.) and 5-year old of Troyer Citrange [*Citrus sinensis* (L.) Osbeck x *Poncirus Trioliate* (L.) Raf.] and Swingle Citrumelo [*Citrus paradise* x *Poncirus trifoliate* (L.) Raf.] were used as the Shogun rootstock. The growth and morphological characteristics, foliar nutrient and enzyme pattern of Shogun scions were evaluated. It was found that the Shogun on Manaao-khwaai rootstocks gave the best result in stem diameter (1.31 mm.), branch number (39.25 branch) which was higher than Shogun on Pummelo rootstocks. The Shogun on Troyer citrange rootstocks gave better result in stem diameter (2.83 mm.), branch number (160 branch), leave number (1231.25 leaves), leave area (1.23 m^2) and height (61.75 cm) than Shogun on Swingle Citrumelo rootstocks which was significantly different at $P \leq 0.05$. The 1-year Shogun scion on Manaao-khwaai rootstocks gave highest of foliar carbohydrate (20.37 %) and leaf C:N ratio (8.76). The 5-year Shogun scion on Troyer Citrange gave highest of foliar carbohydrate (16.87 %), leaf C:N ratio (5.781) and leaf potassium (23.65 g/kg). The esterase enzyme pattern showed influences of rootstock on Shogun grafted on Manaao-khwaai , Troyer Citrange and Swingle Citrumelo. The 2 cm and 30 cm of enzyme pattern above the graft union were more clearly than that of the enzyme pattern from the scion bud.

กิตติกรรมประกาศ

กราบขอบพระคุณรองศาสตราจารย์มงคล แซ่หลิม ประธานกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ รองศาสตราจารย์ ดร. สมปอง เตชะโต กรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ที่กรุณาให้คำปรึกษาแนะนำในการทำวิจัยและตรวจแก้ไขวิทยานิพนธ์ฉบับนี้จนเสร็จสมบูรณ์ และขอกราบขอบพระคุณรองศาสตราจารย์ ดร. สายัณห์ สดุดี และผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. มนตรี อิสรไกรศีล กรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ที่กรุณาให้คำแนะนำและตรวจทานแก้ไขวิทยานิพนธ์ให้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น

ขอขอบพระคุณบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ ที่ให้ทุนสนับสนุนงานวิจัยในการทำวิทยานิพนธ์ครั้งนี้

ขอขอบพระคุณภาควิชาพืชศาสตร์ ภาควิชาธรณีศาสตร์ คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ ที่ให้ความอนุเคราะห์สถานที่และเครื่องมือในการทำวิจัย

สุดท้ายนี้ขอขอบคุณบุคลากรภาควิชาพืชศาสตร์ พี่ ๆ เพื่อน ๆ น้อง ๆ ที่ให้ความช่วยเหลือในการทำวิจัยครั้งนี้ และที่สำคัญขอกราบขอบพระคุณพ่อ แม่ ที่ช่วยเหลือในการให้ทุนสนับสนุนในการทำวิจัยและให้กำลังใจที่ดีต่อผู้เขียนมาโดยตลอด

สุวิชญา รอดสุวรรณน้อย

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อ	(3)
Abstract	(4)
กิตติกรรมประกาศ	(5)
สารบัญ	(6)
รายการตาราง	(7)
รายการตารางภาคผนวก	(8)
รายการภาพประกอบ	(9)
รายการภาพประกอบภาคผนวก	(11)
บทที่	
1. บทนำ	1
บทนำต้นเรื่อง	1
การตรวจเอกสาร	2
วัตถุประสงค์	12
2. วัสดุ อุปกรณ์และวิธีการ	13
3. ผล	21
4. วิจารณ์	60
5. สรุป	63
เอกสารอ้างอิง	65
ภาคผนวก	70
ประวัติผู้เขียน	80

รายการตาราง

ตารางที่		หน้า
1	คุณสมบัติของต้นตอบางชนิดที่ทนโรคและสภาพดินฟ้าอากาศ	5
2	ปริมาณคาร์โบไฮเดรต (%) ตำแหน่งต่าง ๆ บนต้นส้มโชกุน ในเดือนธันวาคม 2549	33
3	ปริมาณไนโตรเจน (%) ตำแหน่งต่าง ๆ บนต้นส้มโชกุน ในเดือนธันวาคม 2549	36
4	สัดส่วน C:N ตำแหน่งต่าง ๆ บนต้นส้มโชกุนในเดือนธันวาคม 2549	39
5	ปริมาณฟอสฟอรัส (กรัม/กิโลกรัม) ตำแหน่งต่าง ๆ บนต้นส้มโชกุน ในเดือนธันวาคม 2549	42
6	ปริมาณโพแทสเซียม (กรัม/กิโลกรัม) ตำแหน่งต่าง ๆ บนต้นส้มโชกุน ในเดือนธันวาคม 2549	45

รายการตารางภาคผนวก

ตารางผนวกที่		หน้า
1	ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเหนือรอยต่อ (มิลลิเมตร)	71
2	จำนวนกิ่ง	72
3	จำนวนใบ	73
4	พื้นที่ใบ (ตารางเมตร)	74
5	ความสูง (เซนติเมตร)	75
6	ปริมาณคาร์โบไฮเดรต (%)	76
7	ปริมาณไนโตรเจน (%)	76
8	สัดส่วน C/N	77
9	ปริมาณฟอสฟอรัส (กรัม/กิโลกรัม)	77
10	ปริมาณโพแทสเซียม (กรัม/กิโลกรัม)	78

รายการภาพประกอบ

ภาพที่		หน้า
1	ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเหนือรอยต่อ (มิลลิเมตร) ของส้มโชกุนที่ต่อกิ่งบนต้นตอชนิดต่าง ๆ ระหว่างเดือนธันวาคม 2548 - ธันวาคม 2549	22
2	จำนวนกิ่งของส้มโชกุนที่ต่อกิ่งบนต้นตอชนิดต่าง ๆ ระหว่างเดือนธันวาคม 2548 - ธันวาคม 2549	24
3	จำนวนใบของส้มโชกุนที่ต่อกิ่งบนต้นตอชนิดต่าง ๆ ระหว่างเดือนธันวาคม 2548 - ธันวาคม 2549	26
4	พื้นที่ใบ (ตร.ม.) ของส้มโชกุนที่ต่อกิ่งบนต้นตอชนิดต่าง ๆ ระหว่างเดือนธันวาคม 2548 - ธันวาคม 2549	28
5	ความสูง (เซนติเมตร) ของส้มโชกุนที่ต่อกิ่งบนต้นตอชนิดต่าง ๆ ระหว่างเดือนธันวาคม 2548 - ธันวาคม 2549	30
6	ปริมาณคาร์โบไฮเดรต (%) ในใบของส้มโชกุนที่ต่อกิ่งบนต้นตอชนิดต่าง ๆ ระหว่างเดือนธันวาคม 2548 - ธันวาคม 2549	32
7	ปริมาณไนโตรเจน (%) ในใบของส้มโชกุนที่ต่อกิ่งบนต้นตอ ระหว่างเดือนธันวาคม 2548 - ธันวาคม 2549	35
8	สัดส่วน C:N ในใบของส้มโชกุนที่ต่อกิ่งบนต้นตอชนิดต่าง ๆ ระหว่างเดือนธันวาคม 2548 - ธันวาคม 2549	38
9	ปริมาณฟอสฟอรัส (กรัม/กิโลกรัม) ในใบของส้มโชกุนที่ต่อกิ่งบนต้นตอชนิดต่าง ๆ ระหว่างเดือนธันวาคม 2548 - ธันวาคม 2549	41
10	ปริมาณโพแทสเซียม (กรัม/กิโลกรัม) ในใบของส้มโชกุนที่ต่อกิ่งบนต้นตอชนิดต่าง ๆ ระหว่างเดือนธันวาคม 2548 - ธันวาคม 2549	44
11	การเปรียบเทียบระบบเอนไซม์ระหว่างระบบเอนไซม์เปอร์ออกซิเดสและระบบเอนไซม์เอสเตอเรสของกิ่งส้มโชกุน	46
12	การเปรียบเทียบอิทธิพลของต้นตอต่อรูปแบบเอนไซม์เอสเตอเรสของส้มโชกุนที่ต่อกิ่งบนต้นตอชนิดต่าง ๆ ในเดือนธันวาคม 2548 เดือนมีนาคม 2549 และเดือนมิถุนายน 2549	48

รายการภาพประกอบ (ต่อ)

ภาพที่ หน้า

13 การเปรียบเทียบอิทธิพลของต้นตอต่อรูปแบบเอนไซม์เอสเตอเรสของส้มโชกุนที่ต่อกิ่งบนต้นตอชนิดต่าง ๆ ในเดือนกันยายน 2549 และเดือนธันวาคม 2549 49

14 การเปรียบเทียบรูปแบบเอนไซม์เอสเตอเรสที่ตำแหน่งต่าง ๆ ของกิ่งเลี้ยงส้มโชกุนบริเวณเหนือรอยต่อ 2 เซนติเมตร เหนือรอยต่อ 30 เซนติเมตร และตาข้าง ในเดือนธันวาคม 2548 51

15 การเปรียบเทียบรูปแบบเอนไซมเอสเตอเรสที่ตำแหน่งต่าง ๆ ของกิ่งเลี้ยงส้มโชกุนบริเวณเหนือรอยต่อ 2 เซนติเมตร เหนือรอยต่อ 30 เซนติเมตร และตาข้าง ในเดือนมีนาคม 2549 53

16 การเปรียบเทียบรูปแบบเอนไซม์เอสเตอเรสที่ตำแหน่งต่าง ๆ ของกิ่งเลี้ยงส้มโชกุนบริเวณเหนือรอยต่อ 2 เซนติเมตร เหนือรอยต่อ 30 เซนติเมตร และตาข้าง ในเดือนมิถุนายน 2549 55

17 การเปรียบเทียบรูปแบบเอนไซม์เอสเตอเรสที่ตำแหน่งต่าง ๆ ของกิ่งเลี้ยงส้มโชกุนบริเวณเหนือรอยต่อ 2 เซนติเมตร เหนือรอยต่อ 30 เซนติเมตร และตาข้าง ในเดือนกันยายน 2549 57

18 การเปรียบเทียบรูปแบบเอนไซม์เอสเตอเรสที่ตำแหน่งต่าง ๆ ของกิ่งเลี้ยงส้มโชกุนบริเวณเหนือรอยต่อ 2 เซนติเมตร เหนือรอยต่อ 30 เซนติเมตร และตาข้าง ในเดือนธันวาคม 2549 59

รายการภาพประกอบภาคผนวก

ภาพผนวกที่		หน้า
1	ความสัมพันธ์ระหว่างความกว้างกับพื้นที่ใบส้มจากการวัดค่าโดยเครื่องวัดพื้นที่ใบ	79
2	สภาพอากาศ (ปริมาณน้ำฝน การระเหยน้ำ อุณหภูมิสูงสุด อุณหภูมิต่ำสุด) ช่วงเดือนธันวาคม 2548 ถึงเดือนธันวาคม 2549	79

บทที่ 1

บทนำ

บทนำต้นเรื่อง

ส้มโชกุน (*Citrus reticulata* Blanco) อยู่ในวงศ์ Rutaceae เป็นส้มเปลือกล่อนชนิดหนึ่งในกลุ่มแมนดาริน ลักษณะสำคัญของส้มกลุ่มนี้ คือ เป็นส้มที่มีเปลือกหลุดล่อนออกจากส่วนเนื้อได้ง่าย ส่วนของกลีบผล สามารถหลุดแยกจากกันได้ง่าย (จุฑามาส, 2547) ส้มโชกุนปลูกมากที่จังหวัดยะลา ชุมพร กระบี่ (กรมส่งเสริมการเกษตร, 2540) โดยผลจะมีขนาดโตกว่าส้มเขียวหวานเล็กน้อยแต่เนื้อผลมีสีส้มจัดและมีรสชาติดี คือ มีเปอร์เซ็นต์น้ำส้มสูง กลิ่นหอม เนื้อนิ่ม รสชาติหวานอมเปรี้ยว (มงคล, 2536) จึงเป็นที่นิยมบริโภคและนิยมปลูกมากเพราะราคาค่อนข้างสูง แต่ในการผลิตส้มส่วนใหญ่ประสบปัญหาหลาย ๆ อย่าง โดยเฉพาะปัญหาเรื่องโรค เช่น โรคที่เกิดจากการขาดธาตุอาหาร โรคราภเน่าโคนเน่า โรคที่เกิดจากแบคทีเรีย คือ โรคแคงเคอร์และโรคกรีนนิ่ง และโรคที่เกิดจากไวรัส คือ โรคที่เกิดจากเชื้อทริสเตซา และโรคที่เกิดจากเชื้อรา คือ โรคที่เกิดจากเชื้อไฟท็อบโทรา (ปฐพีชล, 2541) ปัญหาที่ส่งผลกระทบต่อการเจริญของต้นส้มโดยทำให้ต้นทรุดโทรม ให้ผลผลิตลดลงและอาจตายได้ สาเหตุสำคัญของโรคที่เกิดจากเชื้อไวรัสซึ่งมีเพลี้ยเป็นพาหะนำโรค (รัตนา, 2537) จากการสำรวจการปลูกส้มโชกุนในภาคใต้นิยมใช้กิ่งตอนและปักกิ่งชำเนื่องจากออกรากได้ง่ายและให้ผลผลิตเร็ว (มงคล และคณะ, 2542) ปัจจุบันวิธีการติดตาต่อกิ่งบนต้นตอได้รับความนิยมสูง เพราะช่วยส่งเสริมการเจริญเติบโต การให้ผลผลิต คุณภาพผลผลิตดี และต้านทานต่อโรคได้ (Hartmann *et al.*, 1997) เกษตรกรผู้ปลูกส้มทางภาคเหนือของประเทศไทยได้นำเข้าต้นตอพันธุ์ต่าง ๆ เช่น ส้มทรอยเยอร์ซิแตรงจ์ และส้มสวิงเกิลซิตรูมิโล ทดลองเสียบยอดกับส้มโชกุนบ้างแล้ว แต่ยังไม่มีรายงานถึงอิทธิพลของต้นตอพันธุ์ที่นำมาใช้ มีการทดสอบอิทธิพลของต้นตอที่มีต่อคุณภาพของผลต้นพันธุ์ดีในหลายประเทศที่เป็นแหล่งปลูกส้ม เช่น การใช้ต้นตอส้ม 12 ชนิดเป็นต้นตอในการผลิตส้มเกร็ฟฟรุ๊ท สายพันธุ์ Redblush (*Citrus paradise* Macf.) (Fallahi *et al.*, 1989) และการทดสอบอิทธิพลของต้นตอที่มีต่อคุณภาพของผลส้มแมนดารินสายพันธุ์ Nova ที่มีต่อกิ่งบนต้นตอส้ม 11 ชนิดที่ปลูกในไซปรัส (Georgiou, 2000) ซึ่งสามารถเป็นแนวทางในการหาพันธุ์ต้นตอส้มที่มีความเหมาะสมต่อการขยายพันธุ์ส้มโชกุนเสียบยอด และช่วยส่งเสริมให้ต้นตอส้มโชกุนมีการเจริญเติบโตที่ดีและต้านทานต่อการเกิดโรคต่อไป

การตรวจเอกสาร

ส้มโชกุนเจริญเติบโตได้ดีในบริเวณที่มีอุณหภูมิประมาณ 25 องศาเซลเซียส ชอบดินร่วนปนทรายที่มีอินทรียวัตถุสูง การระบายน้ำดี ดินควรเป็นกรดเล็กน้อยและไม่ใกล้ทะเล เกินไปเพราะไม่ชอบดินเค็ม ส้มโชกุนเป็นที่นิยมบริโภคมากในปัจจุบัน การขยายพันธุ์โดยการต่อกิ่ง เสียบกิ่ง เสียบยอด (grafting) ช่วยส่งเสริมการให้ผลผลิตดีขึ้น ทั้งนี้เพราะมีการใช้ต้นตอที่ทนทานต่อสภาพแวดล้อมที่ไม่เหมาะสม การปลูกส้มโชกุนในภาคใต้นิยมใช้กิ่งตอนและปักกิ่งชำ เนื่องจากออกรากได้ง่าย และให้ผลผลิตเร็ว (มงคล และคณะ, 2542) แหล่งปลูกส้มโชกุนนอกจากภาคใต้ยังมีแหล่งปลูกส้มโชกุนในภาคเหนือที่จังหวัดลำปาง เชียงใหม่ และเชียงราย ภาคตะวันตกที่จังหวัดกาญจนบุรี ซึ่งแหล่งปลูกส้มโชกุนในแต่ละพื้นที่มีข้อได้เปรียบและเสียเปรียบแตกต่างกันไป เช่น รสชาติ สีผิวและความหอมของเปลือก โดยส้มโชกุนที่ปลูกในภาคใต้จะได้เปรียบในแง่ของการคงเอกลักษณ์ของผิวสีเขียวรวมทั้งคุณภาพของเนื้อที่มีกลิ่นหอมและรสชาติกลมกล่อม ส่วนทางภาคเหนือจะได้เปรียบในเรื่องสีผิวที่มีสีเหลืองทอง (เปรมปรี, 2538 อ้างโดย ลักขนา, 2548) ลักษณะเด่นของส้มโชกุนคือ มีทรงพุ่มสูง ลำต้นสูงและแข็งแรงกว่าส้มเขียวหวานทั้งทางด้านโครงสร้างและความต้านทานโรค กิ่งและใบของส้มโชกุนจะมีลักษณะตั้งขึ้น ใบมีสีเขียวเข้ม และทรงพุ่มแน่น ดอกสีขาวใหญ่กว่าส้มเขียวหวานบางมดเล็กน้อย แต่รูปร่างและขนาดผลไม่แตกต่างจากส้มเขียวหวานบางมดมากนัก (นพรัตน์, 2536) เพื่อเป็นการหนีหรือป้องกันโรคโดยการหาต้นตอที่แข็งแรงและต้านทานต่อการเกิดโรคมาใช้ในการขยายพันธุ์

1. 1 อิทธิพลของต้นตอต่อลักษณะทางสัณฐานวิทยาของกิ่งพันธุ์ดี

1.1.1 คุณสมบัติของต้นตอ

ส้มสามารถขยายพันธุ์ได้ 2 แบบ คือ การขยายพันธุ์ด้วยเมล็ดและการขยายพันธุ์โดยใช้ส่วนอื่น ๆ ได้แก่ กิ่ง ยอด ตา เช่น วิธีการปักชำ ตอน ติดตา และการต่อกิ่ง เกษตรกรนิยมขยายพันธุ์โดยวิธีการตอน ติดตาและต่อกิ่ง เนื่องจากส้มจะให้ผลผลิตเร็วกว่าการเพาะเมล็ด และทรงพุ่มแผ่กว้างทำให้เก็บเกี่ยวได้สะดวก นอกจากนี้การใช้ต้นตอที่เหมาะสมทำให้ทนต่อโรครากเน่าและโคนเน่า จากคุณสมบัติดังกล่าวทำให้ผู้ปลูกนิยมใช้ต้นตอในการขยายพันธุ์ส้มมากขึ้น ต้นตอที่เหมาะสมในส้มแต่ละพันธุ์แตกต่างกัน คุณลักษณะของต้นตอที่ดีมีดังนี้

- การให้ต้นกล้าจากนิวเซลลัสเซลล์ในระดับสูง
- การประสานตัวของเซลล์รอยต่อกับกิ่งพันธุ์ได้ดี
- การเจริญเติบโตดีในดินแทบทุกชนิด
- การทนต่อโรคไวรัส หรือเชื้อรา หรือไส้เดือนฝอยในระดับสูง
- การทนต่อสภาพความแห้งแล้ง หรือที่ที่มีลมแรงได้ดี
- การทำให้กิ่งพันธุ์ดีให้ผลผลิตสูง และมีคุณภาพผลไม่เปลี่ยนจากเดิม
- มีอัตราการเจริญเติบโตใกล้เคียงกันกับกิ่งพันธุ์ดี

ต้นตอส้มที่จะคัดเลือกมาใช้กับกิ่งพันธุ์ดี ควรมีคุณสมบัติช่วยส่งเสริมการเจริญเติบโตของกิ่งพันธุ์ดี เป็นต้นตอที่แข็งแรง ต้านทานโรคระบาดในแต่ละท้องถิ่น และไม่ส่งผลกระทบต่อผลผลิตส้มนั้น ๆ (มงคล และคณะ, 2542) ต้นส้มที่นิยมนำมาใช้เป็นต้นตอ มี 5 กลุ่ม คือ รัฟเลมอน (*Citrus jambhiri* Lush.) ซาวออเรน (*Citrus aurantium* L.) สวีทออเรน [*Citrus sinensis* (L.) Osb.] ส้มสามใบ [*Poncirus trifoliate* (L.) Raf.] และเกร็ฟฟรุ๊ท (Davies and Albrigo, 1994) ซึ่งในแต่ละกลุ่มจะรวมลูกผสมไว้ด้วย โดยต้นตอในแต่ละสกุลมีคุณสมบัติของต้นตอแตกต่างกัน จากการรายงานของ Price (2004) แนะนำให้ใช้ต้นตอส้ม 5 ชนิดในเชิงพานิชย์ คือ ซาวออเรน คาริโซซิแตรงจ์ สวิงเกิลซิตรูมิโล คลีโอพัตราแมนดาริน และส้มสามใบ (*Poncirus trifoliat*) คุณสมบัติของต้นตอที่ดีมีหลายด้านขึ้นอยู่กับเกษตรกรว่าต้องการคุณสมบัติใดในการผลิตส้มและในพื้นที่ปลูกของเกษตรกรเอง

1.1.2 ลักษณะประจำพันธุ์ของพันธุ์ส้มที่นิยมใช้เป็นต้นตอ

1. ซาวออเรน (Sour orange) นิยมใช้ทำต้นตอในแถบประเทศยุโรปตอนใต้ และมลรัฐฟลอริดา มีการเจริญเติบโตได้ดีในดินหนัก และสามารถทนต่อสภาพน้ำท่วมได้ดีกว่าส้มพันธุ์อื่น ๆ ในขณะเดียวกันสามารถทนต่อสภาพแห้งแล้งได้ดี มีระบบรากลึกและแผ่กว้าง กิ่งพันธุ์ดีที่ต่อบนต้นตอซาวออเรนซ์จะให้ผลผลิตที่มีคุณภาพดี เปลือกผลบาง เนื้อผลฉ่ำน้ำ แต่มักให้ผลไม่ดก ต้นตอซาวออเรนซ์มีความทนทานต่อโรคโคนเน่าและโรคไวรัสบางชนิด แต่อ่อนแอต่อโรคสแค็ป

2. สวีทออเรน (Sweet orange) เป็นต้นตอที่มีความทนทานต่อโรคไวรัสบางชนิด เช่น ทริสเตซ่าและเอ็กโซคอทีสได้ดี แต่ไม่ทนต่อโรคโคนเน่า ดังนั้นจึงไม่เหมาะจะใช้ทำเป็นต้นตอ ในสภาพดินที่มีการระบายน้ำไม่ดี ผลผลิตที่ได้จากการใช้ต้นตอสวีทออเรนซ์ ให้คุณภาพผลดีมาก พันธุ์ที่ประเทศบราซิลใช้ทำต้นตอ ได้แก่ พันธุ์เบสซี่ และพันธุ์ไซพีรา สวีทออเรนซ์ให้ต้นกล้าที่เกิดจากเซลล์นิวเซลลัสถึงร้อยละ 70 - 90

3. แมนดาริน (Mandarins) ให้ต้นกล้าที่เกิดจากนิวเซลลัสร้อยละ 80 - 100 และทุกพันธุ์มีความทนทานต่อโรคสแค็ปและโรคไวรัสบางชนิด พันธุ์ที่นิยมใช้เป็นต้นตอมีพันธุ์

3.1 คลีโอพัตรา (Cleopatra mandarin) มีลักษณะทรงพุ่มกลม ผลขนาดเล็ก เจริญเติบโตได้ดีแม้ในสภาพดินเหนียวจัด แต่ไม่ทนต่อโรคโคนเน่า และมีคุณสมบัติทำให้กิ่งพันธุ์ดีมีขนาดลำต้นเล็กและให้ผลผลิตช้า

3.2 ซันไก (*Citrus sunki*) นิยมใช้ทำต้นตอในประเทศจีน และไต้หวัน ซึ่งมีการเจริญเติบโตเร็วกว่าต้นตอพันธุ์อื่น ๆ

3.3 แลงเพอร์ (Rangpur lime) เชื่อว่าเป็นลูกผสมจากเลมอนและแมนดาริน มีลักษณะผลก้ำกึ่งระหว่างเลมอน ไลม์ และแมนดาริน ทำให้มีชื่อเรียกต่าง ๆ กัน เช่น ในสหรัฐอเมริกาเรียกแลงเพอร์ไลม์ ในบราซิลเรียกเลมอน อย่างไรก็ตาม ต้นตอแลงเพอร์นี้มีคุณสมบัติเป็นต้นตอที่ดีมาก เช่น มีความทนทานต่อสภาพแห้งแล้งได้ดี ทำให้กิ่งพันธุ์ดีให้ดอกออกผลเร็วขึ้น และให้ผลดก แต่อ่อนแอต่อโรคไวรัสบางชนิด

4. ส้มสามใบ (Trifoliate orange) ทนต่อสภาพความเย็นได้ดีมาก จึงเหมาะที่จะเป็นต้นตอของพันธุ์ส้มที่ปลูกในเขตอากาศกึ่งร้อนให้ต้นกล้าที่เกิดจากเซลล์นิวเซลลัสประมาณร้อยละ 70 แต่ต้นกล้าเจริญเติบโตค่อนข้างช้า นอกจากนี้ยังมีคุณสมบัติทนต่อโรคโคนเน่าและโรคไวรัสบางชนิด แต่ไม่ทนต่อโรคแคงเกอร์และโรคสแค็ป ต้นตอส้มสามใบมีอิทธิพลทำให้กิ่งพันธุ์ดีให้ผลขนาดค่อนข้างเล็กแต่มีคุณภาพดีเยี่ยม ส้มสามใบไม่นิยมใช้เป็นต้นตอของเลมอนพันธุ์ลิสบอน และถ้าใช้เป็นต้นตอของแมนดารินจะทำให้ทรงพุ่มเตี้ยแคระ มักนิยมใช้ทำต้นตอในเขตหนาวและกึ่งร้อนเท่านั้น

5. ซิตรอน (Citron) เป็นลูกผสมระหว่างสวีทออเรนซ์กับส้มสามใบ มีใบเป็นแบบ trifoliate มีนิสัยไม่ผลัดใบ และเมล็ดมีคุณสมบัติให้ต้นกล้าหลายต้นต่อเมล็ด มีความทนต่อโรคโคนเน่าและโรคไวรัสบางชนิด

คุณสมบัติของต้นตอแต่ละพันธุ์อาจไม่ครบตามลักษณะข้างต้น สามารถเลือกตามสภาพท้องถิ่นและวัตถุประสงค์ของผู้ปลูกเป็นเกณฑ์ และควรเป็นพันธุ์ที่มีเมล็ดมากพอสมควร ต้นตอบางชนิดมียังมีคุณสมบัติต้านทานต่อโรคที่สำคัญทางเศรษฐกิจ และทนต่อสภาพแวดล้อมแตกต่างกันดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 คุณสมบัติของต้นตอบางชนิดที่ทนโรคและสภาพดินฟ้าอากาศ

ชนิดของต้นตอ	ความทนต่อโรคและสภาพอากาศ					ผลผลิต	คุณภาพผล
	โคนเน่า	ทริสเตซ่า	เอ็กโซคอทีส	ไส้เดือนฝอย	ดินฟ้าอากาศ		
ซาวออเรนซ์	ดีมาก	เลวมาก	ดีมาก	ปานกลาง	ปานกลาง	ปานกลาง	ดีมาก
สวีทออเรนซ์	เลว	ดีมาก	ดี	ปานกลาง	ปานกลาง	ดี	ดีมาก
รัฟเลมอน	เลวมาก	ดี	ดี	เลว	ปานกลาง	ดีมาก	เลว
คลีโอพัตรา	ปานกลาง	ดีมาก	ดี	ปานกลาง	ดี	ปานกลาง	ดี
แลงเพอร์	ปานกลาง	ดีมาก	เลวมาก	ปานกลาง	ดีมาก	ดีมาก	ปานกลาง
สวีทไลม์	เลว	เลว	ปานกลาง	ปานกลาง	ปานกลาง	ดี	ดีมาก
ทรอยเยอร์	ดี	ดีมาก	เลว	ดี	เลว	ดี	ดี
ซิตรอน	ดีมาก	ดีมาก	เลวมาก	ดีมาก	เลวมาก	ปานกลาง	ดีมาก

Samson (1980) อ้างโดย มงคล (2536) (มงคล, 2536)

1.1.3 อิทธิพลของต้นตอ

ด้านการเจริญเติบโต กาญจนา (2546) ได้ทำการศึกษาการพัฒนารอยประสานและการเจริญเติบโตของส้มพันธุ์เซกินาเวล (*Citrus sinensis* Osb.) และพันธุ์มัสซูยามาวะเซ ซัซซูมา (*Citrus unshiu* Marc.) บนต้นตอส้มบางชนิด พบว่า การเจริญเติบโตของส้มพันธุ์เซกินาเวลบนต้นตอคลีโอพัตราแมนดารินมีความแข็งแรงสูงที่สุด รองลงมาคือ ต้นตอทรอยเยอร์ซิแตรงจ์ ส้มสามใบ Rubidoux และคาริโซซิแตรงจ์ ต้นตอไฟอิงดรากอน มีการเจริญเติบโตต่ำสุด ส่วนการเจริญเติบโตของส้มพันธุ์มัสซูยามาวะเซ ซัซซูมาบนต้นตอคลีโอพัตราแมนดาริน มีการเจริญเติบโตสูงที่สุด รองลงมาคือ ต้นตอคาริโซซิแตรงจ์ มงคล และคณะ (2542) รายงานการศึกษา

เปรียบเทียบการเจริญเติบโตของต้นส้มจุกที่ต่อกิ่งบนต้นตอมะนาว ส้มเขียวหวาน และส้มโอ ด้วยการวัดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางลำต้น นับจำนวนกิ่ง นับจำนวนใบ วัดพื้นที่ใบ ความยาวราก วัดความสูง และชั่งน้ำหนักใบแห้ง น้ำหนักแห้งราก พบว่า ต้นส้มจุกที่ต่อบนต้นตอส้มเขียวหวานมีการเจริญเติบโตดีกว่าต้นส้มจุกที่ต่อกิ่งบนต้นตอมะนาวและส้มโอ และสัดส่วนระหว่างต้นต่อรากของต้นส้มจุกที่ต่อกิ่งบนต้นตอส้มทั้ง 3 ชนิดไม่แตกต่างกัน วิภาดา (2546) ได้ทำการศึกษาอิทธิพลของต้นตอต่อการเจริญเติบโตและปริมาณธาตุอาหารของส้มเขียวหวาน โดยทำการติดตาส้มเขียวหวานบนต้นตอพันธุ์ทรอยเยอร์ซิแตรงจ์ คลีโอพัตราแมนดาริน คาริโซซิแตรงจ์ เจซี (อยู่ในกลุ่ม Rangpur lime) สวิงเกิลซิตรูมิโล และรัฟเลมอน พบว่า ส้มเขียวที่ติดตาบนต้นตอรัฟเลมอน มีการเพิ่มความสูง การขนายขนาดทรงพุ่ม และสัดส่วนระหว่างเส้นผ่านศูนย์กลางลำต้นของกิ่งพันธุ์ดีกับต้นตอมากกว่าต้นตอพันธุ์อื่น ๆ สันติ และคณะ (2546) ได้ทำการศึกษาความสามารถในการเชื่อมต่อและการเจริญของยอดพันธุ์ส้มโชกุนกับต้นตอชนิดต่าง ๆ โดยใช้ต้นตอส้ม 14 ชนิด พบว่า ยอดพันธุ์ส้มโชกุนที่เสียบกับต้นตอส้มโอพันธุ์ขาวใหญ่ ท่าข่อย และขาวพวง มีการเชื่อมติดมากที่สุด ต้นส้มโชกุนที่เชื่อมติดกับต้นตอมะขวิดและมะนาวไข่มีแนวโน้มการเจริญทางด้านความสูง ความกว้างทรงพุ่ม และเส้นผ่านศูนย์กลางของลำต้นช้าที่สุดหลังย้ายปลูก และต้นตอส้มโอพันธุ์ขาวใหญ่ ส้มโอพันธุ์พื้นเมืองและมะกรูดมีปริมาณไนโตรเจนและฟอสฟอรัสในใบสูงที่สุด สัญชัย และคณะ (2531) ได้ทำการศึกษาการใช้ส้มพันธุ์ต่าง ๆ 5 พันธุ์เพื่อเป็นต้นตอส้มเขียวหวาน พบว่า ส้มเขียวหวานบนต้นตอส้มเขียวหวานมีการเปลี่ยนแปลงด้านความสูงและขนาดของทรงพุ่มมากที่สุด ส่วนส้มเขียวหวานบนต้นตอส้มเป็นมีการเปลี่ยนแปลงขนาดของลำต้นมากที่สุด และส้มเขียวหวานบนต้นตอมะขวิดมีการเปลี่ยนแปลงการเจริญเติบโตน้อยที่สุด

ด้านการให้ผลผลิต และคุณภาพผลผลิตนั้น Fallahi และคณะ (1989) รายงานการใช้ต้นส้ม 12 ชนิดเป็นต้นตอในการผลิตส้มเกร็ฟฟรุ๊ท สายพันธุ์ Redblush (*Citrus paradise* Macf.) ที่ปลูกทางตอนใต้ของรัฐอะริโซนาว่า ต้นตอสวีทไลม์ โวคาเมอร์เลมอน ให้ผลผลิตสะสมสูงแต่ผลมีขนาดเล็ก ในขณะที่ต้นที่ใช้ต้นตออะลิโมว์ให้ผลผลิตสูงกว่าในปีที่ 5 ส่วนต้นตอคลีโอพัตราแมนดาริน และไทวานิกา ให้ผลผลิตต่ำที่สุดในปีที่ 9 เช่นเดียวกับต้นตอซาเวจซิแตรงจ์ที่ให้ผลผลิตน้อยแต่มีปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้สูงที่สุด ส่วนผลผลิตที่ได้จากต้นตอคาริโซซิแตรงจ์ และทรอยเยอร์ซิแตรงจ์ มีขนาดใหญ่ที่สุด คุณภาพผลที่ใช้ต้นตอสวิงเกิลซิตรูมิโล มีเปอร์เซ็นต์กรดสูง Georgiou (2000) ได้ทำการทดสอบอิทธิพลของต้นตอส้มที่มีต่อคุณภาพผลของต้นส้มแมนดารินสายพันธุ์โนวาที่ต่อกิ่งบนต้นตอส้ม 11 ชนิดที่ปลูกในไซปรัส พบว่า ต้นตอพาเลสไตน์สวีทไลม์ให้ผลผลิตสะสมมากในปีที่ 11 รองลงมาคือ รัฟเลมอน ซาวออเรน โวคาเมอร์

เลมอน เอสเทสรัฟเลมอน คาริโซซิแตรงจ์ ยูมาซิแตรงจ์ แลงเพอร์ไลม์ ทรอยเยอร์ซิแตรงจ์ และสวิงเกิลซิตรูมิโล ตามลำดับ สำหรับขนาดต้นของส้มโนวา ที่ต่อบนต้นตอซาวออเรน รัฟเลมอน และพาเลสไตน์สวีทไลม์ มีขนาดต้นใหญ่ที่สุดในขณะที่ต้นที่ต่อบนต้นตอยูมาซิแตรงจ์ และ คาริโซซิแตรงจ์ มีขนาดต้นเล็กที่สุด ต้นตอที่ช่วยให้ส้มโนวามีคุณภาพผล ขนาดผล น้ำหนักผล ปริมาณน้ำส้ม ความหวาน และปริมาณกรดดีที่สุด คือ ต้นตอคาริโซซิแตรงจ์ และโวคาเมอร์เลมอน แต่ต้นตอจะอ่อนแอต่อเชื้อทริสเตซาไวรัสมาก

นอกจากการเลือกคุณสมบัติด้านการเจริญเติบโต การให้ผลผลิต และคุณภาพผลผลิตแล้ว สามารถเลือกจากการทนต่อสภาพแวดล้อมได้ Zekri (1993) ใช้ต้นตอส้ม 8 ชนิดมาทดสอบความสามารถในการต้านทานความเค็ม โดยปลูกในสารละลาย NaCl เข้มข้น 50 $molm^{-3}$ พบว่า ต้นส้มคาริโซซิแตรงจ์ ทรอยเยอร์ซิแตรงจ์ และสวิงเกิลซิตรูมิโล ลดความเสียหายจากเกลือน้อยกว่า 30 % แต่ต้นส้มริดไพแนบเปิ้ล คลีโอพัตราแมนดาริน และรัฟเลมอนสามารถลดความเสียหายได้มากกว่า 65 % โดยต้นส้มทรอยเยอร์ซิแตรงจ์ แสดงอาการผิดปกติให้เห็นในวันที่ 10 หลังปลูก ต้นส้มคาริโซซิแตรงจ์ และต้นส้มสวิงเกิลซิตรูมิโล แสดงอาการผิดปกติในวันที่ 16 หลังปลูก ต้นส้มซาวออเรน และต้นส้มโวคาเมอร์เลมอน แสดงอาการผิดปกติให้เห็นในวันที่ 20 หลังปลูกแต่สำหรับต้นส้มริดไพแนบเปิ้ล คลีโอพัตราแมนดาริน และรัฟเลมอนจะแสดงอาการผิดปกติช้าที่สุด

การคัดเลือกต้นตอเป็นส่วนสำคัญในกระบวนการเจริญเติบโต และการคัดเลือกต้นตอต้องมีลักษณะที่ต้องการและสามารถเข้ากันได้กับกิ่งพันธุ์ดี โดยบันทึกลักษณะทางสัณฐานของพืชปลูกซึ่งต้องใช้ระยะเวลานาน ลักษณะดังกล่าวไม่สามารถจำแนกความแปรปรวนที่เกิดขึ้นเพราะบางลักษณะแปรปรวนไปตามสภาพแวดล้อมยากแก่การวิเคราะห์ Turner (2004) ได้รายงานเข้ากันไม่ได้ของส้มกลุ่มออเรน พันธุ์ Imperial ที่ต่อกิ่งบนต้นตอทรอยเยอร์ซิแตรงจ์ โดยกิ่งเลี้ยงมีการเจริญเติบโตเร็วกว่าต้นตอ (overgrowth) ทำให้เกิดการทรุดโทรมและตายภายใน 5 ปี หลังการต่อกิ่ง Castle และ Stover (2004) ได้รายงานอาการเข้ากันไม่ได้ของต้นตอสวิงเกิลซิตรูมิโล กับส้มพันธุ์ Murcott หรือพันธุ์ Roble โดยกิ่งเลี้ยงมีการเจริญเติบโตเร็วกว่าต้นตอ และลำต้นเกิดอาการทรุดโทรมภายใน 8 ปี หรือเร็วกว่านั้นโดยเฉพาะในดินด่างที่เป็น calcareous soils ดังนั้นการใช้ส้มสวิงเกิลซิตรูมิโล เป็นต้นตอต้องคำนึงถึงสภาพดินด้วย

นอกจากนี้ยังมีการใช้ต้นตอกับการปลูกพืชชนิดอื่น เช่น ลำไย ชิติ และคณะ (2546) ทำการศึกษาอิทธิพลของต้นตอต่อการเจริญเติบโตของยอดพันธุ์ดีและการเปลี่ยนแปลงปริมาณธาตุอาหารในใบของลำไย โดยใช้ต้นตอลำไย 9 ชนิด คือ สร้อยทอง ดอ ตลับนาก ใบดำ แห้ว เพชรสาคร เบี้ยวเขียว พื้นเมือง และแห้วแดระ พบว่า อัตราการเติบโตในด้านความสูงใน

รอบปีของต้นลำไยและความกว้างของทรงพุ่มช่วงปีแรกของการทดลองไม่แตกต่างกัน อัตราการเจริญเติบโตด้านขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางลำต้นนั้น ต้นตอลำไยพันธุ์สร้อยทอง ตลับนาก แห้ว พื้นเมือง และดอมีค่าสูงกว่าต้นตอชนิดอื่น ๆ ส่วนต้นตอลำไยพันธุ์แห้วแคระมีค่าต่ำที่สุด การเจริญเติบโตของช่อใบใหม่ไม่ต่างกัน ต้นตอลำไยพันธุ์ตลับนากมีการสะสมน้ำหนักแห้งของใบและลำต้นสูงที่สุด

1.2 อิทธิพลของต้นตอต่อการเปลี่ยนแปลงทางชีวเคมีของกิ่งพันธุ์ดี

การประเมินการเปลี่ยนแปลงภายในของพืชนอกจากใช้วิธีทางสัณฐานวิทยา และสรีรวิทยาแล้วการนำวิธีทางชีวเคมีมาใช้ทดสอบจะช่วยให้การประเมินมีประสิทธิภาพมากขึ้น วิธีทางชีวเคมีที่นิยมใช้ คือ การศึกษาเอนไซม์ด้วยการวิเคราะห์ไอโซไซม์และการศึกษาธาตุอาหารด้วยการวิเคราะห์ธาตุอาหารในใบพืช การวิเคราะห์ไอโซไซม์เป็นการศึกษาเอนไซม์ซึ่งทำหน้าที่สำคัญในพืช ได้แก่ เป็นตัวเร่งปฏิกิริยาในกระบวนการต่าง ๆ ภายในพืชและเอนไซม์ส่วนใหญ่เป็นองค์ประกอบที่สำคัญของโปรตีนหรือธาตุอาหารหลาย ๆ ชนิด ถ้าพืชมีการเจริญเติบโตเปลี่ยนแปลงไป เช่น ต้นแคระแกร็น ใบเหลือง ผลร่วง เป็นต้น อาจพิจารณาจากปริมาณธาตุอาหารในพืชและกิจกรรมของเอนไซม์เพื่อใช้เป็นตัวบ่งชี้การเปลี่ยนแปลงที่ไม่ปกตินั้น ๆ ได้ (สุธีรา, 2542)

1.2.1 ปริมาณธาตุอาหาร

ธาตุอาหารที่จำเป็นต่อการเจริญเติบโตของพืชมี 16 ธาตุ แบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม ตามปริมาณความต้องการของพืช คือ ธาตุอาหารที่พืชต้องการใช้ในปริมาณมาก ได้แก่ ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม คาร์บอน ไฮโดรเจน ออกซิเจน แคลเซียม แมกนีเซียม และกำมะถัน ซึ่งพืชต้องการในปริมาณ 1,000 ไมโครกรัมต่อน้ำหนักแห้งของพืชหนัก 1 กรัม ธาตุที่พืชต้องการใช้ในปริมาณน้อย ได้แก่ เหล็ก แมงกานีส สังกะสี ทองแดง โบรอน โมลิบดินัม และคลอรีน ซึ่งพืชต้องการในปริมาณที่น้อยกว่า 100 ไมโครกรัมต่อน้ำหนักแห้งของพืชหนัก 1 กรัม (ชวนพิศ, 2544) ในการเจริญเติบโตของพืชแต่ละช่วงพืชจะต้องการปริมาณธาตุอาหารแตกต่างกัน จึงควรทราบถึงปริมาณธาตุอาหารที่พืชต้องการในแต่ละช่วง เพื่อการดูแลที่เหมาะสม ส่งผลให้พืชเจริญเติบโตและให้ผลผลิตดี สำหรับพืชที่ขยายพันธุ์โดยการต่อกิ่งการวิเคราะห์ธาตุอาหารในพืชอาจช่วยบ่งชี้ถึงการเข้ากันได้ระหว่างต้นตอและกิ่งพันธุ์ดี เนื่องจากธาตุอาหารส่วนใหญ่ได้จากรากฉะนั้นปริมาณธาตุอาหารที่ปรากฏในของเหลวในเซลล์ท่อลำเลียงน้ำของใบ เปลือกลำต้น แผ่นใบ

ก้านใบ จะเป็นตัวบอกถึงการเจริญของรอยต่อระหว่างต้นตอและกิ่งพันธุ์ดี เช่น วิภาดา (2546) ได้ทำการศึกษาอิทธิพลของต้นตอต่อการเจริญเติบโตและปริมาณธาตุอาหารของส้มเขียวหวาน โดยทำการติดตาส้มเขียวหวานบนต้นตอพันธุ์ทรอยเยอร์ซิแตรงจ์ คลีโอพัตราแมนดาริน คาริโซซิแตรงจ์ เจซี (อยู่ในกลุ่ม Rangpur lime) สวิงเกิลซิตรูมิโล และรัฟเลมอน พบว่า ต้นตอส้มทุกพันธุ์มีผลต่อปริมาณธาตุไนโตรเจน โพแทสเซียม แคลเซียม และแมกนีเซียม เฉพาะบางเดือน แต่มีการเปลี่ยนแปลงไปในทิศทางเดียวกัน ส่วนปริมาณฟอสฟอรัสในใบไม่มีความแตกต่างกันตลอดการทดลอง ลักขนา (2548) ศึกษาอาการผลแตกในส้มโชกุน (*Citrus reticulata* Blanco cv. Shogun) โดยทำการวิเคราะห์ปริมาณธาตุอาหารในใบส้มโชกุนที่มีอายุ 3 และ 5 ปี พบว่า ปริมาณธาตุอาหารในใบไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ซึ่งมีปริมาณไนโตรเจนในใบอยู่ในช่วง 27.73 - 32.46 กรัมต่อกิโลกรัม ปริมาณฟอสฟอรัสในใบอยู่ในช่วง 1.47 - 2.26 กรัมต่อกิโลกรัม ปริมาณโพแทสเซียมในใบอยู่ในช่วง 16.55 - 24.44 กรัมต่อกิโลกรัม ปริมาณแคลเซียมในใบอยู่ในช่วง 20.56 - 41.17 กรัมต่อกิโลกรัม และปริมาณแมกนีเซียมในใบอยู่ในช่วง 1.63 - 4.06 กรัมต่อกิโลกรัม ชิติ และคณะ (2546) ทำการศึกษาอิทธิพลของต้นตอต่อการเจริญเติบโตของยอดพันธุ์ดีและการเปลี่ยนแปลงปริมาณธาตุอาหารในใบของลำไย โดยใช้ต้นตอลำไย 9 ชนิด คือ สร้อยทอง คอ ตลับนาก ใบดำ แห้ว เพชรสาคร เบี้ยวเขียว พื้นเมือง และแห้วแคระ พบว่า ต้นตอลำไยพันธุ์คอมีปริมาณคาร์โบไฮเดรตในเปลือกของลำต้นสูงที่สุด ส่วนในรากขนาดเล็กของต้นตอลำไยพันธุ์เบี้ยวเขียวและคอมีปริมาณคาร์โบไฮเดรตสูงกว่าต้นตอลำไยชนิดอื่น ๆ ปริมาณโพแทสเซียมในใบต้นตอลำไยพันธุ์แห้วและตลับนากมีค่าสูงที่สุดและต้นตอลำไยพันธุ์เพชรสาครมีปริมาณแมกนีเซียมในใบต่ำที่สุด เสริมสกุล (2545) ทำการศึกษาปริมาณธาตุอาหารในใบของมะกอกน้ำมันพันธุ์ที่แตกต่างกัน โดยปลูกมะกอกน้ำมันซึ่งรวบรวมพันธุ์จากประเทศสเปน อิตาลี และอิสราเอล จำนวน 18 พันธุ์ พบว่า ปริมาณไนโตรเจนในใบมะกอกน้ำมันอยู่ในช่วง 1.708 - 2.418 % ปริมาณฟอสฟอรัสในใบอยู่ในช่วง 0.116 - 0.226 % ปริมาณโพแทสเซียมในใบอยู่ในช่วง 0.415 - 0.763 % ปริมาณแคลเซียมในใบอยู่ในช่วง 0.403 - 1.000 % ปริมาณแมกนีเซียมในใบอยู่ในช่วง 0.071 - 0.145 % และธาตุอาหารรอง ได้แก่ ปริมาณเหล็กอยู่ในช่วง 67.40 - 175.34 ppm ปริมาณแมงกานีสอยู่ในช่วง 57.25 - 117.91 ppm ปริมาณสังกะสีอยู่ในช่วง 12.67 - 29.52 ppm และปริมาณคอปเปอร์อยู่ในช่วง 5.88 - 66.74 ppm ซึ่งมีความแตกต่างทางสถิติ โดยพันธุ์ 'Arbequina' มีปริมาณไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และทองแดงในใบสูงที่สุด มีการเจริญเติบโตค่อนข้างดี และสามารถออกดอกติดผลได้ในประเทศไทย

2.1 ระบบเอนไซม์

ไอโซไซม์สามารถใช้ในการจำแนกหรือตรวจสอบความถูกต้องของพันธุ์พืช การตรวจสอบความถูกต้องของพันธุ์ลูกผสมเพื่อใช้ในการปรับปรุงพันธุ์ และการประเมินค่าความแตกต่างทางพันธุกรรมของพันธุ์พืช เช่น ความต้านทานโรค ซึ่งเป็นวิธีการหนึ่งที่มีประสิทธิภาพสูงและสามารถนำมาประยุกต์ใช้ในงานปรับปรุงพันธุ์พืชได้ดี มีข้อดี คือ สามารถวิเคราะห์ผลได้รวดเร็ว ช่วยลดระยะเวลาและค่าใช้จ่ายในการคัดเลือกในแปลง และให้ผลเที่ยงตรง (ธีระ และวัชรินทร์, 2543) การเลือกใช้ไอโซไซม์ให้มีความเที่ยงตรงและได้ผลชัดเจนต้องไม่มีความแตกต่างทั้งทางด้านปริมาณเอนไซม์และน้ำหนักของตัวอย่าง หรือคุณภาพภายในพันธุ์เดียวกันและสิ่งแวดล้อมภายนอก หรือปัจจัยเรื่องอายุ เพศ ไม่มีผลต่อประเภทและ หรือปริมาณของไอโซไซม์ (วิไลวรรณ และอมรรัตน์, 2533)

ไอโซไซม์ที่มักนิยมใช้ในการวิเคราะห์ คือ อะโคนิเทส (aconitase : ACO) แอซิดฟอสฟาเทส (acid phosphatase : ACPH) แอลกอฮอล์ดีไฮโดรจีเนส (alcohol dehydrogenase : ADH) เอสเตอเรส (esterase : EST) กลูตาเมสดีไฮโดรจีเนส (glutamate dehydrogenase : GDH) กลูตาเมสออกซาโลอะซิเตททรานซามิเนส (glutamate oxaloacetate transaminase : GOT) ไอโซซิเทรตดีไฮโดรจีเนส (isocitrate dehydrogenase : IDH) ลิวซีนเอมีนเพบติเดส (laucine aminopeptidase : LAP) แล็กเตทดีไฮโดรจีเนส (lactate dohydrogenase : LDH) มาเลทดีไฮโดรจีเนส (malate dehydrogenase : MDH) มาเลสเอนไซม์ (malic enzyme : ME) เปอร์ออกซิเดส (peroxidase : PER) 6 - ฟอสโฟกลูโคเนทดีไฮโดรจีเนส (6-phosphogluconate dehydrogenase : 6-PGD) ฟอสโฟกลูโคไอโซเมอเรส (phosphoglucose isomerase : PGI) ฟอสโฟกลูโคมิวเทส (phosphoglucomutase : PGM) ชิกิเมทดีไฮโดรจีเนส (shikimate dehydrogenase : SKDH) ทริโอสฟอสเฟสไอโซเมอเรส (triose phosphate isomerase : TPI) (Simpson and Withers, 1986 อ้างโดย ธีระ และวัชรินทร์, 2543) วิธีการวิเคราะห์รูปแบบเอนไซม์ ทำโดย วิธีการอีเล็คโตรโฟรีซีส

สำหรับการตรวจสอบรูปแบบเอนไซม์ เลือกทำการวิเคราะห์เอนไซม์ชนิดต่าง ๆ ในสิ่งมีชีวิตชนิดหนึ่ง ๆ ซึ่งกระตุ้นหรือทำปฏิกิริยาอย่างเดียวกันแต่มีรูปร่างต่างกัน โดยไอโซไซม์ที่เกิดในสภาพธรรมชาติเกิดเนื่องจากกลไก 2 อย่างคือ พันธุกรรม ได้แก่ การกลายพันธุ์ ความผิดปกติของโครโมโซม การเกิดโพลีพลอยด์ เป็นต้น ปัจจัยนอกเหนือพันธุกรรมและการพัฒนาของเอนไซม์ คือ เป็นการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพและทางเคมีของโพลีเพบไทด์ในกระบวนการแปลรหัสทำให้รูปร่างเอนไซม์เปลี่ยนไป (Markert and Moller, 1959 อ้างโดย ธีระชัย, 2540) จากรูปแบบไอโซไซม์ที่แตกต่างกันในแต่ละชนิดพืชสามารถนำมาใช้ในการจำแนกสาย

พันธุ์พืชได้ King และคณะ (1996) พบว่าเอนไซม์ 4 ระบบคือ มาเลสดีไฮโดรจีเนส 6-ฟอสโฟกลูโคเนทดีไฮโดรจีเนส ชิกิเมทดีโดรจีเนส และฟอสโฟกลูโคไอโซเมอเรส ใช้ในการจำแนก *Citrus* กลุ่มทริพพลอยด์ (triploid) ซึ่งนิยมปลูกมากในออสเตรเลียจากกลุ่มอื่น ๆ ทำการวัดความเข้มข้นของแถบโดยใช้ digital densitometer ไอโซไซม์ทั้ง 4 แบบแยกความเข้มแถบเอนไซม์ของกลุ่มทริพพลอยด์ได้ Elisiaria และคณะ (1999) ได้ทำการศึกษาสายพันธุ์ต้นกำเนิดของส้มแมนดาริน พบว่า ส้มแมนดารินสายพันธุ์ Carvalhais ซึ่งเป็นพันธุ์ที่ผสมจากส้ม 12 ชนิด และเอนไซม์ 6 ระบบ คือ มาเลสดีไฮโดรจีเนส ไอโซซิเทรตดีไฮโดรจีเนส กลูตาเมทออกซาโลอะซิเตททรานซามิเนส ฟอสโฟกลูโคมิวเทส ฟอสโฟกลูโคไอโซเมอเรส และลิวซีนเอมีนเพบติเดส สามารถใช้แยกสายพันธุ์ส้มแมนดารินและลูกผสมได้ มาลี (2542) รายงาน การพัฒนาการของเอนไซม์ในช่วงเวลา 5 เดือนของต้นส้มโชกุนที่ต่อกิ่งบนต้นตอส้ม 8 ชนิด คือ ส้มเขียวหวาน มะสัง ส้มฟรีมองต์ มะกรูด ส้มซ่า ส้มโอ มะขวิดและมะนาว โดยใช้ระบบเอนไซม์ 4 ระบบคือ เปอร์ออกซิเดส เอสเตอเรส แอลกอฮอล์ดีไฮโดรจีเนส และฟอสโฟกลูโคมิวเทส พบว่า ระบบเอนไซม์ที่ช่วยบ่งชี้อิทธิพลของต้นตอได้ดีที่สุดคือ ระบบเอนไซม์เปอร์ออกซิเดส สุธีรา (2542) ได้ทำการศึกษาการตรวจสอบรูปแบบของเอนไซม์ในส้มโชกุนที่ต่อกิ่งบนต้นตอส้มบางชนิด พบว่า ระบบเอนไซม์เอสเตอเรส สามารถใช้ในการแยกแถบเอนไซม์ของส้มโชกุนได้ดีและคมชัดกว่าระบบเอนไซม์เปอร์ออกซิเดส Consuelo และ Guardiola (2001) รายงานการศึกษาส้มซัซซูมาต้นอายุ 1 ปี ที่ยังไม่ให้ผลผลิต และต้นอายุ 30 ปีที่มีการออกดอก บนต้นตอคาริโซซิแตรงจ์ โดยสกัดเอนไซม์จากยอดหรือกิ่ง (ตาหรือใบ) พบว่า กิจกรรมของเปอร์ออกซิเดส ที่ตาจะมีมากกว่าที่ใบ มงคล และสมปอง (2547) ทดลองประเมินการเข้ากันได้ของส้มโชกุนบนต้นตอ 11 ชนิดที่ตำแหน่งเหนือและใต้รอยต่อ โดยการใช้เทคนิคไอโซไซม์ ด้วยระบบเอนไซม์เอสเตอเรส พบว่าต้นตอทรอยเยอร์ซิแตรงจ์ ส้มซ่า ส้มโอ มะงั่ว มะนาวควาย และจันกระ ส่งผลให้กิจกรรมของเอนไซม์เอสเตอเรส เปลี่ยนแปลงไปหลังการต่อกิ่ง รักชนก (2546) ทำการศึกษาอิทธิพลของต้นตอ 4 ชนิด คือ ส้มสามใบ มะขวิด ส้มโอ และส้มคาลามอนดิน (*C. mitis* Blanco) ต่อรูปแบบไอโซไซม์ในใบส้ม 12 พันธุ์ คือ โอคิทซูเวส (Okitsu Wase : *Citrus unshiu* Marc) มัสซูยามาวะเซ (Matsuyama Wasei : *C. unshiu* Marc) วาเลนเซีย [Valencia (Late) : *C. sinensis* (L.) Osbeck] เนทซูมิเคน (Natsumikan : *C. natsudaidai* Hayata) คาวาชิ-เบนเคน [Kawachi - bankan : *C. maxima* (Burm) Merr.] เอนคอร์ (Encore : *C. reticulata* Blanco) จัฟฟา [Jaffa : *C. sinensis* (L.) Osbeck] โทรวิตา [Trovita :*C. sinensis* (L.) Osbeck] โมริตานาเวล [Morita Navel :*C. sinensis* (L.) Osbeck] ซูกิยามาวะเซ (Sugiyama Wasei : *C. unshiu* Marc.) แฮมลิน [Hamlin : *C. sinensis* (L.) Osbeck] และแฟร์ไชด์ (Fairchild : *C. reticulata* Blanco) โดยใช้รูปแบบไอโซไซม์ 3 ระบบ

คือ เอสเตอเรส ซิกิเมสดีไฮโดรจีเนส และ 6-ฟอสโฟกลูโคเนสดีไฮโดรจีเนส พบว่า ต้นตอทั้ง 4 ชนิดไม่มีผลต่อรูปแบบเอนไซม์เอสเตอเรสของกิ่งพันธุ์ดี 11 พันธุ์ ยกเว้นพันธุ์ จัฟฟา ที่มีรูปแบบไอโซไซม์เอสเตอเรส เปลี่ยนแปลงไปตามชนิดของต้นตอ และต้นตอไม่มีอิทธิพลต่อไอโซไซม์ซิกิเมสดีไฮโดรจีเนส และ 6-ฟอสโฟกลูโคเนสดีไฮโดรจีเนส ของส้มพันธุดี 8 พันธุ์ คือ โอดิทซูเวส มัสซูยามาเวส วาเลนเซีย เนทซูมิเคน คาวาชิ-เบนเคน เอนดอร์ จัฟฟา และโทรวิตา นอกจากนี้ส้มพันธุ์ดี 4 พันธุ์ คือ โมริตานาเวล ซูกิยามาวะเซ แฮมลิน และแฟร์ไชด์ เนทซูมิเคน มีรูปแบบเอนไซม์ซิกิเมสดีไฮโดรจีเนส และ 6-ฟอสโฟกลูโคเนสดีไฮโดรจีเนส แตกต่างกันตามชนิดของต้นตอ

นอกจากนี้ยังมีการใช้รูปแบบไอโซไซม์ในการศึกษาพืชชนิดอื่น เช่น ลองกอง ลำไย และมะม่วง เป็นต้น สมปอง และคณะ (2538) พบว่า เอนไซม์ 4 ระบบ คือ เปอร์ออกซิเดส แอซิดฟอสฟาเทส เอสเตอเรส และฟอสโฟกลูโคไอโซเมอเรส จากเอนไซม์ 8 ระบบใช้ตรวจสอบพันธุ์ของ *Lansium domesticum* Correa. 4 พันธุ์ คือ ลองกอง ลางสาด ดูกู และดูกูแปรแมร์ของอำเภอนาทวีและอำเภอสะเดาได้ชัดเจนที่สุด ปนัดดา และเกศินี (2541) รายงานการจำแนกพันธุ์ลำไย 16 พันธุ์ และลำไยพันธุ์คอ 8 สายพันธุ์ พบว่าสามารถจำแนกออกจากกันด้วยเอนไซม์ เปอร์ออกซิเดส แอซิดฟอสฟาเทส และ เอสเตอเรส นอกจากการวิเคราะห์ไอโซไซม์จะใช้ในการจำแนกพันธุ์แล้ว สามารถบอกแนวโน้มการเข้ากันได้ระหว่างต้นตอกับกิ่งพันธุ์ โดยดูจากพัฒนาการของรูปแบบเอนไซม์ตามช่วงอายุ และยังสามารถใช้ในการจำแนกการเกิดของต้นกล้าที่พัฒนาจากไซโกตและนิวเซลลัส (วีระ, 2544) วีระ (2544) ทำการจำแนกต้นกล้าที่เกิดจากการผสมและเกิดจากเนื้อเยื่อเมล็ดของมะม่วงพันธุ์แก้วและตลับนากโดยการใช้ลักษณะทางสัณฐานวิทยา และการวิเคราะห์ไอโซไซม์ พบว่า ไอโซไซม์เปอร์ออกซิเดส กลูตาเมสออกซาโลอะซิเตท ฟอสโฟกลูโคมิวเทส และฟอสโฟกลูโคไอโซเมอเรส สามารถจำแนกชนิดของต้นกล้าที่เกิดจากการผสมและต้นกล้าที่เกิดจากนิวเซลลัสได้

วัตถุประสงค์

1. เพื่อหาชนิดของต้นตอส้มที่ช่วยส่งเสริมการเจริญเติบโตของต้นส้มโชกุนที่นำมาเสียบยอด
2. เพื่อตรวจสอบอิทธิพลของต้นตอส้มที่มีต่อลักษณะทางสัณฐานวิทยา และชีวเคมีของต้นส้มโชกุนเสียบยอด

บทที่ 2

วัสดุ / อุปกรณ์และวิธีการ

2.1 วัสดุพืช

การศึกษานี้ใช้ส้มโชกุนที่เสียบยอดบนต้นตอส้ม 4 ชนิด คือ

1. กิ่งตอนส้มโชกุน (Control)
2. ส้มโอบ้าน
3. มะนาวควาย
4. ส้มทรอยเยอร์ซิแตรงจ์ (Troyer citrange)
5. ส้มสวิงเกิลซิตรูมิโล (Swingle citrumelo)

2.2 สารเคมี

2.2.1 สารเคมีที่ใช้สกัดเอนไซม์และการทำอิเล็คโตรโฟรซีส ประกอบด้วย

1. Tris (hydroxymethyl) - methylamine HCl (Tris - HCl)
2. Polyvinyipyrridon (PVP)
3. 2-Mercaptoethanol
4. Disodiumethylenediamine-tretraacetate (Na_2 EDTA)

2.2.2 สารเคมีสำหรับแยกชนิดเอนไซม์ ได้แก่

1. Polyacrylamide
2. 1.5 M และ 0.5 M Tris - HCl
3. N,N,N_1,N_1- Tetramethylendiamine (TEMED)
4. Ammonium Peroxydisulphate (APS)
5. Tris - Glycine

2.2.3 สารเคมีสำหรับย้อมสีเอนไซม์เปอร์ออกซิเดส คือ

1. 3 - Amino - 9 - ethylcarbazole
2. β - Napthol, acetone
3. Tris - acetate buffer
4. H_2O_2

2.2.4 สารเคมีสำหรับย้อมสีเอสเตอเรส คือ

1. Phosphate buffer
2. Fast blue B salt
3. α - Napthyl acetate

2.2.5 สารเคมีสำหรับการวิเคราะห์ธาตุอาหาร

1. กรดเปอร์คลอริก
2. กรดซัลฟิวริก
3. แอนโทรน
4. H_2O_2
5. สารละลายวาเนโดโมลิบเดต
6. สารละลายมาตรฐานฟอสฟอรัส
7. สารละลายมาตรฐานโพแทสเซียม

2.3 อุปกรณ์ที่ใช้ในงานศึกษาทดลอง

2.3.1 อุปกรณ์เก็บข้อมูลการเจริญเติบโต เช่น เวอร์เนีย ตลับเมตร

2.3.2 อุปกรณ์สำหรับวิเคราะห์ธาตุอาหาร

- โกร่งบดตัวอย่างพืช
- เครื่องปั่นตะกอน
- เครื่องชั่งทศนิยม 2 และ 4 ตำแหน่ง
- ถุงอบตัวอย่างพืช
- ตู้อบแห้ง
- พู่กัน
- ไมโครไปเปต
- กรวยแก้ว ขวดรูปชมพู่ขนาด 25 มิลลิลิตร ขวดรูปชมพู่ขนาด 125 มิลลิลิตร

- กระดาษกรองเบอร์ 5
- เครื่องย่อยสลายตัวอย่างพืช
- ตู้ดูดควัน
- เตาไฟฟ้า
- เครื่องสเปกโทรโฟโตมิเตอร์
- เครื่องแฟลมอิมิชั่นสเปกโทรโฟโตมิเตอร์
- น้ำดีไอออนไนซ์ (Deionized distillationed water)
- ปากกาชนิดถาวร
- หลอดทดลอง
- หลอดสำหรับย่อยตัวอย่าง
- หลอดกลั่น
- กระบอกตวง
- ขวดปรับปริมาตร
- เครื่องกลั่นไนโตรเจน

2.3.3 อุปกรณ์สำหรับศึกษารูปแบบเอนไซม์

- เครื่องวัดความเป็นกรด - ด่าง
- เครื่องชั่งทศนิยม 4 ตำแหน่ง
- กระติกน้ำแข็ง
- หลอดเอฟเพนด๊อร์ฟ
- เครื่องปั่นตะกอน
- ตู้แช่แข็ง
- เครื่องอิเลคโตรฟอรีซีสแบบแนวตั้ง
- เครื่องจ่ายกระแสไฟฟ้า
- เครื่องสูญญากาศ
- เครื่องคนสารละลาย
- เครื่องเขย่าเลี้ยง
- กล้องถ่ายรูป
- ไมโครไปเปต

วิธีดำเนินการ

การศึกษาครั้งนี้ทำการทดลอง ณ แปลงไม้ผล ภาควิชาพืชศาสตร์ และห้องปฏิบัติการเทคโนโลยีชีวภาพของพืชปลูกคณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่

การเตรียมต้นก่อนการทดลอง

กิ่งตอนส้มโชกุน และส้มโชกุนที่ต่อกิ่งบนต้นตอส้มโอบ้าน และส้มโชกุนที่ต่อกิ่งบนต้นตอมะนาวควายมีอายุ 1 ปี ปลูกในกระถางขนาด 25 ลิตร ในดินผสม (ดินลำดวน : ทราย : แกลบ : ใยมะพร้าว อัตราส่วน 2 : 1 : 1 : 1) ซึ่งปลูกในสภาพโรงเรือน มีการดูแลรักษาโดย ให้ปุ๋ย 3 เดือน/ครั้ง อัตรา 1/2 กิโลกรัม/ต้น โดยให้ปุ๋ยสูตร 15-15-15, 21-0-0 ฉีดพ่นยาฆ่าแมลง 2 - 3 สัปดาห์ครั้ง และตามลักษณะการเกิดโรค กำจัดวัชพืช 3 สัปดาห์ครั้ง การให้น้ำ ให้น้ำทุก 2 วัน และฤดูแล้งวันละครั้ง โดยใช้สายยางรดน้ำ ส่วนส้มโชกุนที่ต่อกิ่งบนต้นตอส้มทรอยเยอร์ซิแตรงจ์ และส้มโชกุนที่ต่อกิ่งบนต้นตอส้มสวิงเกิลซิตรูมิโล มีอายุ 5 ปี ซึ่งปลูกในแปลงปลูก มีการดูแลรักษาโดย ให้ปุ๋ย 3 เดือน/ครั้ง อัตรา 1/2 กิโลกรัม/ต้น โดยให้ปุ๋ยสูตร 15-15-15, 21-0-0 ใส่ในเดือนพฤศจิกายน 2548 สูตร 8-24-24 ใส่ในเดือนกุมภาพันธ์ 2549 และ13-13-21 ใส่ในเดือนเมษายน 2549 ฉีดพ่นยาฆ่าแมลง 2 - 3 สัปดาห์ครั้ง และตามลักษณะการเกิดโรค กำจัดวัชพืช 3 สัปดาห์ครั้ง การให้น้ำ ให้น้ำทุก 2 วัน และฤดูแล้งวันละครั้ง โดยใช้สปริงเกอร์

1. ผลของต้นตอต่อการเจริญเติบโตและสัณฐานวิทยาของกิ่งเลี้ยง

ศึกษาการเจริญเติบโตของกิ่งตอนส้มโชกุน และส้มโชกุนเสียบยอด โดยศึกษาการเจริญเติบโตของส้มโชกุนที่ต่อกิ่งบนต้นตอส้ม 4 ชนิด คือ ส้มโอบ้าน มะนาวควาย ส้มทรอยเยอร์ซิแตรงจ์ และส้มสวิงเกิลซิตรูมิโล วางแผนการทดลองแบบสุ่มตลอด (CRD) และประเมินผลการทดลองเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี LSD แต่ละชนิดต้นตอทำ 5 ซ้ำ (ต้น) โดยบันทึกข้อมูลดังนี้

- วัดขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางลำต้นเหนือรอยต่อ 2 เซนติเมตร
- จำนวนกิ่ง
- จำนวนใบ

- พื้นที่ใบ
- ความสูง

วิธีคำนวณหาพื้นที่ใบ โดยสร้างสมการความสัมพันธ์ระหว่างความกว้างต่อค่าพื้นที่ใบ (ภาพผนวก) โดยสุ่มใบจากต้นส้มในกระถางและในแปลงปลูกทดลองจำนวน 100 ใบ จากการทดลองได้สมการความสัมพันธ์ดังนี้

$Y = 5.5293 X - 3.7902$

Y = ค่าพื้นที่ใบ

X = ความกว้างใบ

เพื่อเปรียบเทียบระหว่างชนิดของต้นตอที่มีอิทธิพลต่อการเจริญเติบโตของกิ่งพันธุ์ส้มโชกุน

ทำการศึกษาการเจริญเติบโตทุก ๆ 4 สัปดาห์เป็นเวลา 13 เดือน เริ่มตั้งแต่เดือนธันวาคม 2548 ถึง ธันวาคม 2549

2. ผลของต้นตอต่อปริมาณธาตุอาหารในกิ่งเลี้ยง

ทำการศึกษาธาตุอาหารในใบจากการทดลองการเจริญเติบโตและสัณฐานวิทยาของกิ่งเลี้ยง ชนิดละ 3 ต้น ต้นละ 20 ใบ เลือกเก็บใบที่ระยะแก่เต็มที่ (อายุ 5 เดือน) เก็บจากส่วนกลางและส่วนปลายทรงพุ่มทั้ง 4 ด้าน นำใบมาอบที่อุณหภูมิ 65 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 48 ชั่วโมง จากนั้นบดละเอียดด้วยโกร่ง แล้วนำไปวิเคราะห์ธาตุอาหารดังนี้

2.1 วิเคราะห์ธาตุไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียม

ชั่งตัวอย่างพืชที่บดแล้ว 0.1 กรัม ใส่ในหลอดย่อยขนาด 20 มิลลิลิตร นำไปย่อยโดยวิธีกรดซัลฟิวริก - ไฮโดรเจนเพอร์ออกไซด์ นำสารละลายที่ได้จากการย่อยมาปรับปริมาตร ให้มีปริมาตร 20 มิลลิลิตร จึงนำไปทำการวิเคราะห์ธาตุอาหาร

- วิเคราะห์ธาตุไนโตรเจน โดยวิธี Kjeldahl (จำเป็น, 2545) ดูดสารละลายข้างต้นมา 10 มิลลิลิตร ใส่ในหลอดกลั่นไนโตรเจน เติมโซเดียมไฮดรอกไซด์ประมาณ 10 มิลลิลิตร และกลั่นไนโตรเจนรองรับด้วยกรดบอริก 5 มิลลิลิตร กลั่นจนได้ปริมาณ 30 มิลลิลิตร นำไปไทเทรตด้วยสารละลายมาตรฐานกรดซัลฟิวริก 0.01 โมลาร์ โดยอาศัยหลักการที่ไนโตรเจนทำปฏิกิริยากับกรดซัลฟิวริก 1 โมล จากนั้นคำนวณหาปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดในพืชด้วยสูตร

ไนโตรเจนในพืช (g kg^{-1}) = 28.01 M_1 (V_3- B)/W x V_1/V_2

M_1 = ความเข้มข้นของกรดซัลฟิวริก (โมลาร์)

V_1 = ปริมาตรของสารละลายตัวอย่างพืชที่ได้จากการย่อย (มิลลิลิตร)

V_2 = ปริมาตรของสารละลายตัวอย่างพืชที่ดูดมากลั่นไนโตรเจน (มิลลิลิตร)

V_3 = ปริมาตรของกรดซัลฟิวริกที่ใช้ไทเทตร (มิลลิลิตร)

B = ปริมาตรของแบลงค์ที่ไทเทรต (มิลลิลิตร)

W = น้ำหนักพืช (กรัม)

- วิเคราะห์ธาตุฟอสฟอรัส (จำเป็น, 2545) ดูดสารละลายมาตรฐาน แบลงค์ และตัวอย่างที่ย่อย มาอย่างละ 1 มิลลิลิตร ใส่ในหลอดทดลอง เติมสารละลายวาเนโดโมลิบเดตที่เจือจางแล้ว 4 มิลลิลิตร เขย่าให้เข้ากัน ปล่อยทิ้งไว้อย่างน้อย 30 นาที แล้วนำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 420 นาโนเมตร นำค่าการดูดกลืนแสง แล้วหาความสัมพันธ์ของสารละลายมาตรฐานฟอสฟอรัสกับปริมาณฟอสฟอรัสในสารละลายที่นำไปวัด นำค่าการดูดกลืนแสงของสารตัวอย่างที่ได้ไปแทนค่าในสมการก็จะทราบปริมาณฟอสฟอรัสที่มีอยู่ในหลอดที่นำไปวัด จึงทำการคำนวณหาปริมาณในสารละลายตัวอย่างพืชที่ย่อย และหาความเข้มข้นในพืช

- วิเคราะห์ธาตุโพแทสเซียม โดย Flame emission spectrophotometry (จำเป็น, 2545) ดูดสารละลายมาตรฐาน แบลงค์ และตัวอย่างที่ย่อย มาอย่างละ 1 มิลลิลิตร ใส่ในหลอดทดลอง เติมน้ำดีไอออไนซ์ 4 มิลลิลิต เขย่าให้เข้ากัน นำไปอ่านค่าโดยใช้เครื่องเฟลมโฟโทมิเตอร์ แล้วนำค่าความเข้มข้น (มิลลิกรัมต่อลิตร) ของโพแทสเซียมในสารละลายมาตรฐานกับค่าที่เครื่องอ่านได้ไปหาสมการแสดงความสัมพันธ์ และนำค่าที่วัดได้จากตัวอย่างลบแบลงค์แล้วไปแทนค่าในสมการก็จะทราบความเข้มข้นที่มีอยู่ในขวดวัดปริมาตรที่นำไปวัด เทียบหาปริมาณที่มีอยู่ในสารละลายหลังจากปรับปริมาตร และคำนวณเป็นความเข้มข้นในพืช (กรัม/กิโลกรัม)

2.2 วิเคราะห์หาปริมาณคาร์โบไฮเดรต โดยวิธี Clegg Anthrone Method (ดัดแปลงจาก Osborne and Voogt, 1978) ชั่งตัวอย่างที่บดแล้วมาตัวอย่างละ 0.1 กรัม ใส่ในขวดลูกชมพู่ขนาด 10 มิลลิลิตร เติมน้ำดีไอออไนซ์ 1 มิลลิลิตร กรดเปอร์คลอริก 1.3 มิลลิลิตร ใช้แท่งแก้วคนจนกระทั่งเป็นเนื้อเดียวกันอย่างน้อย 20 นาที ปรับปริมาตรสารละลายตัวอย่างเป็น 10 มิลลิลิตรโดยใช้น้ำดีไอออไนซ์ นำไปกรองด้วยกระดาษกรองเบอร์ 5 และปรับปริมาตรสารละลายจนมีปริมาตร 25 มิลลิลิตร ดูดสารละลายที่ได้มา 1 มิลลิลิตรใส่ในหลอดทดลองและเติมน้ำดีไอออไนซ์ 9 มิลลิลิตร ปิดฝาหลอดเขย่าให้เข้ากัน ดูดสารละลายเจือจางมา 1 มิลลิลิตร ใส่ในหลอดทดลองหลอดใหม่ แล้วเติมสารละลายเอนโทรน 5 มิลลิลิตรทุกหลอด ปิดฝาหลอด เขย่าให้สารละลายรวมกันเป็นสีใส นำไปต้มในน้ำเดือด 12 นาที แล้วทำให้เย็นอย่างรวดเร็วที่

อุณหภูมิห้อง นำสารละลายที่ได้ไปวัดค่าการดูดกลืนที่ความยาวคลื่น 360 นาโนเมตร และนำค่าที่เครื่องอ่านได้ไปคำนวณหาปริมาณคาร์โบไฮเดรตจากสูตร

ปริมาณคาร์โบไฮเดรต = (25 x b) / (a x W)

a = ค่าดูดกลืนแสงของกลูโคสเจือจาง

b = ค่าดูดกลืนแสงของตัวอย่างพืช

W = น้ำหนักตัวอย่างพืช (กรัม)

และทำการศึกษาธาตุอาหารในตำแหน่งต่าง ๆ ของกิ่งพันธุ์ดี เฉพาะในเดือนธันวาคม 2549 โดยใช้เปลือกลำต้นบริเวณเหนือรอยต่อ 2 และ 30 เซนติเมตร ตาข้าง และใบจากการทดลองที่ 1 ชนิดละ 3 ซ้ำ มาอบที่อุณหภูมิ 65 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 48 ชั่วโมง จากนั้นบดละเอียดด้วยโกร่ง แล้วนำไปวิเคราะห์ธาตุอาหารเช่นเดียวกับข้างต้น เพื่อใช้ในการเปรียบเทียบอิทธิพลระหว่างชนิดของต้นตอที่มีผลต่อปริมาณธาตุอาหารในใบของส้มโชกุน

ทำการศึกษาปริมาณธาตุอาหารทุก ๆ 8 สัปดาห์เป็นเวลา 13 เดือน เริ่มตั้งแต่เดือนธันวาคม 2548 ถึง ธันวาคม 2549

3. ผลของต้นตอต่อรูปแบบเอนไซม์ที่ตำแหน่งต่าง ๆ ของกิ่งเลี้ยง

ใช้ตัวอย่างจากการทดลองการเจริญเติบโตและสัณฐานวิทยา มาสกัดและแยกเอนไซม์จากส่วนเปลือกลำต้นบริเวณเหนือรอยต่อ 2 และ 30 เซนติเมตร, ตาข้างอายุ 3 สัปดาห์ และที่ระดับ 2 เซนติเมตรใต้รอยต่อ โดยควั่นเอาเปลือกลำต้นส่วนแคมเบียมกว้าง 2-3 มิลลิเมตร นำมาสกัดเอนไซม์ด้วยสารละลายบัฟเฟอร์ซึ่งประกอบด้วย Tris - HCl (pH 7.5) เข้มข้น 0.5 โมลาร์, PVP เข้มข้น 2 เปอร์เซ็นต์, 2 - Mercapthoethanol เข้มข้น 1 เปอร์เซ็นต์ (ปริมาตร/ปริมาตร), Na_2 EDTA เข้มข้น 2 มิลลิโมลาร์ ปริมาตร 10 เท่าของน้ำหนักพืช บดด้วยโกร่งเย็น จากนั้นเทตัวอย่างพืชที่บดละเอียดใส่หลอดเอฟเพนด็อร์ฟเพื่อนำไปหมุนเหวี่ยงตกตะกอนที่ความเร็ว 12,000 รอบต่อนาทีเป็นเวลา 20 นาที ที่ 4 องศาเซลเซียส จากนั้นดูดส่วนใสข้างบนใส่หลอดเอฟเพนด็อร์ฟใหม่ นำไปแยกเอนไซม์ด้วยเครื่องอิเลคโตรฟอรีซีสแบบแนวตั้ง เมื่อทำการแยกเอนไซม์ ดูดสารละลายที่สกัดได้ 15 ไมโครลิตร ผสมกับ bromphenol blue 2 ไมโครลิตร ใส่รองหวีบนแผ่นเจลอะคริลาไมด์ชนิดไม่ต่อเนื่อง ประกอบด้วยเจลส่วนบนที่มีความเข้มข้น 3 % และเจลส่วนล่างที่มีความเข้มข้น 10 % ภายใต้กระแสไฟฟ้าคงที่ 100 โวลต์ (Hame และ Rickwood, 1981 อ้างโดย สมปอง และคณะ, 2538) จนสีเคลื่อนที่สุดแผ่นเจล จากนั้นนำแผ่นเจลมาย้อมสีด้วยระบบเอนไซม์เปอร์ออกซิเดส และเอสเตอเรส นำไปเขย่าด้วยเครื่องเขย่า 80 รอบ/นาที รอจนเห็นแถบ

ฝ่ายหอสมุด
คุณหญิงหลง อรรถกระวีสุนทร

เอนไซม์ชัดเจนหรือคงที่ไม่เปลี่ยนแปลง ล้างด้วยน้ำกลั่น 2 - 3 ครั้ง เปรียบเทียบความแตกต่างของรูปแบบเอนไซม์ทั้ง 2 ระบบในแต่ละชนิดของต้นตอส้ม ณ ตำแหน่งต่าง ๆ ในช่วงเวลาต่างกัน เพื่อประเมินอิทธิพลของต้นตอที่มีต่อกิ่งเลี้ยงส้มโชกุน

ทำการศึกษาการเปลี่ยนแปลงรูปแบบไอโซไซม์ทุก ๆ 8 สัปดาห์เป็นเวลา 13 เดือน เริ่มตั้งแต่เดือนธันวาคม 2548 ถึง ธันวาคม 2549

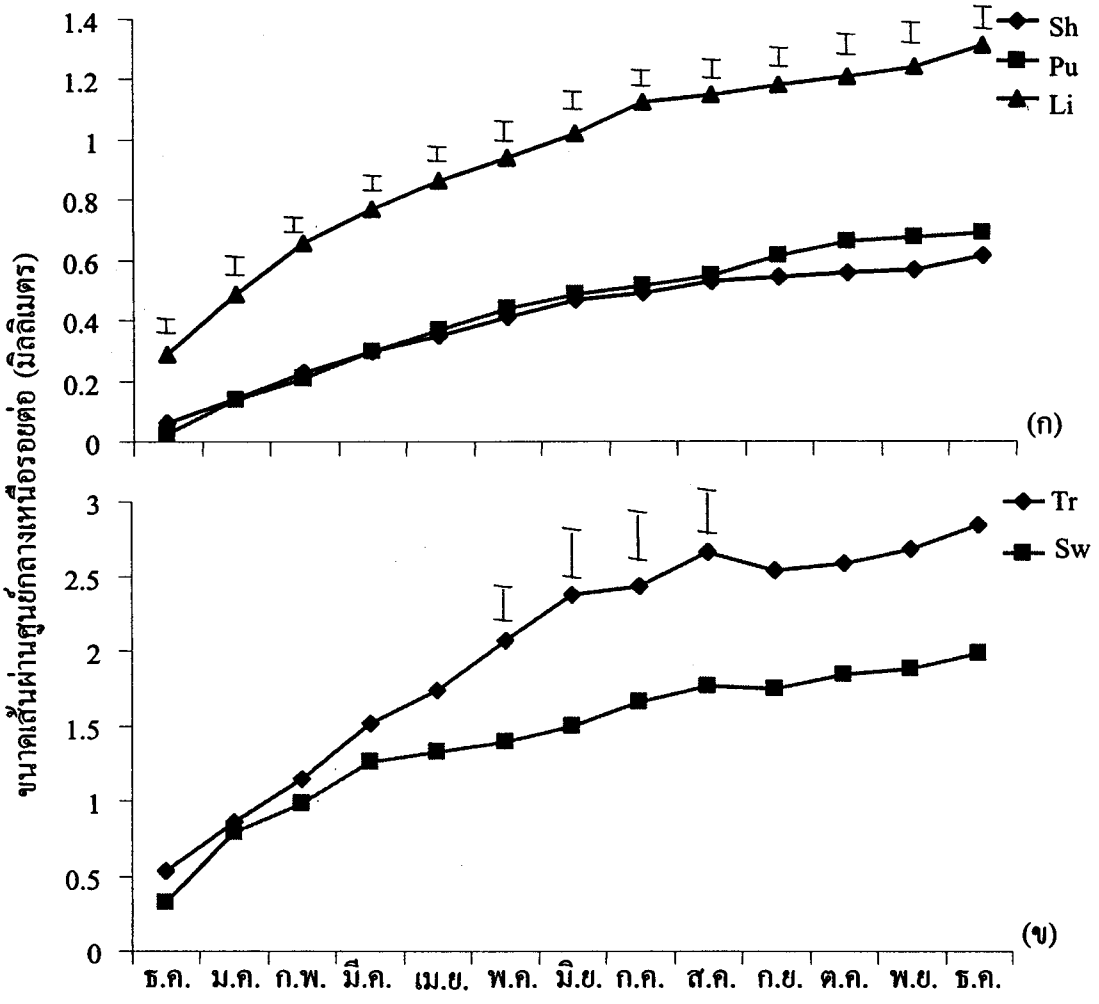
บทที่ 3

ผล

3.1 ผลของต้นตอต่อการเจริญและสัณฐานวิทยาของกิ่งเลี้ยง

3.1.1 ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเหนือรอยต่อ

เส้นผ่านศูนย์กลางเหนือรอยต่อของกิ่งตอนส้มโชกุน และกิ่งเลี้ยงส้มโชกุนอายุ 1 ปี ที่ต่อกิ่งบนต้นตอส้มโอบ้าน และบนต้นตอมะนาวควาย ช่วงเดือน ธันวาคม 2548 - ธันวาคม 2549 มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเพิ่มขึ้น โดยขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเหนือรอยต่อส้มโชกุนที่ต่อกิ่งบนต้นตอมะนาวควายมีขนาดโตที่สุด รองลงมาคือ ส้มโชกุนที่ต่อกิ่งบนต้นตอส้มโอบ้าน และกิ่งตอนส้มโชกุน ซึ่งมีความแตกต่างทางสถิติตลอดระยะเวลาการทดลอง ในช่วงเดือนธันวาคม 2549 ส้มโชกุนที่ต่อกิ่งบนต้นตอมะนาวควายมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเหนือรอยต่อ 1.31 มิลลิเมตร ส้มโชกุนที่ต่อกิ่งบนต้นตอส้มโอบ้านขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเหนือรอยต่อ 0.68 มิลลิเมตร และกิ่งตอนส้มโชกุนมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเหนือรอยต่อ 0.61 มิลลิเมตร (ภาพที่ 1 ก และตารางผนวกที่ 1) ส่วนเส้นผ่านศูนย์กลางเหนือรอยต่อของกิ่งเลี้ยงส้มโชกุนอายุ 5 ปี ที่ต่อกิ่งบนต้นตอส้มทรอยเยอร์ซิแตรงจ์ และต้นตอส้มสวิงเกิซิตรูมิโล ช่วงเดือนธันวาคม 2548 - ธันวาคม 2549 มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเหนือรอยต่อเพิ่มขึ้น โดยขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเหนือรอยต่อส้มโชกุนที่ต่อกิ่งบนต้นตอส้มทรอยเยอร์ซิแตรงจ์ มีขนาดโตกว่าส้มโชกุนที่ต่อกิ่งบนต้นตอส้มสวิงเกิลซิตรูมิโล แตกต่างกันทางสถิติในเดือนกุมภาพันธ์จนถึงเดือนสิงหาคม 2549 ในช่วงเดือน ธันวาคม 2549 ส้มโชกุนที่ต่อกิ่งบนต้นตอส้มทรอยเยอร์ซิแตรงจ์มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเหนือรอยต่อ 2.83 มิลลิเมตร และส้มโชกุนที่ต่อกิ่งบนต้นตอส้มสวิงเกิลซิตรูมิโลมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเหนือรอยต่อ 1.97 มิลลิเมตร (ภาพที่ 1 ข และตารางผนวกที่ 1)



ภาพที่ 1 ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเหนือรอยต่อ (มิลลิเมตร) ของส้มโชกุนที่ต่อกิ่งบนต้นตอชนิดต่าง ๆ ระหว่างเดือนธันวาคม 2548 - ธันวาคม 2549

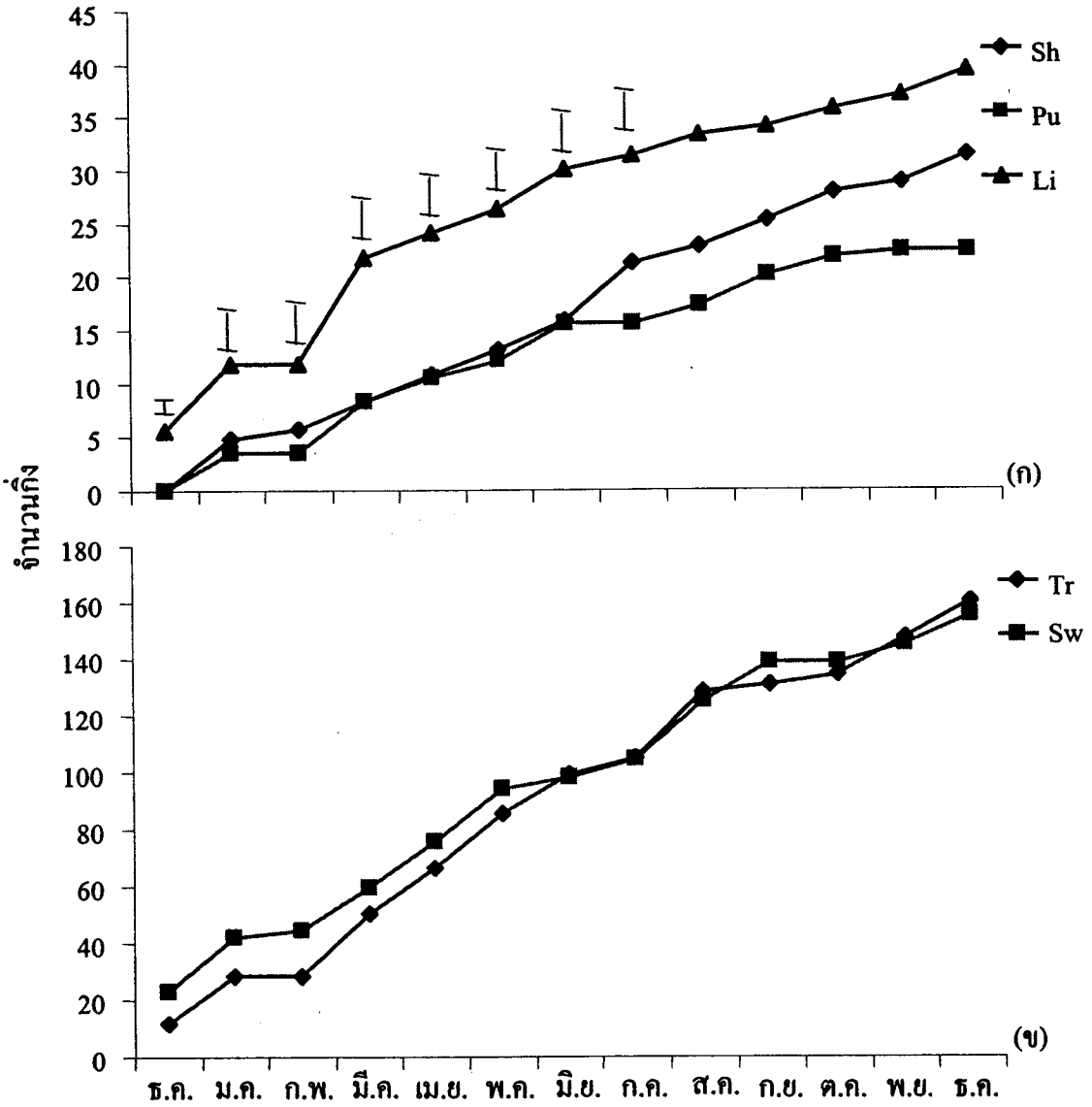
ก. กิ่งตอนส้มโชกุน (Sh) ส้มโชกุนที่ต่อกิ่งบนต้นตอส้มโอบ้าน (Pu) และต้นตอมะนาวควาย (Li)

ข. ส้มโชกุนที่ต่อกิ่งบนต้นตอส้มทรอยเยอร์ซิแตรงจ์ (Tr) และต้นตอส้มสวิงเกิลซิตรูมิโล (Sw)

(I = แตกต่างทางสถิติที่ระดับ $P \leq 0.05$ เปรียบเทียบโดยวิธี LSD)

3.1.2 จำนวนกิ่ง

จำนวนกิ่งของกิ่งตอนส้มโชกุน และกิ่งเลี้ยงส้มโชกุนอายุ 1 ปี ที่ต่อกิ่งบนต้นตอส้มโอบ้าน และต้นตอมะนาวควาย ช่วงเดือนธันวาคม 2548 - ธันวาคม 2549 มีจำนวนกิ่งเพิ่มขึ้น โดยจำนวนกิ่งของส้มโชกุนที่ต่อกิ่งบนต้นตอมะนาวควายมีจำนวนกิ่งสูงที่สุด รองลงมาคือ กิ่งตอนส้มโชกุนและส้มโชกุนที่ต่อกิ่งบนต้นตอส้มโอบ้าน แตกต่างกันทางสถิติในเดือนธันวาคม 2548 จนถึงเดือนกรกฎาคม 2549 ในช่วงเดือนธันวาคม 2549 ส้มโชกุนที่ต่อกิ่งบนต้นตอมะนาวควายมีจำนวนกิ่งเพิ่มขึ้น 39.25 กิ่ง กิ่งตอนส้มโชกุนมีจำนวนกิ่งเพิ่มขึ้น 31.25 กิ่ง และส้มโชกุนที่ต่อกิ่งบนต้นตอส้มโอบ้านมีจำนวนกิ่งเพิ่มขึ้น 22.25 กิ่ง (ภาพที่ 2 ก และตารางผนวกที่ 2) ส่วนจำนวนกิ่งของกิ่งเลี้ยงส้มโชกุนอายุ 5 ปี ที่ต่อกิ่งบนต้นตอส้มทรอยเยอร์ซิแตรงจ์ และต้นตอส้มสวิงเกิลซิตรูมิโลช่วงเดือน ธันวาคม 2548 - ธันวาคม 2549 มีจำนวนกิ่งเพิ่มขึ้น โดยจำนวนกิ่งของส้มโชกุนที่ต่อกิ่งบนต้นตอส้มทรอยเยอร์ซิแตรงจ์มีจำนวนกิ่งมากกว่าส้มโชกุนที่ต่อกิ่งบนต้นตอส้มสวิงเกิลซิตรูมิโล แตกต่างกันทางสถิติในเดือนธันวาคม 2548 จนถึงเดือนเมษายน 2549 ในช่วงเดือน ธันวาคม 2549 ส้มโชกุนที่ต่อกิ่งบนต้นตอส้มทรอยเยอร์ซิแตรงจ์ มีจำนวนกิ่งเพิ่มขึ้น 160.00 กิ่ง และส้มโชกุนที่ต่อกิ่งบนต้นตอส้มสวิงเกิลซิตรูมิโลมีจำนวนกิ่งเพิ่มขึ้น 155.00 กิ่ง (ภาพที่ 2 ข และตารางผนวกที่ 2)



ภาพที่ 2 จำนวนกิ่งของส้มโชกุนที่ต่อกิ่งบนต้นตอชนิดต่าง ๆ ระหว่างเดือน ธันวาคม 2548 - ธันวาคม 2549

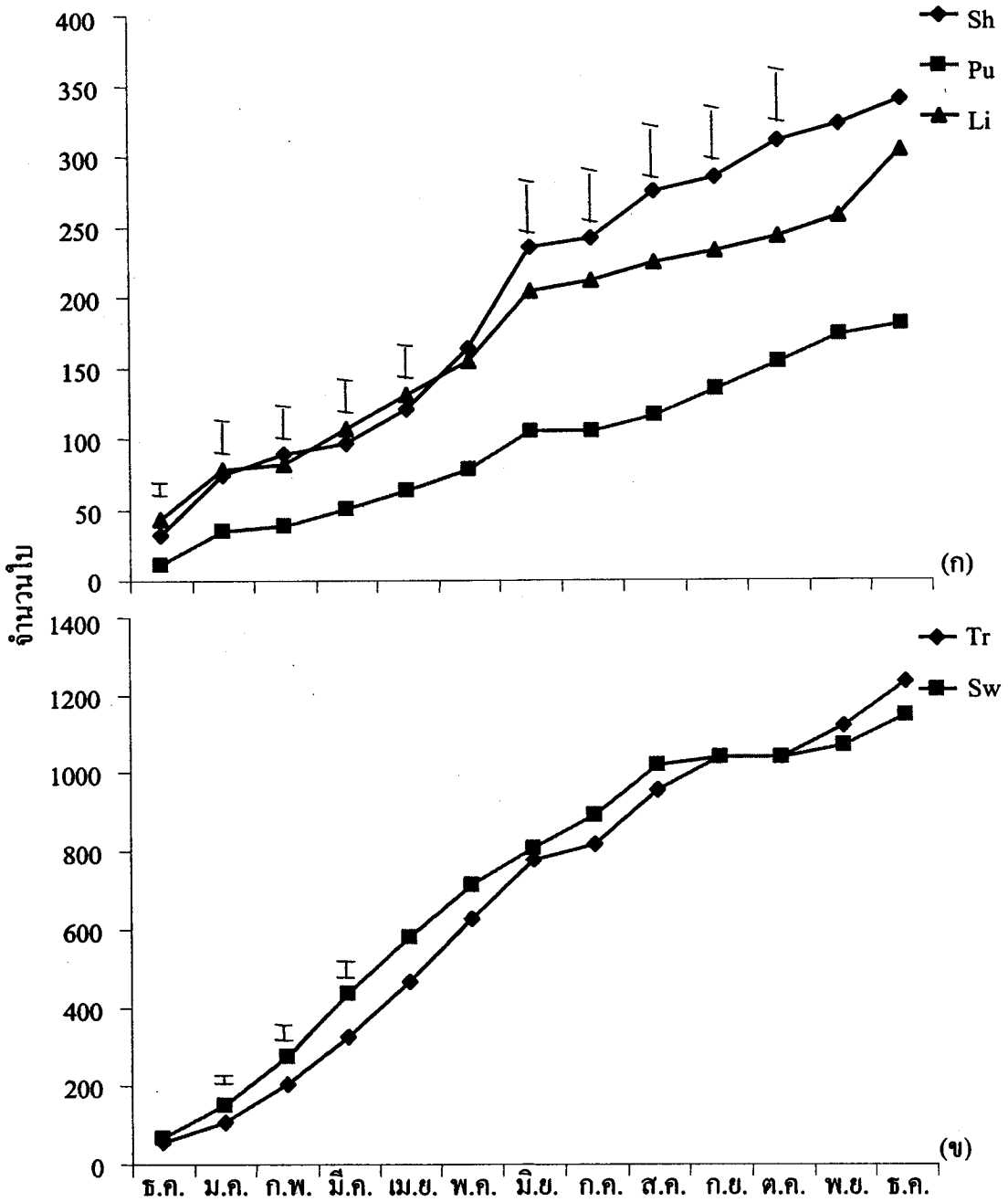
ก. กิ่งตอนส้มโชกุน (Sh) ส้มโชกุนที่ต่อกิ่งบนต้นตอส้มโอบ้าน (Pu) และต้นตอมะนาวควาย (Li)

ข. ส้มโชกุนที่ต่อกิ่งบนต้นตอส้มทรอยเยอร์ซิแตรงจ์ (Tr) และต้นตอส้มสวิงเกิลซิตรูมิโล (Sw)

(I = แตกต่างทางสถิติที่ระดับ $P \leq 0.05$ เปรียบเทียบโดยวิธี LSD)

3.1.3 จำนวนใบ

จำนวนใบของกิ่งตอนส้มโชกุน และกิ่งเลี้ยงส้มโชกุนอายุ 1 ปี ที่ต่อกิ่งบนต้นตอส้มโอบ้าน และต้นตอมะนาวควาย ช่วงเดือนธันวาคม 2548 - ธันวาคม 2549 มีจำนวนใบเพิ่มขึ้น โดยกิ่งตอนส้มโชกุนมีจำนวนใบเพิ่มขึ้นสูงที่สุด รองลงมาคือ ส้มโชกุนที่ต่อกิ่งบนต้นตอมะนาวควายและส้มโชกุนที่ต่อกิ่งบนต้นตอส้มโอบ้าน แตกต่างกันทางสถิติในเดือนธันวาคม 2548 จนถึงเดือนเมษายน 2549 และเดือนมิถุนายน - เดือนตุลาคม 2549 ในช่วงเดือนธันวาคม 2549 กิ่งตอนส้มโชกุนมีจำนวนใบเพิ่มขึ้น 339.25 ใบ ส้มโชกุนที่ต่อกิ่งบนต้นตอมะนาวควายมีจำนวนใบเพิ่มขึ้น 303.50 ใบ และส้มโชกุนที่ต่อกิ่งบนต้นตอส้มโอบ้านมีจำนวนใบเพิ่มขึ้น 180.25 ใบ (ภาพที่ 3 ก และตารางผนวกที่ 3) ส่วนจำนวนใบของกิ่งเลี้ยงส้มโชกุนอายุ 5 ปีที่ต่อกิ่งบนต้นตอส้มทรอยเยอร์ซิแตรงจ์ และต้นตอส้มสวิงเกิลซิตรูมิโล ช่วงเดือน ธันวาคม 2548 - ธันวาคม 2549 มีจำนวนใบเพิ่มขึ้น โดยส้มโชกุนที่ต่อกิ่งบนต้นตอส้มทรอยเยอร์ซิแตรงจ์ มีจำนวนใบเพิ่มขึ้นมากกว่าส้มโชกุนที่ต่อกิ่งบนต้นตอส้มสวิงเกิลซิตรูมิโล แตกต่างกันทางสถิติในเดือนมีนาคม 2549 และเดือนเมษายน 2549 ในช่วงเดือนธันวาคม 2549 ส้มโชกุนที่ต่อกิ่งบนต้นตอส้มทรอยเยอร์ซิแตรงจ์ มีจำนวนใบเพิ่มขึ้น 1231.25 ใบ และส้มโชกุนที่ต่อกิ่งบนต้นตอส้มสวิงเกิลซิตรูมิโลมีจำนวนใบเพิ่มขึ้น 1146.00 ใบ (ภาพที่ 3 ข และตารางผนวกที่ 3)



ภาพที่ 3 จำนวนใบของส้มโชกุนที่ต่อกิ่งบนต้นตอชนิดต่าง ๆ ระหว่างเดือน ธันวาคม 2548 - ธันวาคม 2549

ก. กิ่งตอนส้มโชกุน (Sh) ส้มโชกุนที่ต่อกิ่งบนต้นตอส้มโอบ้าน (Pu) และต้นตอมะนาวควาย (Li)

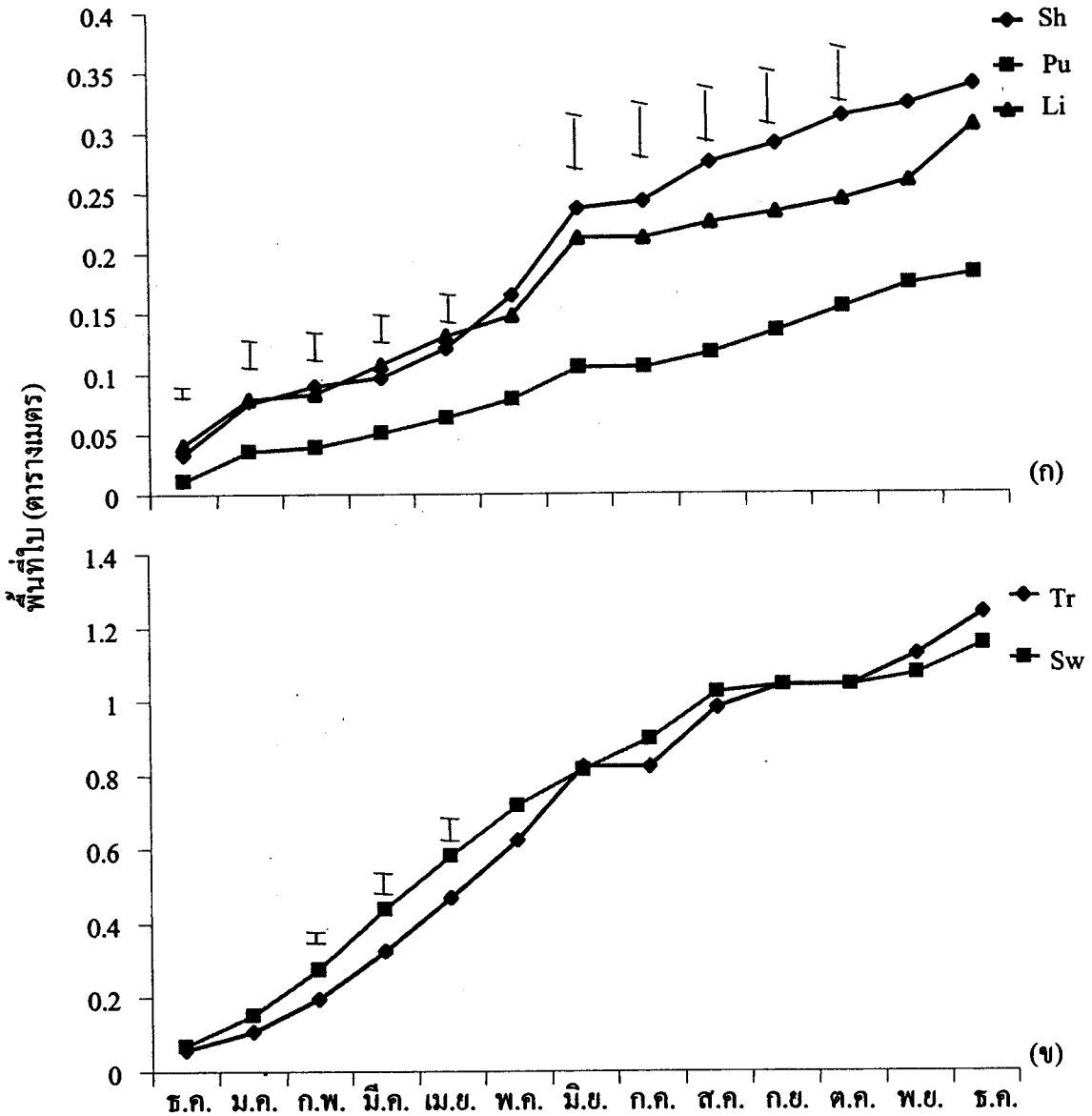
ข. ส้มโชกุนที่ต่อกิ่งบนต้นตอส้มทรอยเยอร์ซิแตรงจ์(Tr) และต้นตอส้มสวิงเกิลซิตรูมิโล (Sw)

(I = แตกต่างทางสถิติที่ระดับ $P \leq 0.05$ เปรียบเทียบโดยวิธี LSD)

3.1.4 พื้นที่ใบ

จากการคำนวณหาพื้นที่ใบโดยใช้สูตร Y = 5.5293X – 3.7902 ซึ่งได้จากการหาค่าความสัมพันธ์ระหว่างพื้นที่ใบกับความกว้างใบ (ภาพผนวกที่ 1)

พื้นที่ใบของกิ่งตอนส้มโชกุน และกิ่งเลี้ยงส้มโชกุนอายุ 1 ปี ที่ต่อกิ่งบนต้นตอส้มโอบ้าน และต้นตอมะนาวควาย ช่วงเดือน ธันวาคม 2548 - ธันวาคม 2549 มีพื้นที่ใบเพิ่มขึ้น โดยกิ่งตอนส้มโชกุนมีพื้นที่ใบเพิ่มขึ้นสูงที่สุด รองลงมาคือ ส้มโชกุนที่ต่อกิ่งบนต้นตอมะนาวควาย และส้มโชกุนที่ต่อกิ่งบนต้นตอส้มโอบ้าน แตกต่างกันทางสถิติในเดือนธันวาคม 2548 จนถึงเดือนเมษายน 2549 และเดือนมิถุนายน - เดือนตุลาคม 2549 ในช่วงเดือนธันวาคม 2549 กิ่งตอนส้มโชกุนมีพื้นที่ใบเพิ่มขึ้น 0.33 ตารางเมตร ส้มโชกุนที่ต่อกิ่งบนต้นตอมะนาวควายมีพื้นที่ใบเพิ่มขึ้น 0.30 ตารางเมตร และส้มโชกุนที่ต่อกิ่งบนต้นตอส้มโอบ้านมีพื้นที่ใบ 0.18 ตารางเมตร (ภาพที่ 4 ก และตารางผนวกที่ 4) ส่วนพื้นที่ใบของกิ่งเลี้ยงส้มโชกุนอายุ 5 ปี ที่ต่อกิ่งบนต้นตอส้มทรอยเยอร์ซิเตรงจ์ และต้นตอส้มสวิงเกิลซิตรูมิโล ช่วงเดือนธันวาคม 2548 - ธันวาคม 2549 มีพื้นที่ใบเพิ่มขึ้น โดยส้มโชกุนที่ต่อกิ่งบนต้นตอส้มทรอยเยอร์ซิเตรงจ์ มีพื้นที่ใบเพิ่มขึ้นมากกว่าส้มโชกุนที่ต่อกิ่งบนต้นตอส้มสวิงเกิลซิตรูมิโล แตกต่างกันทางสถิติในเดือนมีนาคม และเดือนเมษายน 2549 ในช่วงเดือนธันวาคม 2549 ส้มโชกุนที่ต่อกิ่งบนต้นตอส้มทรอยเยอร์ซิเตรงจ์มีพื้นที่ใบเพิ่มขึ้น 1.23 ตารางเมตร และส้มโชกุนที่ต่อกิ่งบนต้นตอส้มสวิงเกิลซิตรูมิโลมีพื้นที่ใบเพิ่มขึ้น 1.15 ตารางเมตร (ภาพที่ 4 ข และตารางผนวกที่ 4)



ภาพที่ 4 พื้นที่ใบ (ตร.ม.) ของส้มโชกุนที่ต่อกิ่งบนต้นตอชนิดต่าง ๆ ระหว่างเดือน ธันวาคม 2548 - ธันวาคม 2549

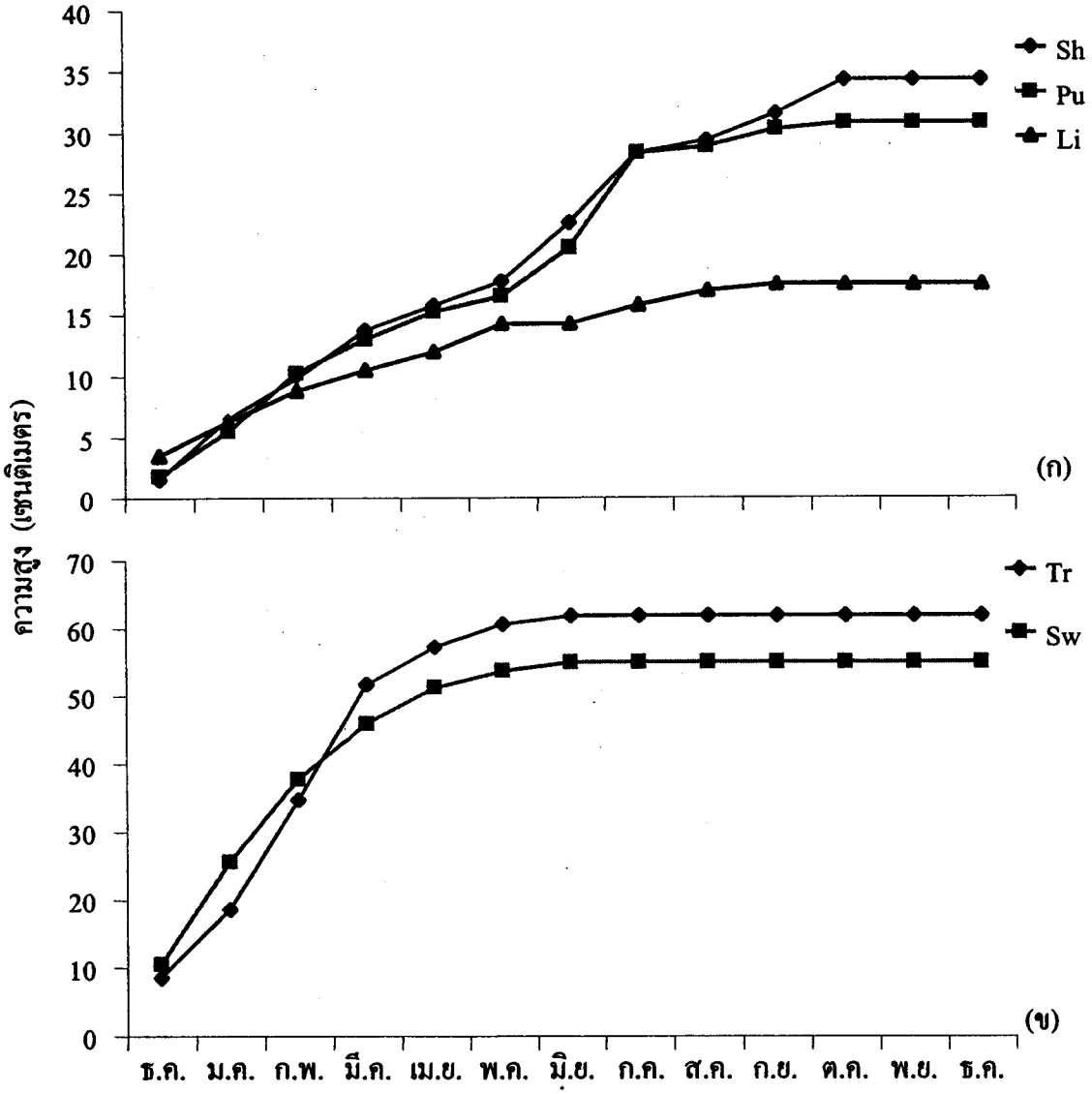
ก. กิ่งตอนส้มโชกุน (Sh) ส้มโชกุนที่ต่อกิ่งบนต้นตอส้มโอบ้าน (Pu) และต้นตอมะนาวควาย (Li)

ข. ส้มโชกุนที่ต่อกิ่งบนต้นตอส้มทรอยเยอร์ซิแตรงจ์ (Tr) และต้นตอส้มสวิงเกิลซิตรูมิโล (Sw)

($\overline{\mathrm{I}}$ = แตกต่างทางสถิติที่ระดับ $P \leq 0.05$ เปรียบเทียบโดยวิธี LSD)

3.1.5 ความสูง

ความสูงของกิ่งตอนส้มโชกุน และกิ่งเลี้ยงส้มโชกุนอายุ 1 ปีที่ต่อกิ่งบนต้นตอส้มโอบ้าน และต้นตอมะนาวควาย ช่วงเดือน ธันวาคม 2548 - ธันวาคม 2549 มีความสูงเพิ่มขึ้น โดยกิ่งตอนส้มโชกุนมีความสูงเพิ่มขึ้นสูงที่สุด รองลงมาคือ ส้มโชกุนที่ต่อกิ่งบนต้นตอส้มโอบ้าน และส้มโชกุนที่ต่อกิ่งบนต้นตอมะนาวควาย ไม่แตกต่างกันทางสถิติตลอดระยะเวลาการทดลอง ในช่วงเดือนธันวาคม 2549 กิ่งตอนส้มโชกุนมีความสูงเพิ่มขึ้น 34.25 เซนติเมตร ส้มโชกุนที่ต่อกิ่งบนต้นตอส้มโอบ้านมีความสูงเพิ่มขึ้น 30.75 เซนติเมตร และส้มโชกุนที่ต่อกิ่งบนต้นตอมะนาวควายมีความสูงเพิ่มขึ้น 17.50 เซนติเมตร (ภาพที่ 5 ก และตารางผนวกที่ 5) ส่วนความสูงของกิ่งเลี้ยงส้มโชกุนอายุ 5 ปี ที่ต่อกิ่งบนต้นตอส้มทรอยเยอร์ซิแตรงจ์ และต้นตอส้มสวิงเกิลซิตรูมิโล ช่วงเดือนธันวาคม 2548 - ธันวาคม 2549 มีความสูงเพิ่มขึ้น โดยส้มโชกุนที่ต่อกิ่งบนต้นตอส้มทรอยเยอร์ซิแตรงจ์มีความสูงเพิ่มขึ้นสูงกว่าส้มโชกุนที่ต่อกิ่งบนต้นตอส้มสวิงเกิลซิตรูมิโล ไม่แตกต่างกันทางสถิติตลอดระยะเวลาการทดลอง ในช่วงเดือนธันวาคม 2549 ส้มโชกุนที่ต่อกิ่งบนต้นตอส้มทรอยเยอร์ซิแตรงจ์มีความสูงเพิ่มขึ้น 61.75 เซนติเมตร และส้มโชกุนที่ต่อกิ่งบนต้นตอส้มสวิงเกิลซิตรูมิโลมีความสูงเพิ่มขึ้น 55.00 เซนติเมตร (ภาพที่ 5 ข และตารางผนวกที่ 5)



ภาพที่ 5 ความสูง (เซนติเมตร) ของส้มโชกุนที่ต่อกิ่งบนต้นตอชนิดต่าง ๆ ระหว่างเดือนธันวาคม 2548 - ธันวาคม 2549

ก. กิ่งตอนส้มโชกุน (Sh) ส้มโชกุนที่ต่อกิ่งบนต้นตอส้มโอบ้าน (Pu) และต้นตอมะนาวควาย (Li)

ข. ส้มโชกุนที่ต่อกิ่งบนต้นตอส้มทรอยเยอร์ซิแตรงจ์ (Tr) และต้นตอส้มสวิงเกิลซิตรูมิโล (Sw) (ข)

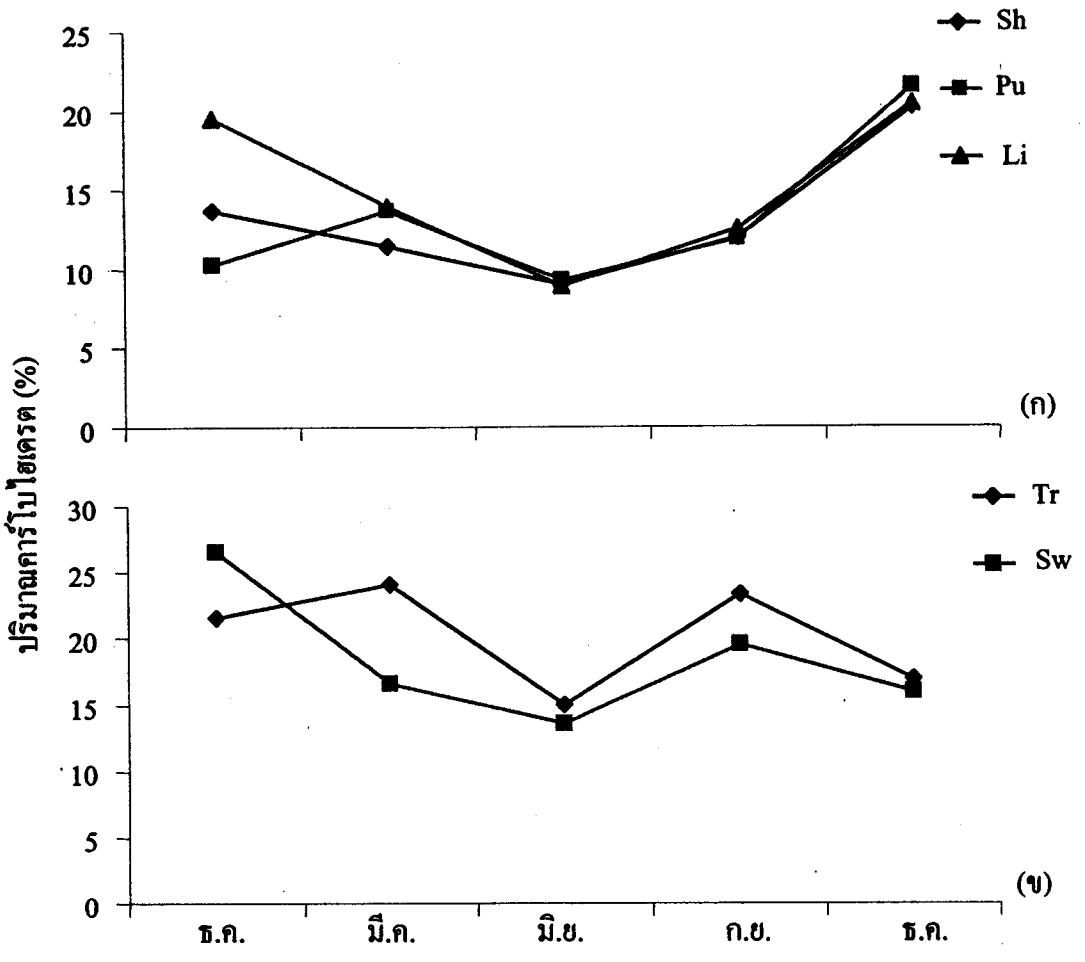
3.2. ผลของต้นตอต่อปริมาณธาตุอาหารในกิ่งเลี้ยง

3.2.1 ปริมาณคาร์โบไฮเดรต (%)

3.2.1.1 ปริมาณคาร์โบไฮเดรตในใบ

ปริมาณคาร์โบไฮเดรตของกิ่งตอนส้มโชกุน และกิ่งเลี้ยงส้มโชกุนอายุ 1 ปี ที่ต่อกิ่งบนต้นตอส้มโอบ้าน และต้นตอมะนาวควาย ช่วงเดือนธันวาคม 2548 - ธันวาคม 2549 ปริมาณคาร์โบไฮเดรตลดลงจนกระทั่งในเดือนมิถุนายน 2549 และมีปริมาณสูงขึ้นจนถึงเดือนธันวาคม 2549 ซึ่งในเดือนมิถุนายน 2549 กิ่งตอนส้มโชกุน ส้มโชกุนที่ต่อกิ่งบนต้นตอส้มโอบ้าน และส้มโชกุนที่ต่อกิ่งบนต้นตอมะนาวควาย มีการออกดอก ติดผล ทำให้ปริมาณคาร์โบไฮเดรตถูกนำไปใช้ในกระบวนการออกดอก และในระหว่างเดือนกันยายน จนถึงเดือนธันวาคม 2549 ปริมาณคาร์โบไฮเดรตสูงขึ้นเพื่อนำไปใช้ในกระบวนการพัฒนาของผล เมื่อเปรียบเทียบระหว่างกิ่งตอนส้มโชกุน ส้มโชกุนที่ต่อกิ่งบนต้นตอส้มโอบ้าน และส้มโชกุนที่ต่อกิ่งบนต้นตอมะนาวควาย พบว่า ปริมาณคาร์โบไฮเดรตของส้มโชกุนที่ต่อกิ่งบนต้นตอมะนาวควายมีปริมาณสูงกว่า กิ่งตอนส้มโชกุน และส้มโชกุนที่ต่อกิ่งบนต้นตอส้มโอบ้าน ซึ่งไม่มีความแตกต่างทางสถิติ โดยในเดือนธันวาคม 2549 ส้มโชกุนที่ต่อกิ่งบนต้นตอมะนาวควายมีปริมาณคาร์โบไฮเดรต 19.48 % กิ่งตอนส้มโชกุนมีปริมาณคาร์โบไฮเดรต 13.68 % และส้มโชกุนที่ต่อกิ่งบนต้นตอส้มโอบ้านมีปริมาณคาร์โบไฮเดรต 10.29 % (ภาพที่ 6 ก และตารางผนวกที่ 6)

ส่วนปริมาณคาร์โบไฮเดรตของกิ่งเลี้ยงส้มโชกุนอายุ 5 ปี ที่ต่อกิ่งบนต้นตอส้มทรอยเยอร์ซิแตรงจ์ และต้นตอส้มสวิงเกิลซิตรูมิโล ช่วงเดือนธันวาคม 2548 - ธันวาคม 2549 ปริมาณคาร์โบไฮเดรตลดลงจนกระทั่งในเดือนมิถุนายน 2549 แต่มีปริมาณสูงขึ้นในเดือนกันยายน 2549 และลดลงในเดือนธันวาคม 2549 ซึ่งในเดือนมิถุนายน 2549 และเดือนธันวาคม 2549 ส้มโชกุนที่ต่อกิ่งบนต้นตอส้มทรอยเยอร์ซิแตรงจ์ และส้มโชกุนที่ต่อกิ่งบนต้นตอส้มสวิงเกิลซิตรูมิโลมีการออกดอกติดผล คาร์โบไฮเดรตจึงถูกนำไปใช้ เมื่อเปรียบเทียบทั้ง 2 ชนิดของต้นตอ พบว่า ปริมาณคาร์โบไฮเดรตของส้มโชกุนที่ต่อกิ่งบนต้นตอส้มทรอยเยอร์ซิแตรงจ์ มีปริมาณสูงกว่าส้มโชกุนที่ต่อกิ่งบนต้นตอส้มสวิงเกิลซิตรูมิโล ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยในเดือนธันวาคม 2549 ส้มโชกุนที่ต่อกิ่งบนต้นตอส้มทรอยเยอร์ซิแตรงจ์มีปริมาณคาร์โบไฮเดรต 16.87 % และส้มโชกุนที่ต่อกิ่งบนต้นตอส้มสวิงเกิลซิตรูมิโลมีปริมาณคาร์โบไฮเดรต 15.95 % (ภาพที่ 6 ข และตารางผนวกที่ 6)



ภาพที่ 6 ปริมาณคาร์โบไฮเดรต (%) ในใบของส้มโชกุนที่ต่อกิ่งบนต้นตอชนิดต่าง ๆ ระหว่างเดือนธันวาคม 2548 - ธันวาคม 2549

ก. กิ่งตอนส้มโชกุน (Sh) ส้มโชกุนที่ต่อกิ่งบนต้นตอส้มโอบ้าน (Pu) และต้นตอมะนาวควาย (Li)

ข. ส้มโชกุนที่ต่อกิ่งบนต้นตอส้มทรอยเยอร์ซิแตรงจ์ (Tr) และต้นตอส้มสวิงเกิลซิตรูมิโล (Sw)

3.2.1.2 ปริมาณคาร์โบไฮเดรตในตำแหน่งต่าง ๆ

การศึกษาปริมาณธาตุอาหารในตำแหน่งต่าง ๆ ของกิ่งพันธุ์ดี เฉพาะในเดือนธันวาคม 2549 โดยใช้เปลือกลำต้นบริเวณเหนือรอยต่อ 2 และ 30 เซนติเมตร ตาข้าง และใบของกิ่งตอนส้มโชกุน และกิ่งเลี้ยงส้มโชกุนอายุ 1 ปี พบว่า ต้นตอส้มโอบ้านมีปริมาณคาร์โบไฮเดรตที่เปลือกลำต้นบริเวณเหนือรอยต่อ 2 เซนติเมตรและใบของสูงที่สุด คือ 17.297 % และ 21.489 % ส่วนกิ่งตอนส้มโชกุนมีปริมาณคาร์โบไฮเดรตที่เปลือกลำต้นบริเวณเหนือรอยต่อ 30 เซนติเมตรสูงที่สุด คือ 17.969 % และต้นตอมะนาวควายมีปริมาณคาร์โบไฮเดรตที่ตาข้างสูงที่สุด คือ 15.329 % ส่วนกิ่งเลี้ยงส้มโชกุนอายุ 5 ปี พบว่า ต้นตอส้มสวิงเกิลซิตรูมิโลมีปริมาณคาร์โบไฮเดรตที่เปลือกลำต้นบริเวณเหนือรอยต่อ 2 และ 30 เซนติเมตร และตาข้างสูงว่าต้นตอส้มทรอยเยอร์ซิแตรงจ์ คือ 12.426 % 12.268 % และ 12.504 % ตามลำดับ ส่วนต้นตอส้มทรอยเยอร์ซิแตรงจ์มีปริมาณคาร์โบไฮเดรตในใบสูงว่าต้นตอส้มสวิงเกิลซิตรูมิโล โดยปริมาณคาร์โบไฮเดรตมีค่าใกล้เคียงกัน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 2)

ตารางที่ 2 ปริมาณคาร์โบไฮเดรต (%) ตำแหน่งต่าง ๆ บนต้นส้มโชกุนในเดือนธันวาคม 2549

ต้นตอ	ตำแหน่ง			
	เหนือรอยต่อ 2 ซม.	เหนือรอยต่อ 30 ซม.	ตาข้าง	ใบ
อายุ 1 ปี				
กิ่งตอนโชกุน	13.147	17.969	12.841	20.180
ส้มโอบ้าน	17.297	16.263	15.329	21.489
มะนาวควาย	16.330	20.152	16.495	20.373
F - test	ns	ns	ns	ns
C.V. (%)	23.64	25.75	22.10	21.61
อายุ 5 ปี				
ทรอยเยอร์ซิแตรงจ์	11.063	11.262	11.628	16.877
สวิงเกิลซิตรูมิโล	12.426	12.268	12.504	15.953
F - test	ns	ns	ns	ns
C.V. (%)	18.41	17.78	11.52	12.81

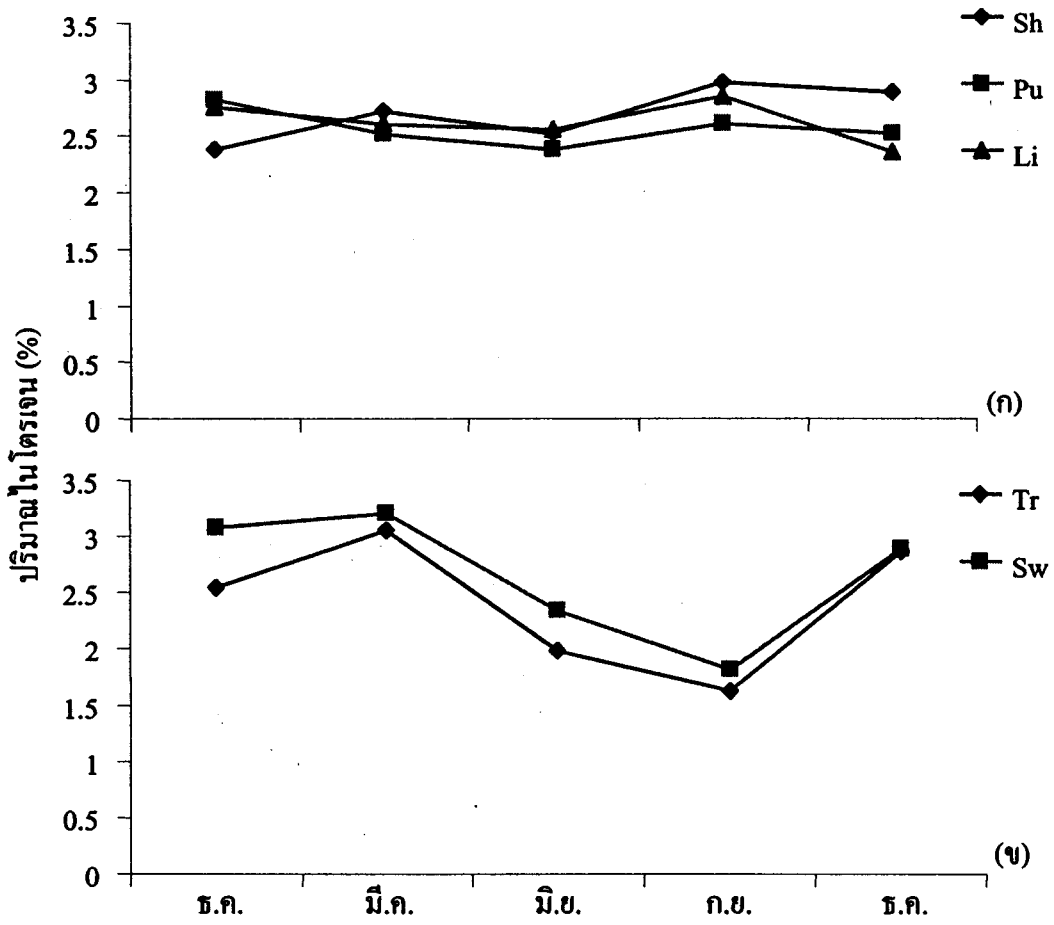
ns = ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

3.2.1 ปริมาณไนโตรเจน (%)

3.2.2.1 ปริมาณไนโตรเจนในใบ

ปริมาณไนโตรเจนของกิ่งตอนส้มโชกุน กิ่งเลี้ยงส้มโชกุนอายุ 1 ปีที่ต่อกิ่งบนต้นตอส้มโอบ้าน และต้นตอมะนาวควาย ช่วงเดือนธันวาคม 2548 - ธันวาคม 2549 ปริมาณไนโตรเจนลดลงจนกระทั่งในเดือนมิถุนายน 2549 และมีปริมาณสูงขึ้นจนถึงเดือนธันวาคม 2549 ซึ่งในเดือนมิถุนายน 2549 กิ่งตอนส้มโชกุน ส้มโชกุนที่ต่อกิ่งบนต้นตอส้มโอบ้าน และส้มโชกุนที่ต่อกิ่งบนต้นตอมะนาวควาย มีการออกดอก ติดผล ทำให้ปริมาณไนโตรเจนลดลง เมื่อเปรียบเทียบระหว่างกิ่งตอนส้มโชกุน ส้มโชกุนที่ต่อกิ่งบนต้นตอส้มโอบ้าน และส้มโชกุนที่ต่อกิ่งบนต้นตอมะนาวควาย พบว่า ปริมาณไนโตรเจนของกิ่งตอนส้มโชกุนมีปริมาณสูงกว่า ส้มโชกุนที่ต่อกิ่งบนต้นตอส้มโอบ้าน และส้มโชกุนที่ต่อกิ่งบนต้นตอมะนาวควาย ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยในเดือนธันวาคม 2549 กิ่งตอนส้มโชกุนมีปริมาณไนโตรเจน 2.87 % ส้มโชกุนที่ต่อกิ่งบนต้นตอส้มโอบ้านมีปริมาณไนโตรเจน 2.51 % และส้มโชกุนที่ต่อกิ่งบนต้นตอมะนาวควายมีปริมาณไนโตรเจน 2.35 % (ภาพที่ 7 ก และตารางผนวกที่ 7)

ส่วนปริมาณไนโตรเจนของกิ่งเลี้ยงส้มโชกุนอายุ 5 ปี ที่ต่อกิ่งบนต้นตอส้มทรอยเยอร์ซิแตรงจ์ และต้นตอส้มสวิงเกิลซิตรูมิโล ช่วงเดือนธันวาคม 2548 - ธันวาคม 2549 ปริมาณไนโตรเจนลดลงจนกระทั่งในเดือนกันยายน 2549 และมีปริมาณสูงขึ้นในเดือนธันวาคม 2549 ซึ่งในเดือนกันยายน 2549 ส้มโชกุนที่ต่อกิ่งบนต้นตอส้มทรอยเยอร์ซิแตรงจ์ และส้มโชกุนที่ต่อกิ่งบนต้นตอส้มสวิงเกิลซิตรูมิโลมีการออกดอกติดผล ทำให้ปริมาณไนโตรเจนลดลงอย่างเห็นได้ชัดเจน เมื่อเปรียบเทียบทั้ง 2 ชนิดของต้นตอ พบว่า ปริมาณไนโตรเจนของส้มโชกุนที่ต่อกิ่งบนต้นตอส้มสวิงเกิลซิตรูมิโลมีปริมาณสูงกว่าส้มโชกุนที่ต่อกิ่งบนต้นตอส้มทรอยเยอร์ซิแตรงจ์ ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยในเดือนธันวาคม 2549 ส้มโชกุนที่ต่อกิ่งบนต้นตอส้มสวิงเกิลมีปริมาณไนโตรเจน 2.89 % และส้มโชกุนที่ต่อกิ่งบนต้นตอส้มทรอยเยอร์ซิแตรงจ์มีปริมาณไนโตรเจน 2.85 % (ภาพที่ 7 ข และตารางผนวกที่ 7)



ภาพที่ 7 ปริมาณไนโตรเจน (%) ในใบของส้มโชกุนที่ต่อกิ่งบนต้นตอชนิดต่าง ๆ ระหว่างเดือนธันวาคม 2548 - ธันวาคม 2549

ก. กิ่งตอนส้มโชกุน (Sh) ส้มโชกุนที่ต่อกิ่งบนต้นตอส้มโอบ้าน (Pu) และต้นตอมะนาวควาย (Li)

ข. ส้มโชกุนที่ต่อกิ่งบนต้นตอส้มทรอยเยอร์ซิแตรงจ์ (Tr) และต้นตอส้มสวิงเกิลซิตรูมิโล (Sw) (ข)

3.2.2.2 ปริมาณไนโตรเจนในตำแหน่งต่าง ๆ

การศึกษาธาตุอาหารในตำแหน่งต่าง ๆ ของกิ่งพันธุ์ดี เฉพาะในเดือนธันวาคม 2549 โดยใช้เปลือกลำต้นบริเวณเหนือรอยต่อ 2 และ 30 เซนติเมตร ตาข้าง และใบ ของกิ่งตอนส้มโชกุนและกิ่งเลี้ยงส้มโชกุนอายุ 1 ปี พบว่า กิ่งตอนส้มโชกุนมีปริมาณไนโตรเจนที่เปลือกลำต้นบริเวณเหนือรอยต่อ 2 และ 30 เซนติเมตร ตาข้าง และใบสูงที่สุด คือ 1.480 %, 1.737 %, 1.610 % และ 2.878 % ตามลำดับ ส่วนกิ่งเลี้ยงส้มโชกุนอายุ 5 ปี พบว่า ต้นตอส้มสวิงเกิลซิตรูมิโล มีปริมาณไนโตรเจนที่เปลือกลำต้นบริเวณเหนือรอยต่อ 2 เซนติเมตร ตาข้าง และใบสูงกว่าต้นตอส้มทรอยเยอร์ซิแตรงจ์ คือ 1.438 % 1.653 % และ 2.891 % ตามลำดับ ส่วนต้นตอส้มทรอยเยอร์ซิแตรงจ์มีปริมาณไนโตรเจนที่ตาข้างสูงกว่าต้นตอส้มสวิงเกิลซิตรูมิโล คือ 1.597 % โดยปริมาณไนโตรเจนมีค่าใกล้เคียงกัน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 3)

ตารางที่ 3 ปริมาณไนโตรเจน (%) ตำแหน่งต่าง ๆ บนต้นส้มโชกุนในเดือนธันวาคม 2549

ต้นตอ	ตำแหน่ง			
	เหนือรอยต่อ 2 ซม.	เหนือรอยต่อ 30 ซม.	ตาข้าง	ใบ
อายุ 1 ปี				
กิ่งตอนโชกุน	1.480	1.737	1.610	2.878
ส้มโอบ้าน	1.429	1.465	1.512	2.514
มะนาวควาย	1.421	1.295	1.583	2.352
F - test	ns	ns	ns	ns
C.V. (%)	7.28	10.09	22.57	11.13
อายุ 5 ปี				
ทรอยเยอร์ซิแตรงจ์	1.355	1.597	1.611	2.858
สวิงเกิลซิตรูมิโล	1.438	1.357	1.653	2.891
F - test	ns	ns	ns	ns
C.V. (%)	13.14	8.00	16.66	4.93

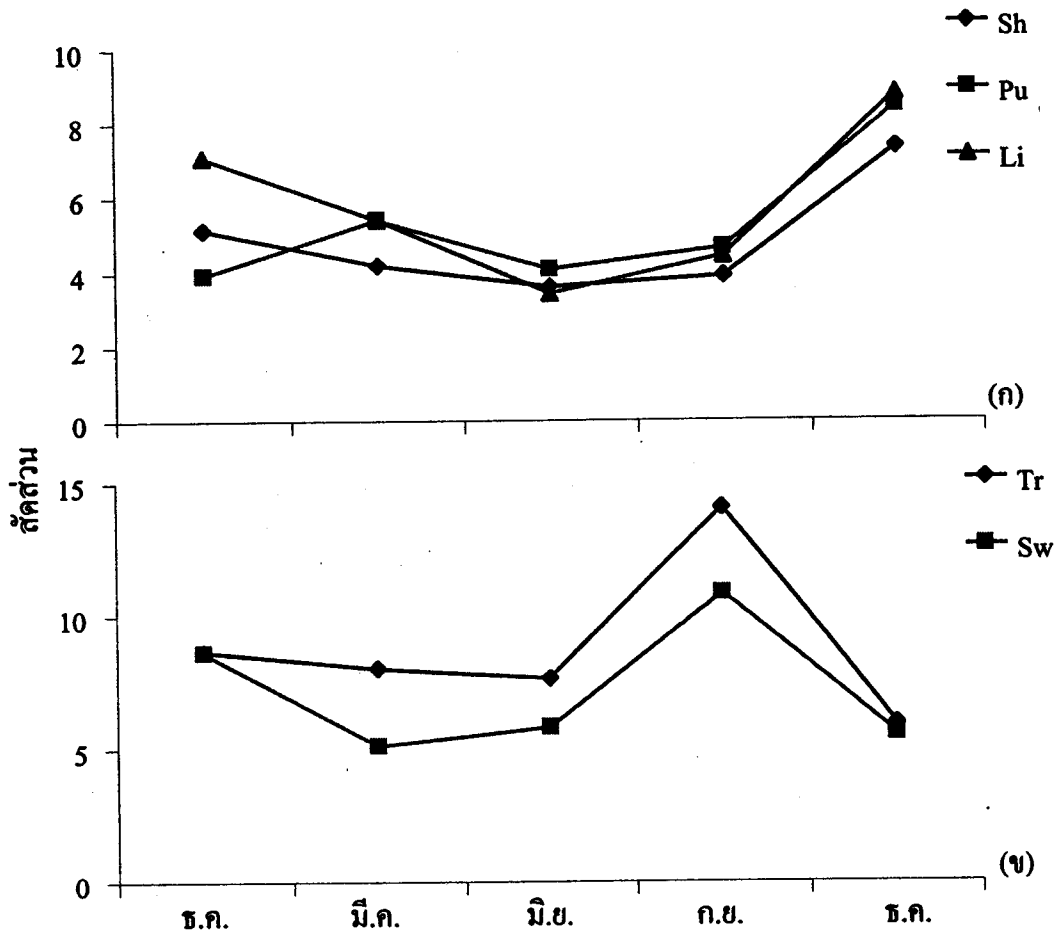
ns = ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

3.2.3 สัดส่วนของคาร์โบไฮเดรตต่อไนโตรเจน (C:N)

3.2.3.1 สัดส่วนของคาร์โบไฮเดรตต่อไนโตรเจนในใบ

สัดส่วน C:N ของกิ่งตอนส้มโชกุน กิ่งเลี้ยงส้มโชกุนอายุ 1 ปีที่ต่อกิ่งบนต้นตอส้มโอบ้าน และต้นตอมะนาวควาย ช่วงเดือนธันวาคม 2548 - เดือนธันวาคม 2549 สัดส่วน C:N ลดลงจนกระทั่งในเดือนมิถุนายน 2549 และมีปริมาณสูงขึ้นจนถึงเดือนธันวาคม 2549 ซึ่งในเดือนมิถุนายน 2549 กิ่งตอนส้มโชกุน ส้มโชกุนที่ต่อกิ่งบนต้นตอส้มโอบ้าน และส้มโชกุนที่ต่อกิ่งบนต้นตอมะนาวควาย มีการออกดอก ติดผล คาร์โบไฮเดรตถูกนำไปใช้ในการบวนการออกดอก ติดผล จึงทำให้สัดส่วนของ C:N มีการเปลี่ยนแปลง เมื่อเปรียบเทียบระหว่างกิ่งตอนส้มโชกุนส้มโชกุนที่ต่อกิ่งบนต้นตอส้มโอบ้าน และส้มโชกุนที่ต่อกิ่งบนต้นตอมะนาวควาย พบว่า ส้มโชกุนที่ต่อกิ่งบนต้นตอมะนาวควายมีสัดส่วน C:N สูงกว่าส้มโชกุนที่ต่อกิ่งบนต้นตอส้มโอบ้าน และกิ่งตอนส้มโชกุน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยในเดือนธันวาคม 2549 ส้มโชกุนที่ต่อกิ่งบนต้นตอมะนาวควายมีสัดส่วน C:N 8.76 ส้มโชกุนที่ต่อกิ่งบนต้นตอส้มโอบ้านมีสัดส่วน C:N 8.62 และกิ่งตอนส้มโชกุนมีสัดส่วน C:N 7.32 (ภาพที่ 8 ก และตารางผนวกที่ 8)

ส่วนสัดส่วน C:N ของกิ่งเลี้ยงส้มโชกุนอายุ 5 ปีที่ต่อกิ่งบนต้นตอส้มทรอยเยอร์ซิแตรงจ์ และต้นตอส้มสวิงเกิลซิตรูมิโล ช่วงเดือนธันวาคม 2548 - ธันวาคม 2549 สัดส่วน C:N ลดลงจนกระทั่งในเดือนมิถุนายน 2549 มีค่าสูงขึ้นในเดือนกันยายน 2549 และลดลงในเดือนธันวาคม 2549 ส้มโชกุนที่ต่อกิ่งบนต้นตอส้มทรอยเยอร์ซิแตรงจ์ และส้มโชกุนที่ต่อกิ่งบนต้นตอส้มสวิงเกิลซิตรูมิโลมีการออกดอกติดผล ทำให้สัดส่วนของ C:N เปลี่ยนแปลงไป ในเดือนกันยายน 2549 มีสัดส่วนของ C:N มีค่าสูงซึ่งเป็นช่วงที่มีการออกดอก เมื่อเปรียบเทียบทั้ง 2 ชนิดของต้นตอ พบว่า สัดส่วน C:N ในใบของส้มโชกุนที่ต่อกิ่งบนต้นตอส้มทรอยเยอร์ซิแตรงจ์ มีค่าสูงกว่าส้มโชกุนที่ต่อกิ่งบนต้นตอส้มสวิงเกิลซิตรูมิโล ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติโดยในเดือนธันวาคม 2549 ส้มโชกุนที่ต่อกิ่งบนต้นตอส้มทรอยเยอร์ซิแตรงจ์มีสัดส่วน C:N 5.89 และส้มโชกุนที่ต่อกิ่งบนต้นตอส้มสวิงเกิลซิตรูมิโลมีสัดส่วน C:N 5.52 (ภาพที่ 8 ข และตารางผนวกที่ 8)



ภาพที่ 8 สัดส่วน C:N ในใบของส้มโชกุนที่ต่อกิ่งบนต้นตอชนิดต่าง ๆ ระหว่างเดือนธันวาคม 2548 - ธันวาคม 2549

ก. กิ่งตอนส้มโชกุน (Sh) ส้มโชกุนที่ต่อกิ่งบนต้นตอส้มโอบ้าน (Pu) และต้นตอมะนาวควาย (Li)

ข. ส้มโชกุนที่ต่อกิ่งบนต้นตอส้มทรอยเยอร์ซิแตรงจ์ (Tr) และต้นตอส้มสวิงเกิลซิตรูมิโล (Sw) (ข)

3.2.3.2 สัดส่วนของคาร์โบไฮเดรตต่อไนโตรเจนในตำแหน่งต่าง ๆ

ส่วนการศึกษาธาตุอาหารในตำแหน่งต่าง ๆ ของกิ่งพันธุ์ดี เฉพาะในเดือนธันวาคม 2549 โดยใช้เปลือกลำต้นบริเวณเหนือรอยต่อ 2 และ 30 เซนติเมตร ตาข้าง และใบ ของกิ่งตอนส้มโชกุน กิ่งเลี้ยงส้มโชกุนอายุ 1 ปี พบว่า ต้นตอส้มโอบ้านมีสัดส่วน C:N ที่เปลือกลำต้นบริเวณเหนือรอยต่อ 2 เซนติเมตรสูงที่สุด คือ 12.274 ส่วนต้นตอมะนาวควายมีสัดส่วน C:N ที่เปลือกลำต้นบริเวณเหนือรอยต่อ 30 เซนติเมตร ตาข้าง และใบสูงที่สุด คือ 15.646, 11.001 และ 8.765 ตามลำดับ ส่วนกิ่งเลี้ยงส้มโชกุนอายุ 5 ปี พบว่า ต้นตอส้มสวิงเกิลซิตรูมิโลมีสัดส่วน C:N ที่เปลือกลำต้นบริเวณเหนือรอยต่อ 2 และ 30 เซนติเมตร และตาข้างสูงกว่าต้นตอส้มทรอยเยอร์ซิแตรงจ์ คือ 8.790 9.051 และ7.751 ตามลำดับ ส่วนต้นตอส้มทรอยเยอร์ซิแตรงจ์มีสัดส่วน C:N ที่ใบสูงกว่าต้นตอส้มสวิงเกิลซิตรูมิโล โดยสัดส่วน C:N มีค่าใกล้เคียงกัน ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ (ตารางที่ 4)

ตารางที่ 4 สัดส่วน C:N ตำแหน่งต่าง ๆ บนต้นส้มโชกุนในเดือนธันวาคม 2549

ต้นตอ	ตำแหน่ง			
	เหนือรอยต่อ 2 ซม.	เหนือรอยต่อ 30 ซม.	ตาข้าง	ใบ
อายุ 1 ปี				
กิ่งตอนโชกุน	8.920	10.396	8.286	7.321
ส้มโอบ้าน	12.274	11.173	10.432	8.425
มะนาวควาย	11.612	15.646	11.001	8.765
F - test	ns	ns	ns	ns
C.V. (%)	28.96	27.11	25.29	30.66
อายุ 5 ปี				
ทรอยเยอร์ซิแตรงจ์	8.389	8.615	7.355	5.890
สวิงเกิลซิตรูมิโล	8.790	9.051	7.751	5.524
F - test	ns	ns	ns	ns
C.V. (%)	27.47	13.02	22.71	11.07

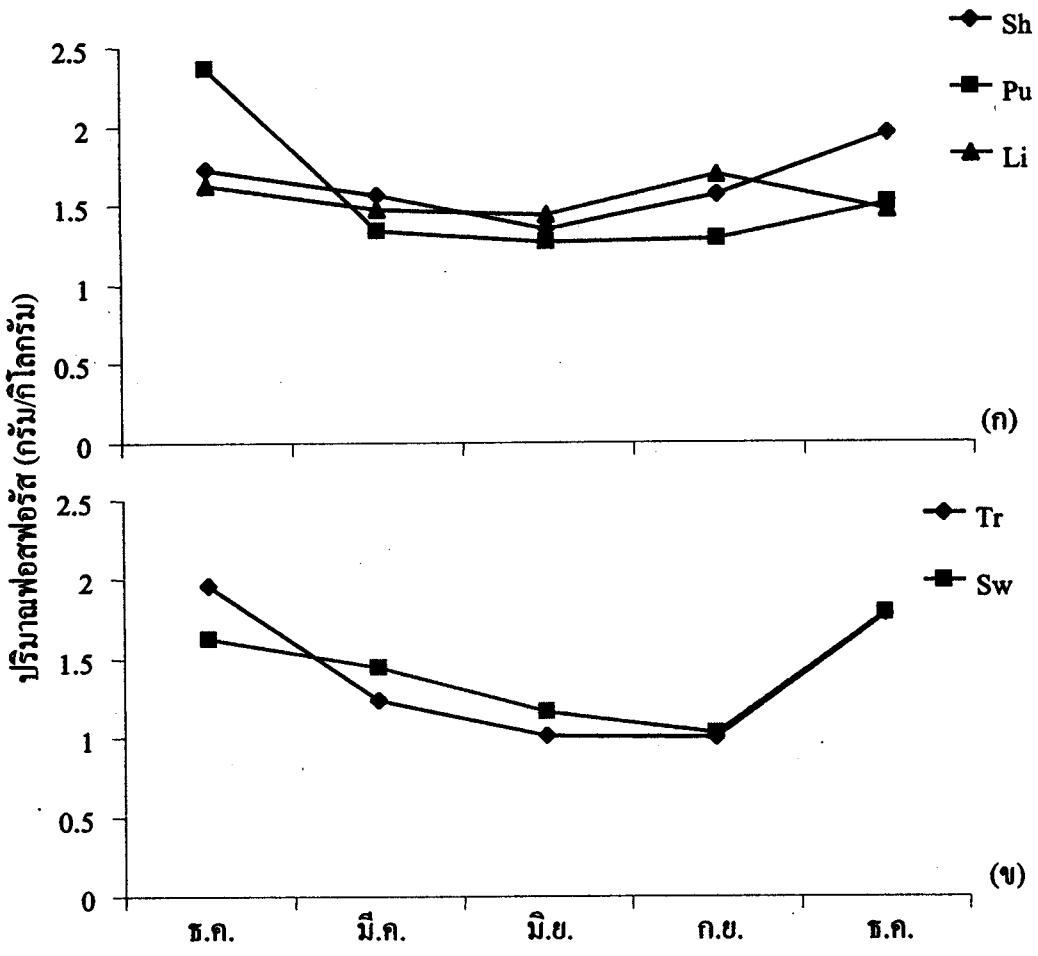
ns = ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

3.2.4 ปริมาณฟอสฟอรัส

3.2.4.1 ปริมาณฟอสฟอรัสในใบ

ปริมาณฟอสฟอรัส (กรัม/กิโลกรัม) ของ กิ่งตอนส้มโชกุน กิ่งเลี้ยงส้มโชกุนอายุ 1 ปีที่ต่อกิ่งบนต้นตอส้มโอบ้าน และต้นตอมะนาวควาย ช่วงเดือนธันวาคม 2548 - เดือนธันวาคม 2549 ปริมาณฟอสฟอรัสลดลงจนถึงเดือนมิถุนายน 2549 และเพิ่มขึ้นในเดือนธันวาคม 2549 ซึ่งในช่วงเดือนมิถุนายน 2549 กิ่งตอนส้มโชกุน ส้มโชกุนที่ต่อกิ่งบนต้นตอส้มโอบ้าน และส้มโชกุนที่ต่อกิ่งบนต้นตอมะนาวควาย มีการออกดอก จึงมีการนำฟอสฟอรัสไปใช้ ทำให้ปริมาณฟอสฟอรัสในใบลดลง เมื่อเปรียบเทียบระหว่างกิ่งตอนส้มโชกุน ส้มโชกุนที่ต่อกิ่งบนต้นตอส้มโอบ้าน และส้มโชกุนที่ต่อกิ่งบนต้นตอมะนาวควาย พบว่า ปริมาณฟอสฟอรัสในใบของกิ่งตอนส้มโชกุนสูงกว่าส้มโชกุนที่ต่อกิ่งบนต้นตอส้มโอบ้าน และส้มโชกุนที่ต่อกิ่งบนต้นตอมะนาวควายไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยในเดือนธันวาคม 2549 กิ่งตอนส้มโชกุนมีปริมาณฟอสฟอรัสในใบ 1.947 กรัม/กิโลกรัม ส้มโชกุนที่ต่อกิ่งบนต้นตอส้มโอบ้านมีปริมาณฟอสฟอรัสในใบ 1.508 กรัม/กิโลกรัม และส้มโชกุนที่ต่อกิ่งบนต้นตอมะนาวควายมีปริมาณฟอสฟอรัสในใบ 1.464 กรัม/กิโลกรัม (ภาพที่ 9 ก และตารางผนวกที่ 9)

ส่วนปริมาณฟอสฟอรัสของกิ่งเลี้ยงส้มโชกุนอายุ 5 ปีที่ต่อกิ่งบนต้นตอส้มทรอยเยอร์ซิแตรงจ์ และต้นตอส้มสวิงเกิลซิตรูมิโล ปริมาณฟอสฟอรัสในใบลดลงจนถึงเดือนกันยายน 2549 และเพิ่มขึ้นในเดือนธันวาคม 2549 เนื่องจากมีการนำฟอสฟอรัสไปใช้ในการออกดอก ปริมาณฟอสฟอรัสจึงมีปริมาณลงลง เมื่อเปรียบเทียบระหว่างส้มโชกุนที่ต่อกิ่งบนต้นตอส้มทรอยเยอร์ซิแตรงจ์ และส้มโชกุนที่ต่อกิ่งบนต้นตอส้มสวิงเกิลซิตรูมิโล พบว่า ปริมาณฟอสฟอรัสในใบของส้มโชกุนที่ต่อกิ่งบนต้นตอส้มสวิงเกิลซิตรูมิโล มีปริมาณสูงกว่าส้มโชกุนที่ต่อกิ่งบนต้นตอส้มทรอยเยอร์ซิแตรงจ์ ซึ่งไม่มีความแตกต่างทางสถิติ โดยในเดือนธันวาคม 2549 ส้มโชกุนที่ต่อกิ่งบนต้นตอส้มสวิงเกิลซิตรูมิโลมีปริมาณฟอสฟอรัสในใบ 1.785 กรัม/กิโลกรัม และส้มโชกุนที่ต่อกิ่งบนต้นตอส้มทรอยเยอร์ซิแตรงจ์มีปริมาณฟอสฟอรัสในใบ 1.774 กรัม/กิโลกรัม (ภาพที่ 9 ข และตารางผนวกที่ 9)



ภาพที่ 9 ปริมาณฟอสฟอรัส (กรัม/กิโลกรัม) ในใบของส้มโชกุนที่ต่อกิ่งบนต้นตอชนิดต่าง ๆ ระหว่างเดือนธันวาคม 2548 - ธันวาคม 2549

ก. กิ่งตอนส้มโชกุน (Sh) ส้มโชกุนที่ต่อกิ่งบนต้นตอส้มโอบ้าน (Pu) และต้นตอมะนาวควาย (Li)

ข. ส้มโชกุนที่ต่อกิ่งบนต้นตอส้มทรอยเยอร์ซิแตรงจ์ (Tr) และต้นตอส้มสวิงเกิลซิตรูมิโล (Sw)

3.2.4.2 ปริมาณฟอสฟอรัสในตำแหน่งต่าง ๆ

การศึกษาธาตุอาหารในตำแหน่งต่าง ๆ ของกิ่งพันธุ์ดี เฉพาะในเดือนธันวาคม 2549 โดยใช้เปลือกลำต้นบริเวณเหนือรอยต่อ 2 และ 30 เซนติเมตร ตาข้าง และใบ ของกิ่งตอนส้มโชกุนและกิ่งเลี้ยงส้มโชกุนอายุ 1 ปี พบว่า ต้นตอส้มโอบ้านมีปริมาณฟอสฟอรัสที่เปลือกลำต้นบริเวณเหนือรอยต่อ 2 เซนติเมตรสูงที่สุด คือ 0.603 กรัม/กิโลกรัม กิ่งตอนส้มโชกุนมีปริมาณฟอสฟอรัสที่เปลือกลำต้นบริเวณเหนือรอยต่อ 30 เซนติเมตรและใบสูงที่สุด คือ 0.678 กรัม/กิโลกรัมและ 1.947 กรัม/กิโลกรัม ส่วนต้นตอมะนาวควายมีปริมาณฟอสฟอรัสที่ตาข้างสูงที่สุด คือ 2.072 กรัม/กิโลกรัม ส่วนกิ่งเลี้ยงส้มโชกุนอายุ 5ปี พบว่า ต้นตอส้มทรอยเยอร์ซิแตรงจ์มีปริมาณฟอสฟอรัสที่เปลือกลำต้นบริเวณเหนือรอยต่อ 2 และ 30 เซนติเมตรสูงกว่าต้นตอส้มสวิงเกิลซิตรูมิโล คือ 0.497 กรัม/กิโลกรัม และ 0.491 กรัม/กิโลกรัม และต้นตอส้มสวิงเกิลซิตรูมิโลมีปริมาณฟอสฟอรัสที่ตาข้างและใบสูงกว่าต้นตอส้มทรอยเยอร์ซิแตรงจ์ คือ 2.191 กรัม/กิโลกรัม และ1.785 กรัม/กิโลกรัม โดยปริมาณฟอสฟอรัสมีค่าใกล้เคียงกัน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 5)

ตารางที่ 5 ปริมาณฟอสฟอรัส (กรัม/กิโลกรัม) ตำแหน่งต่าง ๆ บนต้นส้มโชกุนในเดือนธันวาคม 2549

ต้นตอ	ตำแหน่ง			
	เหนือรอยต่อ 2 ซม.	เหนือรอยต่อ 30 ซม.	ตาข้าง	ใบ
อายุ 1 ปี				
กิ่งตอนโชกุน	0.518	0.678	2.045	1.947
ส้มโอบ้าน	0.603	0.603	1.494	1.508
มะนาวควาย	0.582	0.569	2.072	1.464
F - test	ns	ns	ns	ns
C.V. (%)	10.33	22.72	14.05	17.63
อายุ 5 ปี				
ทรอยเยอร์ซิแตรงจ์	0.497	0.491	2.020	1.774
สวิงเกิลซิตรูมิโล	0.492	0.436	2.191	1.785
F - test	ns	ns	ns	ns
C.V. (%)	6.19	15.24	12.90	5.78

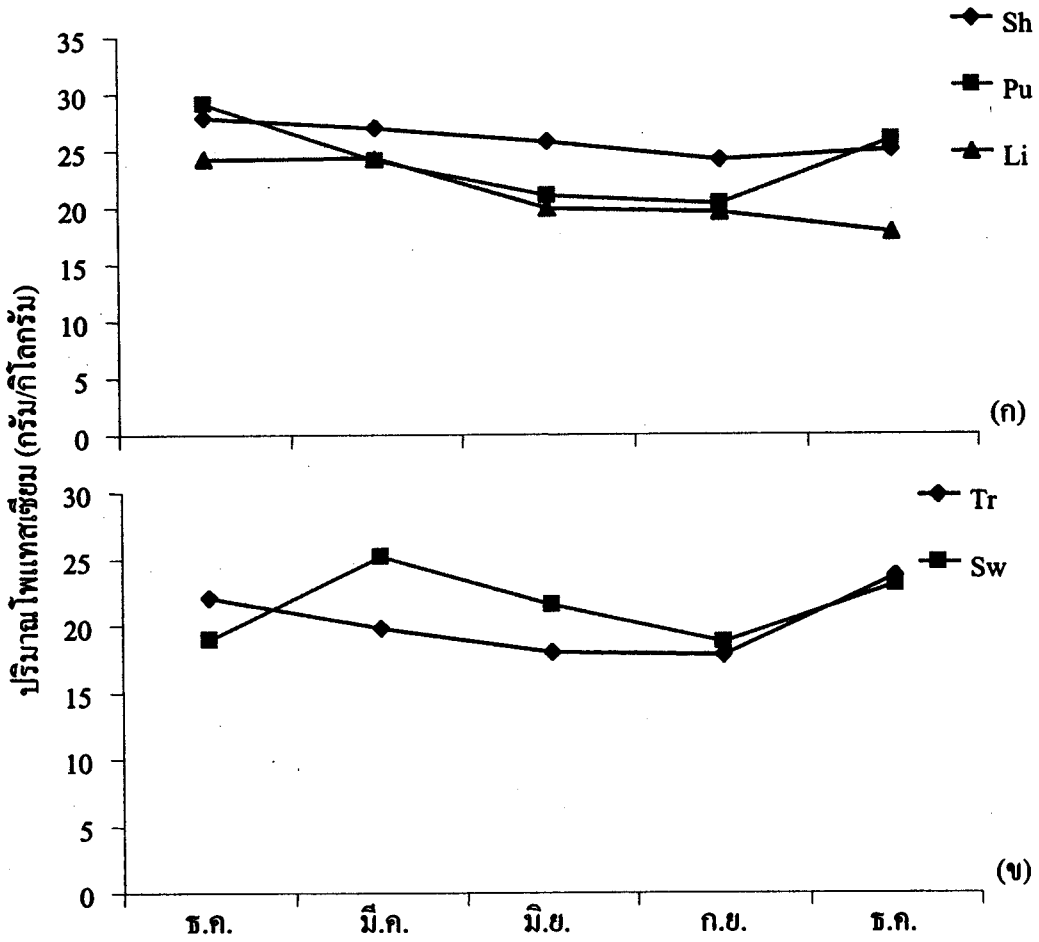
ns = ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

3.2.5 ปริมาณโพแทสเซียม

3.2.5.1 ปริมาณโพแทสเซียมในใบ

ปริมาณโพแทสเซียม (กรัม/กิโลกรัม) ของ กิ่งตอนส้มโชกุน กิ่งเลี้ยงส้มโชกุนอายุ 1 ปีที่ต่อกิ่งบนต้นตอส้มโอบ้าน และต้นตอมะนาวควาย ในเดือนธันวาคม 2548 - เดือนธันวาคม 2549 ปริมาณโพแทสเซียมในใบลดลงจนถึงเดือนกันยายน 2549 และเพิ่มขึ้นในเดือนธันวาคม 2549 เนื่องจากมีการนำโพแทสเซียมไปใช้ในกระบวนการพัฒนาของผล ปริมาณโพแทสเซียมในใบจึงมีปริมาณลดลง เมื่อเปรียบเทียบระหว่างกิ่งตอนส้มโชกุน ส้มโชกุนที่ต่อกิ่งบนต้นตอส้มโอบ้าน และส้มโชกุนที่ต่อกิ่งบนต้นตอมะนาวควาย พบว่า ปริมาณโพแทสเซียมในใบของส้มโชกุนที่ต่อกิ่งบนต้นตอส้มโอบ้านสูงกว่า กิ่งตอนส้มโชกุน และส้มโชกุนที่ต่อกิ่งบนต้นตอมะนาวควาย ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยในเดือนธันวาคม 2549 ส้มโชกุนที่ต่อกิ่งบนต้นตอส้มโอบ้านมีปริมาณโพแทสเซียมในใบ 2.857 กรัม/กิโลกรัม กิ่งตอนส้มโชกุนปริมาณโพแทสเซียมในใบ 25.031 กรัม/กิโลกรัม และส้มโชกุนที่ต่อกิ่งบนต้นตอมะนาวควายปริมาณโพแทสเซียมในใบ 17.730 กรัม/กิโลกรัม (ภาพที่ 10 ก และตารางผนวกที่ 10)

ส่วนปริมาณโพแทสเซียมของกิ่งเลี้ยงส้มโชกุนอายุ 5 ปีที่ต่อกิ่งบนต้นตอส้มทรอยเยอร์ซิแตรงจ์ และต้นตอส้มสวิงเกิลซิตรูมิโล ในเดือนธันวาคม 2548 - เดือนธันวาคม 2549 ปริมาณโพแทสเซียมในใบลดลงจนถึงเดือนกันยายน 2549 และเพิ่มขึ้นในเดือนธันวาคม 2549 เนื่องจากมีการนำโพแทสเซียมไปใช้ในกระบวนการพัฒนาของผล ปริมาณโพแทสเซียมในใบจึงมีปริมาณลดลง เมื่อเปรียบเทียบระหว่างส้มโชกุนที่ต่อกิ่งบนต้นตอส้มทรอยเยอร์ซิแตรงจ์ และส้มโชกุนที่ต่อกิ่งบนต้นตอส้มสวิงเกิลซิตรูมิโล พบว่า ปริมาณโพแทสเซียมในใบของส้มโชกุนที่ต่อกิ่งบนต้นตอส้มทรอยเยอร์ซิแตรงจ์สูงกว่าส้มโชกุนที่ต่อกิ่งต้นตอส้มสวิงเกิลซิตรูมิโล ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยในเดือนธันวาคม 2549 ส้มโชกุนที่ต่อกิ่งบนต้นตอส้มทรอยเยอร์ซิแตรงจ์มีปริมาณโพแทสเซียมในใบ 23.651 กรัม/กิโลกรัม และส้มโชกุนที่ต่อกิ่งบนต้นตอส้มสวิงเกิลซิตรูมิโลมีปริมาณโพแทสเซียมในใบ 23.053 กรัม/กิโลกรัม (ภาพที่ 10 ข และตารางผนวกที่ 10)



ภาพที่ 10 ปริมาณโพแทสเซียม (กรัม/กิโลกรัม) ในใบของส้มโชกุนที่ต่อกิ่งบนต้นตอชนิดต่าง ๆ ระหว่างเดือนธันวาคม 2548 - ธันวาคม 2549

ก. กิ่งตอนส้มโชกุน (Sh) ส้มโชกุนที่ต่อกิ่งบนต้นตอส้มโอบ้าน (Pu) และต้นตอมะนาวควาย (Li)

ข. ส้มโชกุนที่ต่อกิ่งบนต้นตอส้มทรอยเยอร์ซิแตรงจ์ (Tr) และต้นตอส้มสวิงเกิลซิตรูมิโล (Sw)

3.2.5.2 ปริมาณโพแทสเซียมในตำแหน่งต่าง ๆ

การศึกษาธาตุอาหารในตำแหน่งต่าง ๆ ของกิ่งพันธุ์ดีเฉพาะในเดือนธันวาคม 2549 โดยใช้เปลือกลำต้นบริเวณเหนือรอยต่อ 2 และ 30 เซนติเมตร ตาข้าง และใบ ของกิ่งตอนส้มโชกุน และกิ่งเลี้ยงส้มโชกุนอายุ 1 ปี พบว่า ต้นตอมะนาวควายมีปริมาณโพแทสเซียมที่เปลือกลำต้นบริเวณเหนือรอยต่อ 2 เซนติเมตรสูงที่สุด คือ 14.675 กรัม/กิโลกรัม ส่วนกิ่งตอนส้มโชกุนมีปริมาณโพแทสเซียมที่เปลือกลำต้นบริเวณเหนือรอยต่อ 30 เซนติเมตร ตาข้าง และใบสูงที่สุด คือ 13.732 กรัม/กิโลกรัม 22.322 กรัม/กิโลกรัม และ25.031 กรัม/กิโลกรัม ตามลำดับ ส่วนกิ่งเลี้ยงส้มโชกุนอายุ 5 ปี พบว่า ต้นตอส้มทรอยเยอร์ซิแตรงจ์มีปริมาณโพแทสเซียมที่เปลือกลำต้นบริเวณเหนือรอยต่อ 2 และ30 เซนติเมตรสูงกว่าต้นตอส้มสวิงเกิลซิตรูมิโล คือ 14.912 กรัม/กิโลกรัม และ 12.695 กรัม/กิโลกรัม ส่วนต้นตอส้มทรอยซิแตรงจ์เยอร์มีปริมาณโพแทสเซียมที่ตาข้าง และใบสูงกว่าต้นตอส้มทรอยเยอร์ซิแตรงจ์ คือ 23.179 กรัม/กิโลกรัม และ23.651 กรัม/กิโลกรัม โดยปริมาณโพแทสเซียมมีค่าใกล้เคียงกัน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 6)

ตารางที่ 6 ปริมาณโพแทสเซียม (กรัม/กิโลกรัม) ตำแหน่งต่าง ๆ บนต้นส้มโชกุนในเดือนธันวาคม 2549

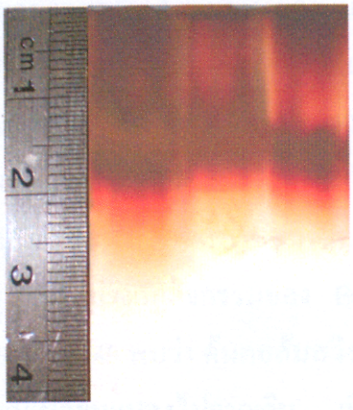
ต้นตอ	ตำแหน่ง			
	เหนือรอยต่อ 2 ซม.	เหนือรอยต่อ 30 ซม.	ตาข้าง	ใบ
อายุ 1 ปี				
กิ่งตอนโชกุน	13.731	13.732	22.322	25.031
ส้มโอบ้าน	13.025	11.571	18.810	25.857
มะนาวควาย	14.675	11.089	17.082	17.730
F - test	ns	ns	ns	ns
C.V. (%)	8.72	19.70	9.46	16.78
อายุ 5 ปี				
ทรอยเยอร์ซิแตรงจ์	14.912	12.695	23.179	23.651
สวิงเกิลซิตรูมิโล	13.705	12.526	22.357	23.053
F - test	ns	ns	ns	ns
C.V. (%)	4.68	15.02	8.72	6.59

ns = ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

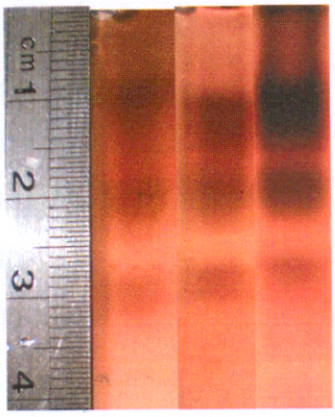
3.3 ผลของต้นตอต่อรูปแบบเอนไซม์ที่ตำแหน่งต่าง ๆ ของกิ่งเลี้ยง

3.3.1 การเปรียบเทียบระบบเอนไซม์

การเปรียบเทียบระหว่างระบบเอนไซม์ ระหว่างระบบเอนไซม์เปอร์ออกซิเดสและระบบเอนไซม์เอสเตอเรส โดยการใช้ตัวอย่างเอนไซม์ที่สกัดจากเปลือกลำต้นของส้มโชกุน พบว่าระบบเอนไซม์เปอร์ออกซิเดสไม่สามารถแยกรูปแบบเอนไซม์ได้ชัดเจน เพราะแถบเอนไซม์ที่เกิดมีลักษณะเป็นปื้น (ภาพที่ 11 ก) ส่วนระบบเอนไซม์เอสเตอเรสใช้ในการแยกรูปแบบเอนไซม์ได้ชัดเจนกว่า (ภาพที่ 11 ข) ดังนั้นจึงใช้ระบบเอนไซม์เอสเตอเรสในการตรวจสองอิทธิพลของต้นตอส้มต่อการเจริญเติบโตของส้มโชกุน



(ก)



(ข)

ภาพที่ 11 การเปรียบเทียบระบบเอนไซม์ระหว่างระบบเอนไซม์เปอร์ออกซิเดส (ก) และระบบเอนไซม์เอสเตอเรส (ข) ของกิ่งส้มโชกุน

3.3.2 อิทธิพลของต้นตอต่อรูปแบบเอนไซม์เอสเตอเรสของส้มโชกุนบนต้นตอชนิดต่าง ๆ ในช่วงเวลาต่างกัน

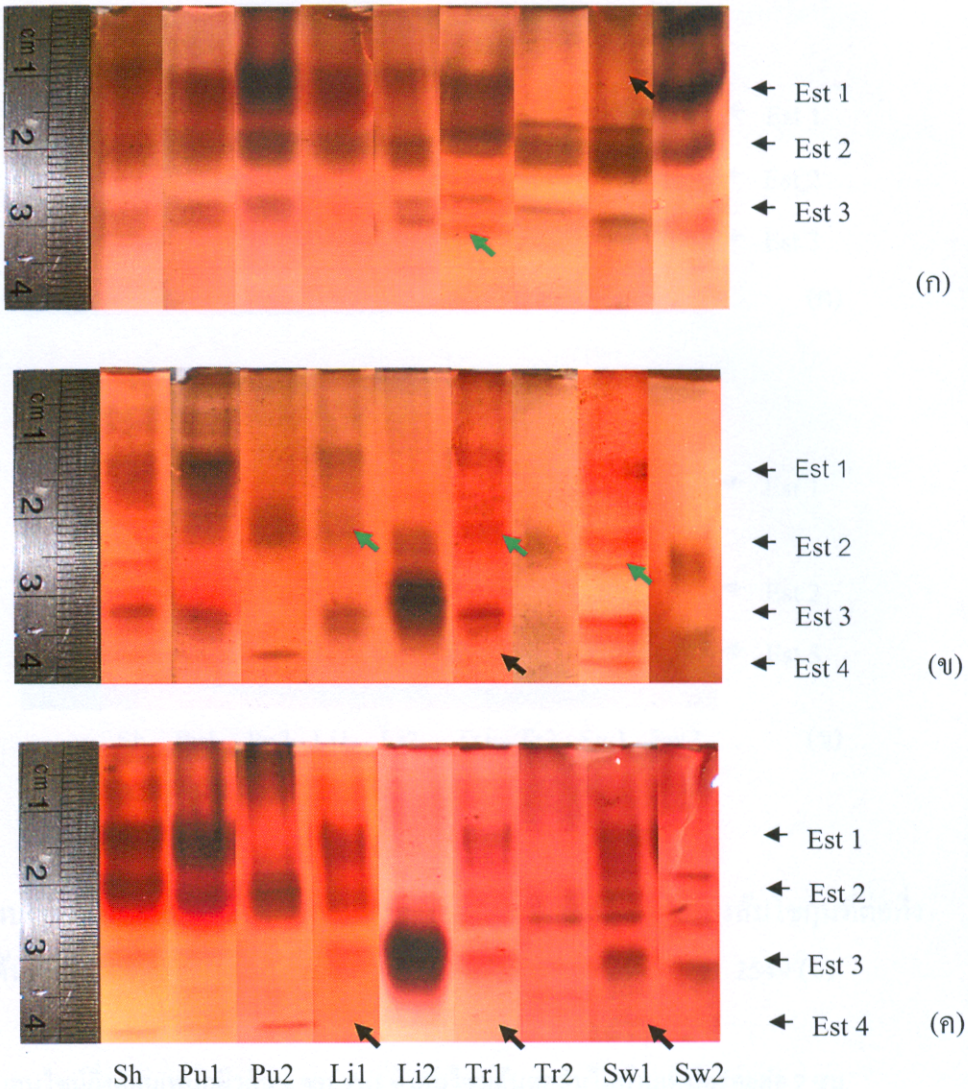
การเปรียบเทียบอิทธิพลของต้นตอต่อรูปแบบเอนไซม์เหนือและใต้รอยต่อในเดือนธันวาคม 2548 พบว่า ต้นตอส้มทรอยเยอร์ซิแตรงจ์ และส้มสวิงเกิลซิตรูมิโลส่งผลให้รูปแบบเอนไซม์เอสเตอเรสของกิ่งเลี้ยงส้มโชกุนเปลี่ยนแปลงไปจากเดิม เมื่อเปรียบเทียบกับรูปแบบเอนไซม์ของกิ่งตอนส้มโชกุน โดยต้นตอส้มสวิงเกิลซิตรูมิโลไม่ปรากฏกิจกรรมของ Est 1 ส่วนต้นตอส้มทรอยเยอร์ซิแตรงจ์ปรากฏกิจกรรมของ Est เพิ่มขึ้นในโซน Est 3 1 แถบ (ภาพที่ 12 ก)

ในเดือนมีนาคม 2549 พบว่า ต้นตอมะนาวควาย ส้มทรอยเยอร์ซิแตรงจ์ และส้มสวิงเกิลซิตรูมิโลส่งผลให้รูปแบบเอนไซม์เอสเตอเรสของกิ่งเลี้ยงส้มโชกุนเปลี่ยนแปลงไปจากเดิม เมื่อเปรียบเทียบกับรูปแบบเอนไซม์ของกิ่งตอนส้มโชกุน โดยต้นตอมะนาวควาย และต้นตอส้มทรอยเยอร์ซิแตรงจ์ปรากฏกิจกรรมของ Est 2 เพิ่มขึ้น และไม่ปรากฏกิจกรรมของ Est 4 ในขณะที่ต้นตอส้มสวิงเกิลซิตรูมิโลปรากฏกิจกรรมของ Est เพิ่มขึ้นในโซน Est 2 1 แถบ (ภาพที่ 12 ข)

ในเดือนมิถุนายน 2549 พบว่า ต้นตอมะนาวควาย ส้มทรอยเยอร์ซิแตรงจ์ และส้มสวิงเกิลซิตรูมิโลส่งผลให้รูปแบบเอนไซม์เอสเตอเรสของกิ่งเลี้ยงส้มโชกุนเปลี่ยนแปลงไปจากเดิม เมื่อเปรียบเทียบกับรูปแบบเอนไซม์ของกิ่งตอนส้มโชกุน โดยต้นตอมะนาวควาย ส้มทรอยเยอร์ซิแตรงจ์ และส้มสวิงเกิลซิตรูมิโลไม่ปรากฏกิจกรรมของ Est 4 (ภาพที่ 12 ค)

ในเดือนกันยายน 2549 พบว่า ต้นตอส้มสวิงเกิลซิตรูมิโลส่งผลให้รูปแบบเอนไซม์เอสเตอเรสของกิ่งเลี้ยงส้มโชกุนเปลี่ยนแปลงไปจากเดิม เมื่อเปรียบเทียบกับรูปแบบเอนไซม์ของกิ่งตอนส้มโชกุน โดยต้นตอส้มสวิงเกิลซิตรูมิโลไม่ปรากฏกิจกรรมของ Est 1 และปรากฏกิจกรรมของ Est เพิ่มขึ้นในโซน Est 2 (ภาพที่ 13 ก)

ในเดือนธันวาคม 2549 พบว่า ต้นตอส้มโอบ้าน มะนาวควาย ส้มทรอยเยอร์ซิแตรงจ์ และส้มสวิงเกิลซิตรูมิโลส่งผลให้รูปแบบเอนไซม์เอสเตอเรสของกิ่งเลี้ยงส้มโชกุนเปลี่ยนแปลงไปจากเดิมเมื่อเปรียบเทียบกับรูปแบบเอนไซม์ของกิ่งตอนส้มโชกุน โดยต้นตอส้มโอบ้าน และมะนาวควายปรากฏกิจกรรมของ Est 3 ส่วนต้นตอส้มทรอยเยอร์ซิแตรงจ์ และส้มสวิงเกิลซิตรูมิโลปรากฏกิจกรรมของ Est 1 และ Est 3 (ภาพที่ 13 ข)

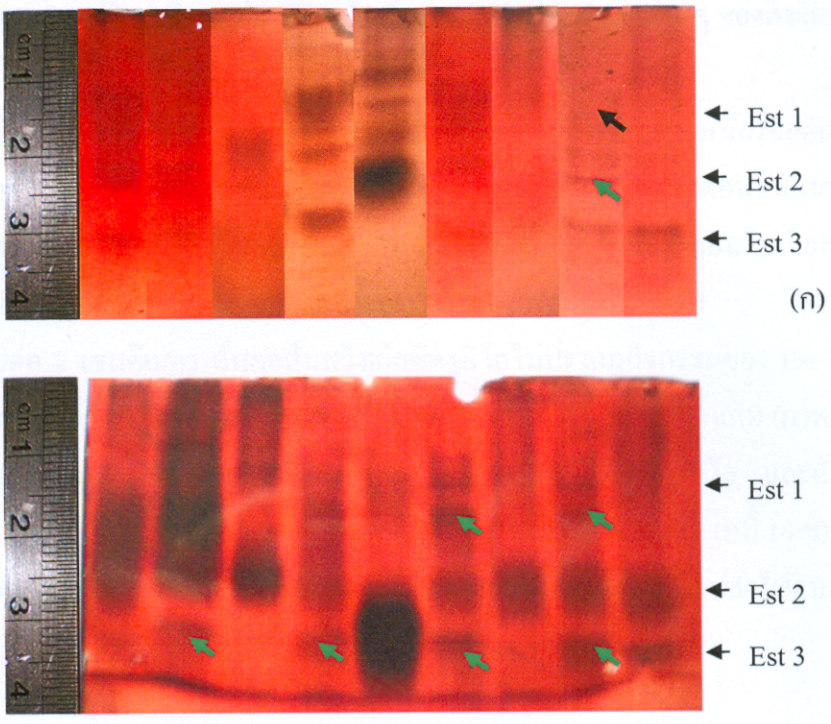


ภาพที่ 12 การเปรียบเทียบอิทธิพลของต้นตอต่อรูปแบบเอนไซม์เอสเตอเรสของส้มโชกุนที่ต่อกิ่งบนต้นตอชนิดต่าง ๆ ในเดือนธันวาคม 2549 (ก) เดือนมีนาคม 2549 (ข) และเดือนมิถุนายน 2549 (ค)

หมายเหตุ : Sh = เอนไซม์กิ่งตอนเหนือผิวดิน 2 ซม. Pu1 = เอนไซม์ต้นตอส้มโอบ้านเหนือรอยต่อ 2 ซม. Pu2 = เอนไซม์ต้นตอส้มโอบ้านใต้รอยต่อ2 ซม. Li1 = เอนไซม์ต้นตอมะนาวควายเหนือรอยต่อ 2 ซม. Li2 = เอนไซม์ต้นตอมะนาวควายใต้รอยต่อ 2 ซม. Tr1 = เอนไซม์ต้นตอทรอยเยอร์เหนือรอยต่อ 2 ซม. Tr2 = เอนไซม์ต้นตอทรอยเยอร์ใต้รอยต่อ 2 ซม. Sw1 = เอนไซม์ต้นตอสวิงเกิลเหนือรอยต่อ 2 ซม. Sw2 = เอนไซม์ต้นตอสวิงเกิลใต้รอยต่อ 2 ซม.

↖ = ปรากฏกิจกรรมของ Est เพิ่มขึ้น

↖ = ไม่ปรากฏกิจกรรมของ Est



ภาพที่ 13 การเปรียบเทียบอิทธิพลของต้นตอต่อรูปแบบเอนไซม์เอสเตอเรสของส้มโชกุนที่ต่อกิ่งบนต้นตอชนิดต่าง ๆ ในเดือนกันยายน 2549 (ก) และเดือนธันวาคม 2549 (ข)

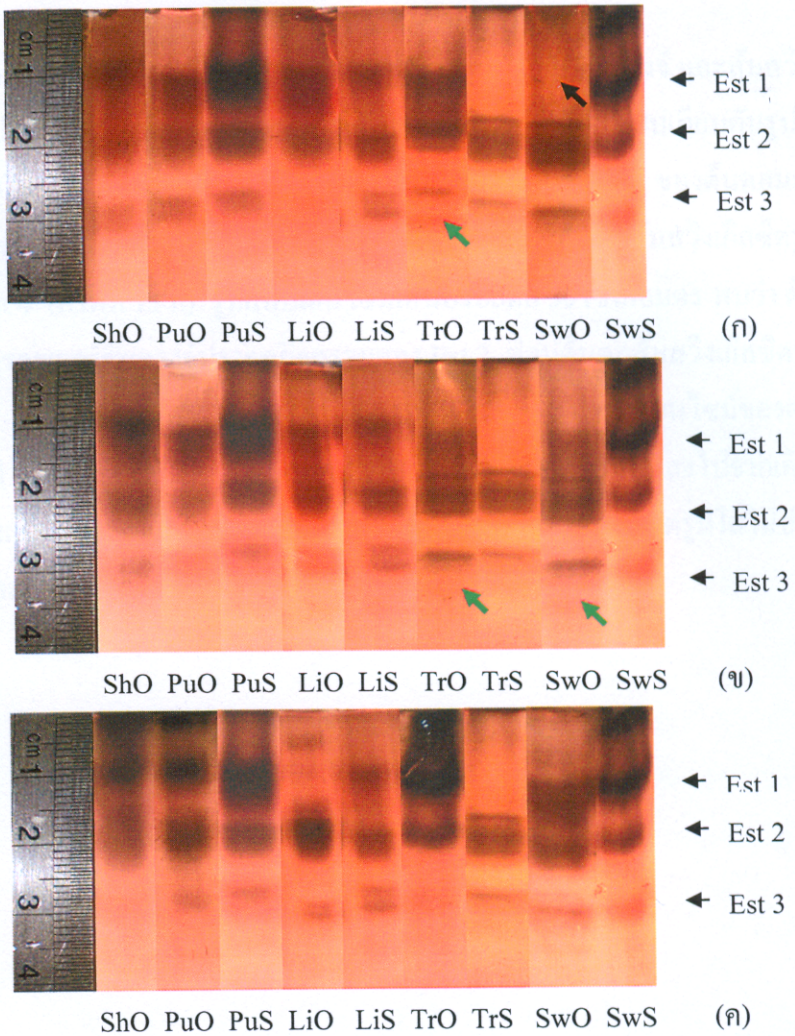
หมายเหตุ : Sh = เอนไซม์กิ่งตอนเหนือผิวดิน 2 ซม. Pu1 = เอนไซม์ต้นตอส้มโอบ้านเหนือรอยต่อ 2 ซม. Pu2 = เอนไซม์ต้นตอส้มโอบ้านใต้รอยต่อ 2 ซม. Li1=เอนไซม์ต้นตอมะนาวควายเหนือรอยต่อ 2 ซม. Li2=เอนไซม์ต้นตอมะนาวควายใต้รอยต่อ 2 ซม. Tr1=เอนไซม์ต้นตอทรอยเยอร์เหนือรอยต่อ 2 ซม. Tr2=เอนไซม์ต้นตอทรอยเยอร์ใต้รอยต่อ 2 ซม. Sw1=เอนไซม์ต้นตอสวิงเกิลเหนือรอยต่อ 2 ซม. Sw2=เอนไซม์ต้นตอสวิงเกิลใต้รอยต่อ 2 ซม.

↖ = ปรากฏกิจกรรมของ Est เพิ่มขึ้น

↖ = ไม่ปรากฏกิจกรรมของ Est

3.3.3 การเปรียบเทียบรูปแบบเอนไซม์เอสเตอเรสที่ตำแหน่งต่าง ๆ ของกิ่งเฉลี้ยง

การเปรียบเทียบรูปแบบเอนไซม์จากส่วนเปลือกลำต้นที่ระดับเหนือรอยต่อ 2 และ 30 เซนติเมตร, ตาข้างอายุ 3 สัปดาห์ และที่ระดับ 2 เซนติเมตรใต้รอยต่อ ในเดือนธันวาคม 2548 พบว่า ต้นตอส้มทรอยเยอร์ซิแตรงจ์ และส้มสวิงเกิลซิตรูมิโลส่งผลให้รูปแบบเอนไซม์เอสเตอเรสเปลี่ยนแปลงไปจากเดิมเมื่อเปรียบเทียบกับรูปแบบเอนไซม์ของกิ่งตอนส้มโชกุน โดยรูปแบบเอนไซม์เหนือรอยต่อ 2 เซนติเมตร ต้นตอส้มสวิงเกิลซิตรูมิโลไม่ปรากฏกิจกรรมของ Est 1 ส่วนต้นตอส้มทรอยเยอร์ซิแตรงจ์ปรากฏกิจกรรมของ Est เพิ่มขึ้นในโซน Est 3 1 แถบ (ภาพที่ 14 ก) รูปแบบเอนไซม์เหนือรอยต่อ 30 เซนติเมตร พบว่า ต้นตอส้มสวิงเกิลซิตรูมิโล และต้นตอส้มทรอยเยอร์ซิแตรงจ์ปรากฏกิจกรรมของ Est เพิ่มขึ้นในโซน Est 3 1 แถบ (ภาพที่ 14 ข) ส่วนรูปแบบเอนไซม์ของตาข้าง พบว่า รูปแบบเอนไซม์เอสเตอเรสไม่เปลี่ยนแปลงไปจากเดิมเมื่อเปรียบเทียบกับรูปแบบเอนไซม์ของกิ่งตอนส้มโชกุน (ภาพที่ 14 ค)

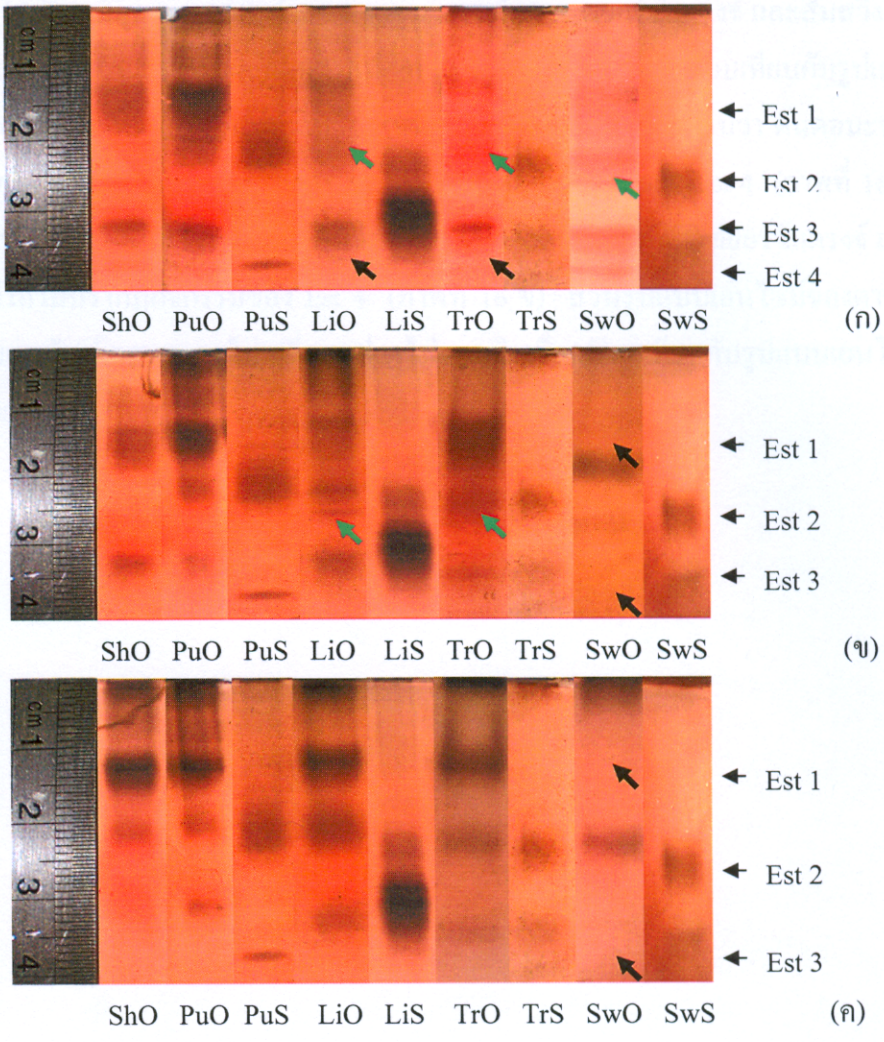


ภาพที่ 14 การเปรียบเทียบรูปแบบเอนไซม์เอสเตอเรสที่ตำแหน่งต่าง ๆ ของกิ่งเลี้ยงส้มโชกุน บริเวณเหนือรอยต่อ 2 เซนติเมตร (ก) เหนือรอยต่อ 30 เซนติเมตร (ข) และตาข้าง (ค) ในเดือนธันวาคม 2548

หมายเหตุ : Sh O = เอนไซม์กิ่งตอนส้มโชกุน Pu O = เอนไซม์เหนือรอยต่อบนต้นตอส้มโอบ้าน Pu S = เอนไซม์ใต้รอยต่อต้นตอส้มโอบ้าน Li O = เอนไซม์เหนือรอยต่อบนต้นตอมะนาวควาย Li S=เอนไซม์ใต้รอยต่อบนต้นตอมะนาวควาย Tr O = เอนไซม์เหนือรอยต่อบนต้นตอทรอยเยอร์ Tr S = เอนไซม์ใต้รอยต่อต้นตอทรอยเยอร์ Sw O = เอนไซม์เหนือรอยต่อบนต้นตอสวิงเกิล Sw S = เอนไซม์ใต้รอยต่อ ต้นตอสวิงเกิล

↖ = ปรากฏกิจกรรมของ Est เพิ่มขึ้น ↖ = ไม่ปรากฏกิจกรรมของ Est

ในเดือนมีนาคม 2549 ต้นตอมะนาวควาย ส้มทรอยเยอร์ซิแตรงจ์ และส้มสวิงเกิลซิตรูมิโล ส่งผลให้รูปแบบเอนไซม์เอสเตอเรสเปลี่ยนแปลงไปจากเดิมเมื่อเปรียบเทียบกับรูปแบบเอนไซม์ของกิ่งตอนส้มโชกุน โดย รูปแบบเอนไซม์เหนือรอยต่อ 2 เซนติเมตร ของต้นตอมะนาวควาย และต้นตอส้มทรอยเยอร์ซิแตรงจ์ปรากฏกิจกรรมของ Est 2 ส่วนต้นตอส้มสวิงเกิลซิตรูมิโลปรากฏกิจกรรมของ Est 4 (ภาพที่ 15 ก) รูปแบบเอนไซม์เหนือรอยต่อ 30 เซนติเมตร พบว่า ต้นตอมะนาวควาย และส้มทรอยเยอร์ซิแตรงจ์ปรากฏกิจกรรมของ Est 2 ส่วนต้นตอส้มสวิงเกิลซิตรูมิโลไม่ปรากฏกิจกรรมของ Est 1 และ Est 3 (ภาพที่ 15 ข) ส่วนรูปแบบเอนไซม์ของตาข้าง พบว่า ต้นตอส้มทำสวิงเกิลซิตรูมิโลให้รูปแบบเอนไซม์เอสเตอเรสเปลี่ยนแปลงไปจากเดิมเมื่อเปรียบเทียบกับรูปแบบเอนไซม์ของกิ่งตอนส้มโชกุน โดยต้นตอส้มสวิงเกิลซิตรูมิโลไม่ปรากฏกิจกรรมของ Est 1 และ Est 3 (ภาพที่ 15 ค)

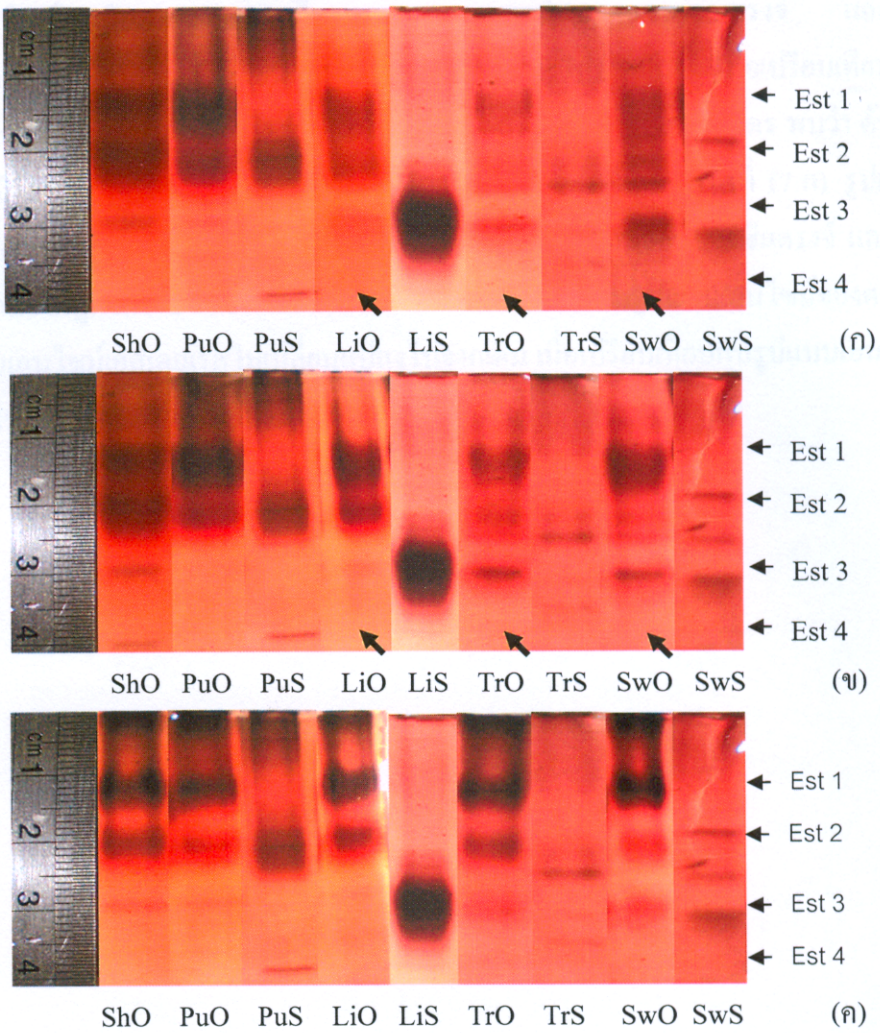


ภาพที่ 15 การเปรียบเทียบรูปแบบเอนไซม์เอสเตอเรสที่ตำแหน่งต่าง ๆ ของกิ่งเลี้ยงส้มโชกุน บริเวณเหนือรอยต่อ 2 เซนติเมตร (ก) เหนือรอยต่อ 30 เซนติเมตร (ข) และตาข้าง (ค) ในเดือนมีนาคม 2549

หมายเหตุ : Sh O = เอนไซม์กิ่งตอนส้มโชกุน Pu O = เอนไซม์เหนือรอยต่อบนต้นตอส้มโอบ้าน Pu S = เอนไซม์ใต้รอยต่อต้นตอส้มโอบ้าน Li O = เอนไซม์เหนือรอยต่อบนต้นตอมะนาวควาย Li S=เอนไซม์ใต้รอยต่อบนต้นตอมะนาวควาย Tr O = เอนไซม์เหนือรอยต่อบนต้นตอทรอยเยอร์ Tr S = เอนไซม์ใต้รอยต่อต้นตอทรอยเยอร์ Sw O = เอนไซม์เหนือรอยต่อบนต้นตอสวิงเกิล Sw S = เอนไซม์ใต้รอยต่อ ต้นตอสวิงเกิล

↖ = ปรากฏกิจกรรมของ Est เพิ่มขึ้น ↖ = ไม่ปรากฏกิจกรรมของ Est

ในเดือนมิถุนายน 2549 ต้นตอมะนาวควาย ส้มทรอยเยอร์ซิแตรงจ์ และส้มสวิงเกิลซิตรูมิโล ส่งผลให้รูปแบบเอนไซม์เอสเตอเรสเปลี่ยนแปลงไปจากเดิมเมื่อเปรียบเทียบกับรูปแบบเอนไซม์ของกิ่งตอนส้มโชกุน โดยรูปแบบเอนไซม์เหนือรอยต่อ 2 เซนติเมตร พบว่า ต้นตอมะนาวควาย ส้มทรอยเยอร์ซิแตรงจ์ และส้มสวิงเกิลซิตรูมิโลไม่ปรากฏกิจกรรมของ Est 4 (ภาพที่ 16 ก) รูปแบบเอนไซม์เหนือรอยต่อ 30 เซนติเมตร พบว่า ต้นตอมะนาวควาย ส้มทรอยเยอร์ซิแตรงจ์ และส้มสวิงเกิลซิตรูมิโลไม่ปรากฏกิจกรรมของ Est 4 (ภาพที่ 16 ข) ส่วนรูปแบบเอนไซม์ของตาข้าง พบว่า รูปแบบเอนไซม์เอสเตอเรสไม่เปลี่ยนแปลงไปจากเดิมเมื่อเปรียบเทียบกับรูปแบบเอนไซม์ของกิ่งตอนส้มโชกุน (ภาพที่ 16 ค)

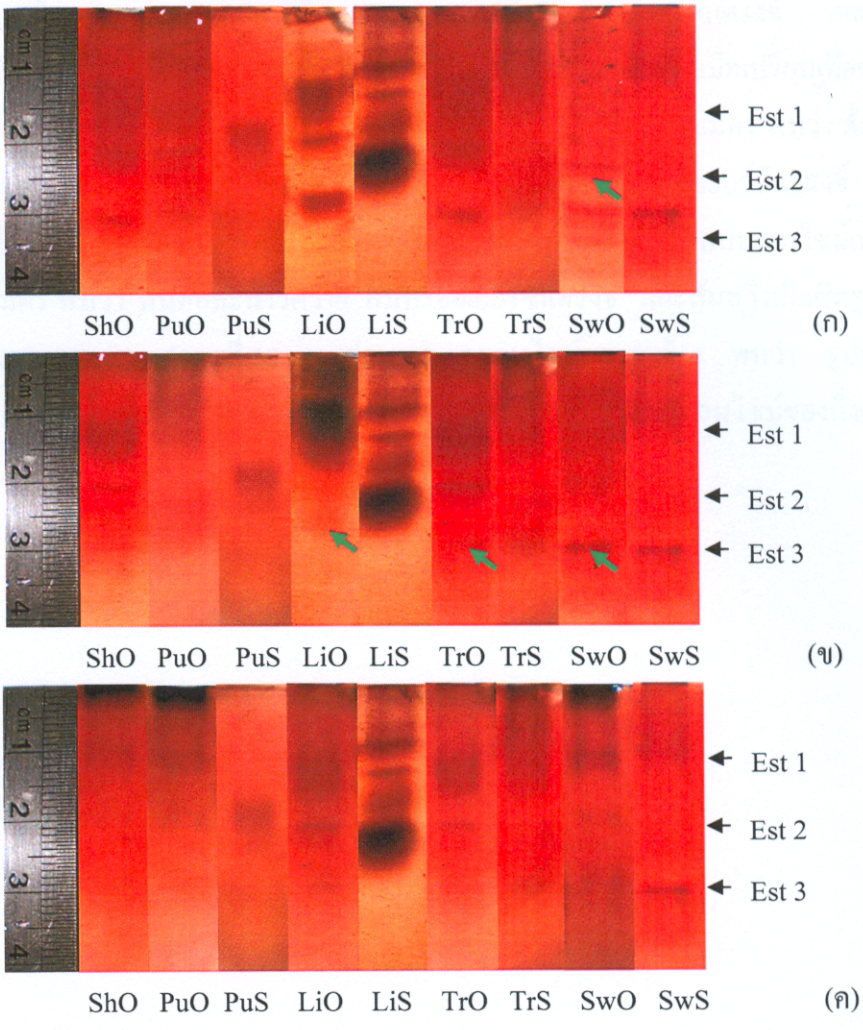


ภาพที่ 16 การเปรียบเทียบรูปแบบเอนไซม์เอสเตอเรสที่ตำแหน่งต่าง ๆ ของกิ่งเลี้ยงส้มโชกุน บริเวณเหนือรอยต่อ 2 เซนติเมตร (ก) เหนือรอยต่อ 30 เซนติเมตร (ข) และตาข้าง (ค) ในเดือนมิถุนายน 2549

หมายเหตุ : Sh O = เอนไซม์กิ่งตอนส้มโชกุน Pu O = เอนไซม์เหนือรอยต่อบนต้นตอส้มโอบ้าน Pu S = เอนไซม์ใต้รอยต่อต้นตอส้มโอบ้าน Li O = เอนไซม์เหนือรอยต่อบนต้นตอมะนาวควาย Li S=เอนไซม์ใต้รอยต่อบนต้นตอมะนาวควาย Tr O = เอนไซม์เหนือรอยต่อบนต้นตอทรอยเยอร์ Tr S = เอนไซม์ใต้รอยต่อต้นตอทรอยเยอร์ Sw O = เอนไซม์เหนือรอยต่อบนต้นตอสวิงเกิล Sw S = เอนไซม์ใต้รอยต่อ ต้นตอสวิงเกิล

↖ = ปรากฏกิจกรรมของ Est เพิ่มขึ้น ↖ = ไม่ปรากฏกิจกรรมของ Est

ในเดือนกันยายน 2549 ต้นตอมะนาวควาย ส้มทรอยเยอร์ซิเตรงจ์ และส้มสวิงเกิลซิตรูมิโลส่งผลให้รูปแบบเอนไซม์เอสเตอเรสเปลี่ยนแปลงไปจากเดิม เมื่อเปรียบเทียบกับรูปแบบเอนไซม์ของกิ่งตอนส้มโชกุน โดยรูปแบบเอนไซม์เหนือรอยต่อ 2 เซนติเมตร พบว่า ต้นตอส้มสวิงเกิลซิตรูมิโลปรากฏกิจกรรมของ Est เพิ่มขึ้นในโซน Est 2 1 แถบ (ภาพที่ 17 ก) รูปแบบเอนไซม์เหนือรอยต่อ 30 เซนติเมตร พบว่า ต้นตอมะนาวควาย ส้มทรอยเยอร์ซิเตรงจ์ และส้มสวิงเกิลซิตรูมิโลปรากฏกิจกรรมของ Est 3 (ภาพที่ 17 ข) ส่วนรูปแบบเอนไซม์ของตาข้าง พบว่า รูปแบบเอนไซม์เอสเตอเรสไม่เปลี่ยนแปลงไปจากเดิม เมื่อเปรียบเทียบกับรูปแบบเอนไซม์ของกิ่งตอนส้มโชกุน (ภาพที่ 17 ค)

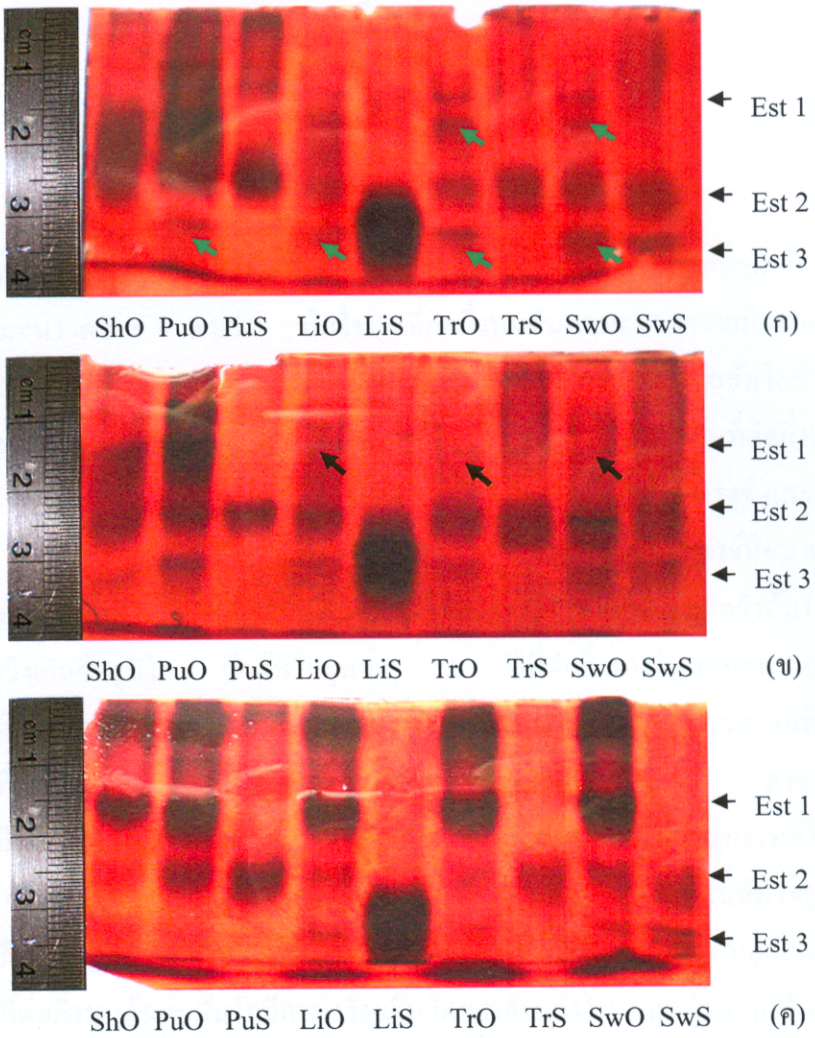


ภาพที่ 17 การเปรียบเทียบรูปแบบเอนไซม์เอสเตอเรสที่ตำแหน่งต่าง ๆ ของกิ่งเลี้ยงส้มโชกุน บริเวณเหนือรอยต่อ 2 เซนติเมตร (ก) เหนือรอยต่อ 30 เซนติเมตร (ข) และตาข้าง (ค) ในเดือนกันยายน 2549

หมายเหตุ : Sh O = เอนไซม์กิ่งตอนส้มโชกุน Pu O = เอนไซม์เหนือรอยต่อบนต้นตอส้มโอบ้าน Pu S = เอนไซม์ใต้รอยต่อต้นตอส้มโอบ้าน Li O = เอนไซม์เหนือรอยต่อบนต้นตอมะนาวควาย Li S=เอนไซม์ใต้รอยต่อบนต้นตอมะนาวควาย Tr O = เอนไซม์เหนือรอยต่อบนต้นตอทรอยเยอร์ Tr S = เอนไซม์ใต้รอยต่อต้นตอทรอยเยอร์ Sw O = เอนไซม์เหนือรอยต่อบนต้นตอสวิงเกิล Sw S = เอนไซม์ใต้รอยต่อ ต้นตอสวิงเกิล

↖ = ปรากฏกิจกรรมของ Est เพิ่มขึ้น ↖ = ไม่ปรากฏกิจกรรมของ Est

ในเดือนธันวาคม 2549 ต้นตอมะนาวควาย ส้มทรอยเยอร์ซิแตรงจ์ และส้มสวิงเกิลซิตรูมิโลส่งผลให้รูปแบบเอนไซม์เอสเตอเรสเปลี่ยนแปลงไปจากเดิม เมื่อเปรียบเทียบกับรูปแบบเอนไซม์ของกิ่งตอนส้มโชกุน โดยรูปแบบเอนไซม์เหนือรอยต่อ 2 เซนติเมตร พบว่า ต้นตอส้มโอบ้าน และมะนาวควายปรากฏกิจกรรมของ Est 3 ส่วนต้นตอส้มทรอยเยอร์ซิแตรงจ์ และส้มสวิงเกิลซิตรูมิโลปรากฏกิจกรรมของ Est 1 และ Est 3 (ภาพที่ 18 ก) รูปแบบเอนไซม์เหนือรอยต่อ 30 เซนติเมตร พบว่า ต้นตอมะนาวควาย ส้มทรอยเยอร์ซิแตรงจ์ และส้มสวิงเกิลซิตรูมิโลไม่ปรากฏกิจกรรมของ Est 1 (ภาพที่ 18 ข) ส่วนรูปแบบเอนไซม์ของตาข้าง พบว่า รูปแบบเอนไซม์เอสเตอเรสไม่เปลี่ยนแปลงไปจากเดิม เมื่อเปรียบเทียบกับรูปแบบเอนไซม์ของกิ่งตอนส้มโชกุน (ภาพที่ 18 ค)



ภาพที่ 18 การเปรียบเทียบรูปแบบเอนไซม์เอสเตอเรสที่ตำแหน่งต่าง ๆ ของกิ่งเลี้ยงส้มโชกุน บริเวณเหนือรอยต่อ 2 เซนติเมตร (ก) เหนือรอยต่อ 30 เซนติเมตร (ข) และตาข้าง (ค) ในเดือนธันวาคม 2549

หมายเหตุ : Sh O = เอนไซม์กิ่งตอนส้มโชกุน PuO = เอนไซม์เหนือรอยต่อบนต้นตอส้มโอบ้าน Pu S = เอนไซม์ใต้รอยต่อต้นตอส้มโอบ้าน Li O = เอนไซม์เหนือรอยต่อบนต้นตอมะนาวควาย Li S=เอนไซม์ใต้รอยต่อบนต้นตอมะนาวควาย Tr O = เอนไซม์เหนือรอยต่อบนต้นตอทรอยเยอร์ Tr S = เอนไซม์ใต้รอยต่อต้นตอทรอยเยอร์ Sw O = เอนไซม์เหนือรอยต่อบนต้นตอสวิงเกิล Sw S = เอนไซม์ใต้รอยต่อ ต้นตอสวิงเกิล

↖ = ปรากฏกิจกรรมของ Est เพิ่มขึ้น ↖ = ไม่ปรากฏกิจกรรมของ Est

บทที่ 4

วิจารณ์

การศึกษาการเจริญเติบโตของกิ่งเลี้ยงส้มโชกุนอายุ 1 ปีที่ต่อกิ่งบนต้นตอส้มโอบ้าน และต้นตอมะนาวควาย พบว่า ส้มโชกุนที่ต่อกิ่งบนต้นตอมะนาวควายมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเหนือรอยต่อ และจำนวนกิ่งเพิ่มขึ้นสูงกว่าส้มโชกุนที่ต่อกิ่งบนต้นตอส้มโอบ้าน ทำให้ส้มโชกุนที่ต่อกิ่งบนต้นตอมะนาวควาย มีการเจริญเติบโตสูงกว่าส้มโชกุนที่ต่อกิ่งบนต้นตอส้มโอบ้าน ส่วนกิ่งเลี้ยงส้มโชกุนอายุ 5 ปี ที่ต่อกิ่งบนต้นตอส้มทรอยเยอร์ซิแตรงจ์ และต้นตอส้มสวิงเกิลซิตรูมิโล พบว่า ส้มโชกุนที่ต่อกิ่งบนต้นตอส้มทรอยเยอร์ซิแตรงจ์มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเหนือรอยต่อ จำนวนกิ่ง จำนวนใบ พื้นที่ใบ และความสูง เพิ่มขึ้นสูงกว่าส้มโชกุนที่ต่อกิ่งบนต้นตอส้มสวิงเกิลซิตรูมิโล ซึ่งส้มโชกุนอายุ 1 ปีที่ต่อกิ่งบนต้นตอมะนาวควายมีการเจริญเติบโตดี ได้ผลเช่นเดียวกับรายงานของวิภาดา (2546) พบว่า กิ่งพันธุ์ส้มเขียวหวานที่ติดตาบนต้นตอรัฟเลมอนที่มีอายุประมาณ 1 ปี มีการเจริญเติบโตดีกว่าต้นตอชนิดอื่น อาจเป็นเพราะต้นตอรัฟเลมอนมีนิสัยการเจริญเติบโตที่ดี แข็งแรง และยังมีลักษณะทางพันธุกรรมที่ใกล้ชิดกับส้มเขียวหวาน ซึ่งต้นตอ รัฟเลมอนเป็นต้นตอกลุ่มเดียวกันกับมะนาวควาย ส่วนส้มโชกุนที่ต่อกิ่งบนต้นตอส้มโอบ้านมีการเจริญเติบโตน้อยได้ผลเช่นเดียวกับรายงานของ มงคล และคณะ (2542) พบว่า ส้มโชกุนที่ต่อกิ่งบนต้นตอส้มโอมีการเจริญเติบโตทางด้านกิ่งใบ และส่วนรากน้อยที่สุดเมื่อเทียบกับต้นตอส้มเขียวหวานและส้มฟรีมองต์ สำหรับกิ่งเลี้ยงส้มโชกุนอายุ 5 ปี คือ ส้มโชกุนที่ต่อกิ่งบนต้นตอส้มทรอยเยอร์ซิแตรงจ์มีการเจริญเติบโตสูง ได้ผลใกล้เคียงกับรายงานของ สุธีรา (2545) ซึ่งพบว่า ส้มจุกที่ต่อกิ่งบนต้นตอส้มสามใบลูกผสมสายพันธุ์ทรอยเยอร์ซิแตรงจ์มีการเจริญเติบโตสูงสุด เมื่อเปรียบเทียบกับต้นตอส้มชนิดอื่น เนื่องจากต้นส้มสามใบสายพันธุ์ทรอยเยอร์ซิแตรงจ์มีรัศมีชั้นนอกของเปลือกลำต้น คือ เพอริเดิร์มและคอร์เทก และชั้นในคือแกนไม้กว้างที่สุด เมื่อเปรียบเทียบกับต้นส้มจุกและสวิงเกิลซิตรูมิโล ซึ่งทั้งสองส่วนเปรียบเสมือนโครงสร้างเสริมความแข็งแรงให้กับต้นส้ม โครงสร้างชั้นนอกมีหน้าที่ป้องกันเนื้อเยื่อภายในและชั้นในทำหน้าที่เป็นเนื้อเยื่อแกนของลำต้น จึงทำให้ต้นส้มสามใบลูกผสมสายพันธุ์ทรอยเยอร์ซิแตรงจ์มีความแข็งแรงมากกว่าต้นส้มจุก และส้มสามใบลูกผสมสายพันธุ์สวิงเกิลซิตรูมิโล

การศึกษาปริมาณธาตุอาหารในกิ่งเลี้ยงส้มโชกุนอายุ 1 ปี คือ ส้มโชกุนที่ต่อกิ่งบนต้นตอส้มโอบ้าน และส้มโชกุนที่ต่อกิ่งบนต้นตอมะนาวควาย พบว่า ส้มโชกุนที่ต่อกิ่งบนต้นตอมะนาวควายมีปริมาณคาร์โบไฮเดรต และสัดส่วน C:N สูงกว่าส้มโชกุนที่ต่อกิ่งบนต้นตอ

ส้มโอบ้าน ส่วนกิ่งเลี้ยงส้มโชกุนอายุ 5 ปี คือ ส้มโชกุนที่ต่อกิ่งบนต้นตอส้มทรอยเยอร์ซิแตรงจ์ และส้มโชกุนที่ต่อกิ่งบนต้นตอส้มสวิงเกิลซิตรูมิโล พบว่า ส้มโชกุนที่ต่อกิ่งบนต้นตอส้มทรอยเยอร์ซิแตรงจ์ มีปริมาณคาร์โบไฮเดรต สัดส่วน C:N และโพแทสเซียมสูงกว่าส้มโชกุนที่ต่อกิ่งบนต้นตอส้มสวิงเกิลซิตรูมิโล ปริมาณธาตุอาหารที่วิเคราะห์ได้ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ โดยปริมาณคาร์โบไฮเดรตอยู่ในช่วง 9.23 - 26.55 % ปริมาณไนโตรเจนอยู่ในช่วง 1.97 - 3.04 % สัดส่วน C:N อยู่ในช่วง 3.86 - 14.07 ปริมาณฟอสฟอรัสอยู่ในช่วง 1.02 - 1.95 กรัม/กิโลกรัม และปริมาณโพแทสเซียมอยู่ในช่วง 17.70 - 29.07 กรัม/กิโลกรัม ได้ผลเช่นเดียวกับ ลักขนา (2548) ซึ่งพบว่า ปริมาณธาตุอาหารในใบส้มโชกุนที่มีอายุ 3 และ 5 ปี มีปริมาณธาตุอาหารในระดับที่ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ Chapman (1960) อ้างโดย มงคล (2536) ว่า ปริมาณธาตุอาหารในใบส้มพันธุ์วาเลนเซียและพันธุ์นาเวล อายุ 5 - 7 เดือน มีปริมาณไนโตรเจนที่เหมาะสม 2.4 - 2.8 % ปริมาณฟอสฟอรัส 0.12 - 0.16 % ปริมาณโพแทสเซียม 0.7 - 1.09 % นิตย์ (2541) อ้างโดย วิภาดา (2546) ว่า สัดส่วน C:N สูง พืชส่วนใหญ่จะออกดอก โดยในช่วงเดือนกันยายน 2549 ส้มโชกุนที่ต่อกิ่งบนต้นตอส้มทรอยเยอร์ซิแตรงจ์ และส้มโชกุนที่ต่อกิ่งบนต้นตอส้มสวิงเกิลซิตรูมิโล เริ่มมีการออกดอก และ วิภาดา (2546) พบว่า ต้นตอส้มทุกพันธุ์มีผลต่อปริมาณธาตุไนโตรเจน โพแทสเซียม แคลเซียม และแมกนีเซียม ในใบ เฉพาะบางเดือน แต่มีการเปลี่ยนแปลงไปในทิศทางเดียวกัน ส่วนปริมาณฟอสฟอรัสในใบไม่มีความแตกต่างกันตลอดการทดลอง สัดส่วนระหว่างคาร์โบไฮเดรตต่อไนโตรเจน (C:N ratio) มีความแตกต่างทางสถิติ โดยต้นตอส้มสวิงเกิลซิตรูมิโลมีสัดส่วน C:N สูงที่สุด และการเปรียบเทียบปริมาณธาตุอาหารในตำแหน่งต่าง ๆ คือ เหนือรอยต่อ 2 และ 30 เซนติเมตร ตาข้าง และใบในเดือนธันวาคม 2549 พบว่า ปริมาณธาตุอาหารมีค่าใกล้เคียงกัน ซึ่งไม่มีความแตกต่างทางสถิติ แต่ปริมาณธาตุอาหารในใบจะมีค่าสูงกว่าปริมาณธาตุอาหารจากตำแหน่งอื่น ๆ ดังนั้นในการวิเคราะห์ธาตุอาหารโดยการใช้ใบจะทำให้ค่าที่ได้มีค่าสูง และปริมาณของตัวอย่างเพียงพอในการวิเคราะห์ปริมาณธาตุอาหาร

การเปรียบเทียบระบบเอนไซม์ พบว่า ระบบเอนไซม์เอสเตอเรสให้ความหลากหลายของรูปแบบเอนไซม์ สามารถนำไปใช้ตรวจสอบอิทธิพลของต้นตอได้ เช่นเดียวกับ สุธีรา (2545) พบว่า ระบบเอนไซม์เอสเตอเรสสามารถใช้ตรวจสอบอิทธิพลของต้นตอส้มต่อการเจริญเติบโตของกิ่งส้มจุก รักชนก (2546) พบว่า ระบบเอนไซม์เอสเตอเรสของใบส้มพันธุ์ดี 12 พันธุ์ที่ติดบนต้นตอ 4 ชนิด มีจำนวนแถบสีมากที่สุด เป็นเพราะเอนไซม์เอสเตอเรสเป็น non – specific enzyme มีความจำเพาะต่อสับสเตรสน้อยกว่าเอนไซม์ชิกิเมทดีไฮโดรจีเนส และ 6 - ฟอสโฟกลูโคเนสดีไฮโดรจีเนส พบได้ในไซโตพลาสซึม และพลาสติด และรูปแบบเอนไซม์เอสเตอเรสของกิ่งเลี้ยงส้มโชกุนที่ต่อกิ่งบนต้นตอมะนาวควาย ส้มทรอยเยอร์ซิแตรงจ์ และส้ม

สวิงเกิลซิตรูมิโลเปลี่ยนแปลงไปจากเดิม ดังรายงานของ มงคล และสมปอง (2547) พบว่า รูปแบบเอนไซม์เอสเตอเรสของกิ่งพันธุ์ส้มจุกบนต้นตอมะนาวควายแตกต่างไปจากเดิมก่อนการต่อกิ่ง และสุธีรา (2545) พบว่า ต้นตอส้มสามใบซึ่งเป็นลูกผสมสายพันธุ์สวิงเกิลซิตรูมิโลมีอิทธิพลต่อแถบเอนไซม์ของกิ่งพันธุ์ส้มจุก นอกจากนี้การสกัดเอนไซม์จากเปลือกลำต้นที่ระดับเหนือรอยต่อ 2 ซม. และ 30 ซม. สามารถนำไปใช้ศึกษาอิทธิพลของต้นตอได้ดีกว่าการใช้เอนไซม์ที่สกัดจากตาข้าง ซึ่งแตกต่างกับ Consuelo และ Guardiola (2001) ที่รายงานว่ากิจกรรมของเปอร์ออกซิเดสที่ตาจะมีมากกว่าที่ใบของส้มพันธุ์ Satsuma ดังนั้นสามารถใช้ระบบเอนไซม์เอสเตอเรสในการศึกษาอิทธิพลของต้นตอส้มโดยสกัดเอนไซม์จากเปลือกลำต้นที่ระดับเหนือรอยต่อ 2 ซม. และ 30 ซม.

เมื่อนำการศึกษาการเจริญเติบโต และการศึกษาปริมาณธาตุอาหารมาพิจารณาร่วมกัน พบว่า กิ่งเลี้ยงอายุ 1 ปี ส้มโชกุนที่ต่อกิ่งบนต้นตอมะนาวควายมีการเจริญเติบโตสูงกว่าส้มโชกุนที่ต่อกิ่งบนต้นตอส้มโอบ้าน ส่วนกิ่งเลี้ยงอายุ 5 ปี ส้มโชกุนที่ต่อกิ่งบนต้นตอส้มทรอยเยอร์ซิแตรงจ์มีการเจริญเติบโตสูงกว่าส้มโชกุนที่ต่อกิ่งบนต้นตอส้มสวิงเกิลซิตรูมิโล และเมื่อนำปริมาณน้ำฝน ธาตุอาหาร และรูปแบบเอนไซม์มาพิจารณาร่วมกัน พบว่า ในเดือนมิถุนายน 2549 มีปริมาณน้ำฝนน้อย ปริมาณธาตุอาหารน้อย ทำให้กิจกรรมของเอนไซม์บางชนิดมีประสิทธิภาพลดลงจึงทำให้แถบเอนไซม์บางแถบหายไปดังภาพที่ 12 ค และในเดือนมีนาคม และเดือนธันวาคม 2549 มีปริมาณน้ำฝนปานกลาง ปริมาณธาตุอาหารสูง ทำให้เอนไซม์บางชนิดมีกิจกรรมเพิ่มขึ้น ทำให้แถบเอนไซม์เพิ่มขึ้น ดังภาพที่ 12 ข และภาพที่ 13 ข และการศึกษาในครั้งนี้เป็นการศึกษาขั้นต้น โดยต้นตอมะนาวควายและต้นตอส้มทรอยเยอร์ซิแตรงจ์ส่งผลให้กิ่งเลี้ยงส้มโชกุนมีการเจริญเติบโตสูงกว่าต้นตอส้มชนิดอื่น ซึ่งต้นมะนาวควายสามารถหาได้ง่ายภายในประเทศจึงเป็นการช่วยลดต้นทุนด้านการผลิตต้นพันธุ์ได้ แต่อย่างไรก็ตามควรทำการศึกษาถึงผลในด้านคุณภาพผลผลิตและด้านอื่น ๆ ต่อไปด้วย

บทที่ 5

สรุป

การศึกษาการเจริญเติบโต สำหรับกิ่งเลี้ยงส้มโชกุนอายุ 1 ปี ที่ต่อกิ่งบนต้นตอส้มโอบ้าน และต้นตอมะนาวควาย พบว่า ส้มโชกุนที่ต่อกิ่งบนต้นตอมะนาวควายมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเหนือรอยต่อ และจำนวนกิ่งเพิ่มขึ้นสูงกว่าส้มโชกุนที่ต่อกิ่งบนต้นตอส้มโอบ้าน ส่วนกิ่งเลี้ยงส้มโชกุนอายุ 5 ปี ที่ต่อกิ่งบนต้นตอส้มทรอยเยอร์ซิแตรงจ์ และต้นตอส้มสวิงเกิลซิตรูมิโล พบว่า ส้มโชกุนที่ต่อกิ่งบนต้นตอส้มทรอยเยอร์ซิแตรงจ์มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเหนือรอยต่อ จำนวนกิ่ง จำนวนใบ พื้นที่ใบ และความสูง เพิ่มขึ้นสูงกว่าส้มโชกุนที่ต่อกิ่งบนต้นตอส้มสวิงเกิลซิตรูมิโล โดยขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเหนือรอยต่อ จำนวนกิ่ง จำนวนใบ และพื้นที่ใบแตกต่างกันทางสถิติ ส่วนความสูงไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

การศึกษาปริมาณธาตุอาหารในกิ่งตอนส้มโชกุน กิ่งเลี้ยงส้มโชกุนอายุ 1 ปี ที่ต่อกิ่งบนต้นตอส้มโอบ้าน และต้นตอมะนาวควาย พบว่า ส้มโชกุนที่ต่อกิ่งบนต้นตอมะนาวควายมีปริมาณคาร์โบไฮเดรต และสัดส่วน C:N สูงกว่ากิ่งตอนส้มโชกุน และส้มโชกุนที่ต่อกิ่งบนต้นตอส้มโอบ้าน ส่วนกิ่งเลี้ยงส้มโชกุนอายุ 5 ปี ที่ต่อกิ่งบนต้นตอส้มทรอยเยอร์ซิแตรงจ์ และต้นตอส้มสวิงเกิลซิตรูมิโล พบว่า ส้มโชกุนที่ต่อกิ่งบนต้นตอส้มทรอยเยอร์ซิแตรงจ์ มีปริมาณไนโตรเจน สัดส่วน C:N และโพแทสเซียมสูงกว่าส้มโชกุนที่ต่อกิ่งบนต้นตอส้มสวิงเกิลซิตรูมิโล โดยปริมาณโพแทสเซียมแตกต่างกันทางสถิติ ส่วนปริมาณคาร์โบไฮเดรต ไนโตรเจน สัดส่วน C:N และฟอสฟอรัสไม่แตกต่างกันทางสถิติ และการเปรียบเทียบปริมาณธาตุอาหารในตำแหน่งต่าง ๆ คือ เปลือกลำต้นบริเวณเหนือรอยต่อ 2 และ 30 เซนติเมตร ตาข้าง และใบ พบว่า ปริมาณธาตุอาหารมีค่าใกล้เคียงกัน ไม่แตกต่างกันทางสถิติ แต่ปริมาณธาตุอาหารในใบจะมีค่าสูงกว่าปริมาณธาตุอาหารจากตำแหน่งอื่น ๆ

การศึกษารูปแบบไอโซไซม์ของส้มโชกุนเสียบยอด ย้อมสีด้วยระบบเอนไซม์เปอร์ออกซิเดสและเอสเตอเรส พบว่า ระบบเอนไซม์เปอร์ออกซิเดสไม่สามารถใช้แยกแถบเอนไซม์ได้ชัดเจน ส่วนระบบเอนไซม์เอสเตอเรสสามารถแยกแถบเอนไซม์ได้ชัดเจน โดยมีตำแหน่งของเอนไซม์ 3 โซน ซึ่งมีความแตกต่างกันในแต่ละเดือน โดยต้นตอมะนาวควาย ส้มทรอยเยอร์ซิแตรงจ์ และส้มสวิงเกิลซิตรูมิโล มีอิทธิพลต่อแถบเอนไซม์ของกิ่งพันธุ์ส้มโชกุน และในการเปรียบเทียบเอนไซม์เอสเตอเรส ณ ตำแหน่งต่าง ๆ พบว่า แถบเอนไซม์ที่เกิดขึ้นมีลักษณะไม่แตกต่างกัน แต่เอนไซม์บริเวณเหนือรอยต่อ 2 และ 30 เซนติเมตร สามารถใช้ศึกษาอิทธิพล

ของต้นตอได้ชัดเจนกว่าการเอนไซม์จากตาข้าง และในช่วงฤดูต่างกัน ต้นส้มมีพัฒนาการต่างกัน ส่งผลให้กิจกรรมของเอนไซม์แตกต่างกันด้วย

เอกสารอ้างอิง

กรมส่งเสริมการเกษตร. 2540. สถิติการปลูกไม้ผลยืนต้นปี 2537. ฝ่ายข้อมูลส่งเสริมการเกษตร กองแผนงานกรมส่งเสริมการเกษตร.

กาญจนา ทองนะ. 2546. การพัฒนาของรอยประสานและการเจริญเติบโตของส้มพันธุ์ 'Seiki Navel' Orange (*Citrus sinensis* Osb.) และพันธุ์ 'Matsuyama Wasei' Satsuma (*Citrus unshiu* Marc.) บนต้นตอส้มบางชนิด. กรุงเทพ ฯ : วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาพืชสวน ภาควิชาพืชสวน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

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

จุฑามาส อ่อนวิมล. 2547. สวนส้ม. กรุงเทพ ฯ : เกษตรสาส์น.

ชวนพิศ แดงสวัสดิ์. 2544. สรีรวิทยาของพืช. กรุงเทพ ฯ : พัฒนาศึกษา.

ชิติ ศรีตนทิพย์, สันติ ช่างเจรจา, ยุทธนา เขาสุเมรุ, สัญชัย พันธโชติ และอภินัน เมฆบังวัน. 2546. อิทธิพลของต้นตอต่อการเจริญเติบโตของยอดพันธุ์ดีและการเปลี่ยนแปลงปริมาณธาตุอาหารในใบของลำไย. ลำปาง : สถาบันวิจัยและฝึกอบรมการเกษตรลำปาง มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา.

ธีระ เอกสมทราเมษฐ์ และวัชรินทร์ ซุ้นสุวรรณ. 2543. เทคโนโลยีชีวภาพ: เครื่องมือเสริมในการปรับปรุงพันธุ์พืช *ใน* หลักการปรับปรุงพันธุ์พืช หน้า 175-181. สงขลา: ภาควิชาพืชศาสตร์ คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่ .

ธีระชัย ธนานนท์. 2540. การจำแนกพันธุ์พืชโดยเทคนิคทางชีวโมเลกุล. ปทุมธานี : ภาควิชาเทคโนโลยีชีวภาพ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์.

นพรัตน์ บำรุงรักษ์. 2536. พืชหลักปักษ์ใต้. กรุงเทพ ฯ : ปีรามิด.

ปนัดดา กาญจนะ และเกศิณี ระมิงค์วงค์. 2541. การจำแนกพันธุ์ลำไยโดยวิธีอิเล็กโทรโฟรีซิส. วารสารเกษตร 14: 99 - 110.

ปฐพีชล วายุอัคคี. 2541. โรคและแมลง. กรุงเทพ ฯ : เอเชียแปซิฟิก พริ้นติ้ง จำกัด.

มงคล แซ่หลิม. 2536. การผลิตส้ม. สงขลา : ภาควิชาพืชศาสตร์ คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

มงคล แซ่หลิม, สมปอง เตชะโต และสุภานี ชนะวีรวรรณ. 2542. การเจริญเติบโตของส้มจุก (*Citrus reticulata* Blanco) และส้มโชกุน (*Citrus reticulata* Blanco) บนต้นตอส้มบางชนิด. ว.สงขลานครินทร์ 21 : 415-423.

มงคล แซ่หลิม และสมปอง เตชะโต. 2547. การประเมินผลผลิตและคุณภาพผลผลิตในส้มจุกและส้มโชกุนจากการใช้ต้นตอส้มบางชนิด. สงขลา : ภาควิชาพืชศาสตร์ คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่.

มาลี สะสมศักดิ์. 2542. การเจริญเติบโตและพัฒนาการของส้มโชกุน (*Citrus reticulata* Blanco cv. Shogun) บนต้นตอส้มบางชนิด. สงขลา : วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาพืชศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

รักชนก แก้วมณีโชติ. 2546. อิทธิพลของต้นตอต่อรูปแบบไอโซไซม์ในใบส้มพันธุ์ดี. กรุงเทพ ฯ : วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาพฤกษศาสตร์ ภาควิชาพฤกษศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

รัตนา สดุดี. 2537. โรคโทรมของส้มจุก (*Citrus reticulata* Blanco) : เชื้อสาเหตุและปัจจัยส่งเสริมความรุนแรงของโรค. ว.สงขลานครินทร์ 16 : 353-357.

ลักขนา วรโภคิน. 2548. การศึกษาอาการผลแตกในส้มโชกุน (*Citrus reticulata* Blanco cv. Shogun). สงขลา : วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาพืชศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

วิภาดา แสงสร้อย. 2546. อิทธิพลของต้นตอต่อการเจริญเติบโตและปริมาณธาตุอาหารของส้มเขียวหวาน. เชียงใหม่ : วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาพืชสวน ภาควิชาพืชสวน มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

วีระ โรพันคุง. 2544. การจำแนกต้นกล้าที่เกิดจากการผสมและเกิดจากเนื้อเยื่อเมล็ดของมะม่วงพันธุ์แก้วและพันธุ์ตลับนากโดยการใช้ลักษณะทางสัณฐานวิทยา และการวิเคราะห์ไอโซไซม์. ขอนแก่น : วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต ภาควิชาพืชสวน มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

วิไลวรรณ โชติเกียรติ และอมรรัตน์ พงศ์ดารา. 2533. การศึกษาโปรตีนและไอโซไซม์ในสารสกัดใบปาล์มน้ำมันพันธุ์เทเนอร่า. ว. สงขลานครินทร์ 12 : 21 - 28.

สมปอง เตชะโต, วันทนา นวรังสรรค์ และมงคล แซ่หลิม. 2538. การตรวจสอบ *Lansium domesticum* Correa. โดยเทคนิคไอโซไซม์. ว. สงขลานครินทร์ 17 : 355-361.

สันติ ช่างเจรจา, ชิติ ศรีตนทิพย์, ยุทธนา เขาสุเมรุ, รุ่งนภา โพธิรักษา และสัญชัย พันธโชติ. 2546. ความสามารถในการเชื่อมต่อและการเจริญของยอดพันธุ์ส้มโชกุนกับต้นตอส้มชนิดต่าง ๆ. ลำปาง : สถาบันวิจัยและฝึกอบรมการเกษตรลำปาง มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา.

สัญชัย พันธโชติ, มณีวรรณ มาลากรอง, เพียร จรรย์สืบศรี, วัลลภ พงษ์ยืน และวิวัติ อำพันธุ์. 2531. การศึกษาการใช้ส้มพันธุ์ต่าง ๆ 5 พันธุ์เพื่อเป็นต้นตอส้มเขียวหวาน. ลำปาง : สถาบันวิจัยและฝึกอบรมการเกษตรลำปาง มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา.

สุธีรา ถาวรรัตน์. 2542. การตรวจสอบรูปแบบของเอนไซม์ในส้มโชกุน (*Citrus reticulata* Blanco) ที่ต่อกิ่งบนต้นตอส้มบางชนิด. สงขลา : ปัญหาพิเศษระดับบัณฑิตศึกษาสาขาพืชศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

สุธีรา ถาวรรัตน์. 2545. อิทธพลของต้นตอส้มต่อการเจริญเติบโตของกิ่งพันธุ์ส้มจุก (*Citrus reticulata* Blanco). สงขลา : วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาพืชศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

เสริมสกุล พจนการุณ. 2545. ผลของพันธุ์ที่แตกต่างกันต่อปริมาณธาตุอาหารในใบมะกอกน้ำมัน. วารสารเกษตร 18 : 100 - 109.

อำไพวรรณ ภราดร์นุวัฒน์, วิชัย ก่อประดิษฐ์สกุล, สุพัฒน์ อรรถธรรม และ นิพนธ์ ทวีชัย. 2526. โรคส้มในประเทศไทย. กรุงเทพ ฯ : ภาควิชาโรคพืช คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

Castle, B. and E. Stover. 2004. Rootstock reflections : Swingle citrumelo update [online]. Available : www. Citrusindustry. net/swingle.pdf.

Consuelo, M and J.L. Guardiola. 2001. Peroxidase activity and isozyme profile in buds and leaves in relation to flowering in Satsuma mandarin (*Citrus unshiu*). Scientia Horticulturae 90 : 43 - 56.

Davies, F.S. and L.G. Albrigo. 1994. *Citrus* spp. England : Redwood Book.

Elisiaria, P.J., G.G. Santos, A.R. Guerreiro, P.F. Ollitranlt Luro and J.M. Leitao. 1999. Isozyme analysis revealed that the Portuguese mandarin "Carvalhais" originated as a single clone. Scientia Horticulturae 82 : 145-152.

Fallahi, E., W.M. John. and D.R. Rodney. 1989. Yield and quality of 'Redblush' grapefurit on twelve rootstocks. Journal American Society of Horticultural Science 114 : 187-190.

Georgiou, A., 2000. Performance of 'Nova' mandarin on eleven rootstocks in Cyprus. Scientia Horticulturae 84 : 115-126.

Hartmann, H. T., D.E. Kester, F.T. Davies and R.L. Genever. 1997. Plant Propagation : Principles and Practices. New Jersey : Prentice Hall International. Inc. Ltd.

King, B.J., L.S. Lee and P.T. Scott. 1996. Identification of triploid *Citrus* by isozyme analysis. Euphytica 90 : 223-231.

Osborne. D.R. and P. Voogt. 1978. The analysis of nutrient in food. New York : Academic Press.

Price, L.M. 2004. Citrus propagation and rootstocks. ECHO Development notes [Online]. Available : www. Ultmatecitrus.com/pdf/tncitrus.htm+Citrus+rootstock&hl=th. access on 20th February 2005.

Turner, J O C . 2004. Rootstocks of Citrus. Horticulture and Fresh Products, Department of Primart Industries, Gayndah, Queensland. [Online]. Available : Http//www.dpi.qld.gov.au/horticulture/554.3.html. access on 20th February 2005.

Zekri, M. 1993. Salinity and calcium effects on emergence, growth and mineral composition of seedlings of eight citrus rootstocks. Journal of Horticultural Science 68 : 53-62.

ภาคผนวก

ตารางผนวกที่ 1 ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเหนือรอยต่อ (มิลลิเมตร)

ต้นตอ	เดือน												
	ธ.ค. 48	ม.ค. 49	ก.พ. 49	มี.ค. 49	เม.ย. 49	พ.ค. 49	มิ.ย. 49	ก.ค. 49	ส.ค. 49	ก.ย. 49	ต.ค. 49	พ.ย. 49	ธ.ค. 49
กิ่งตอนส้มโชกุน	0.059 b	0.141 b	0.225 b	0.295 b	0.350 b	0.410 b	0.465 b	0.491 b	0.529 b	0.541 b	0.556 b	0.566 b	0.611 b
ส้มโอบ้านมะนาวควาย	0.025 b	0.138 b	0.206 b	0.296 b	0.369 b	0.439 b	0.486 b	0.516 b	0.549 b	0.615 b	0.658 b	0.673 b	0.689 b
	0.286 a	0.484 a	0.653 a	0.768 a	0.864 a	0.938 a	1.018 a	1.120 a	1.146 a	1.179 a	1.208 a	1.241 a	1.310 a
LSD 0.05	0.199	0.267	0.215	0.164	0.205	0.276	0.247	0.227	0.255	0.273	0.289	0.291	0.301
C.V. (%)	82.44	65.83	37.26	22.72	24.38	28.97	23.59	20.04	21.52	21.95	22.39	22.02	21.61
ทรอยเยอร์	0.535 ns	0.855 ns	1.140 ns	1.514 ns	1.735 ns	2.069 a	2.374 a	2.424 a	2.661 a	2.538 ns	2.583 ns	2.675 ns	2.838 ns
สวิงเกิล	0.321	0.786	0.983	1.257	1.322	1.386 b	1.498 b	1.654 b	1.766 b	1.739	1.840	1.880	1.978
LSD 0.05	0.345	0.483	0.391	0.396	0.400	0.482	0.687	0.678	0.614	0.753	0.810	0.796	0.867
C.V. (%)	46.67	34.03	21.33	16.53	15.14	16.15	20.52	19.23	16.04	20.10	21.18	20.18	20.81

ns = ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

หมายเหตุ : ค่าเฉลี่ยที่กำกับด้วยตัวอักษรพิมพ์เล็กที่ต่างกันในแต่ละสดมภ์มีความแตกต่างทางสถิติจากการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี LSD ($P \leq 0.05$)

ตารางผนวกที่ 2 จำนวนกิ่ง

ต้นตอ	เดือน												
	ธ.ค. 48	ม.ค. 49	ก.พ. 49	มี.ค. 49	เม.ย. 49	พ.ค. 49	มิ.ย. 49	ก.ค. 49	ส.ค. 49	ก.ย. 49	ต.ค. 49	พ.ย. 49	ธ.ค. 49
กิ่งตอนส้มโชกุน	0 b	4.750 b	5.750 b	8.250 b	10.750 a	13.000 a	15.750 a	21.250 a	22.750 ns	25.25 ns	27.75 ns	28.75 ns	31.25 ns
ส้มโอบ้านมะนาวควาย	0 b	3.500 b	3.500 b	8.250 b	10.500 a	12.000 a	15.500 a	15.500 a	17.250	20.000	21.750	22.250	22.250
	5.500 a	11.750 a	11.750 a	21.750 a	24.000 b	26.250 b	30.000 b	31.250 b	33.250	34.000	35.750	37.000	39.250
LSD 0.05	0.533	2.293	2.757	4.594	7.758	11.519	12.062	13.217	13.596	13.747	14.527	14.714	17.207
C.V. (%)	18.18	21.50	17.98	22.52	32.15	42.15	36.93	36.45	34.81	32.53	31.95	31.35	37.74
ทรอยเยอร์	11.500 b	28.250 b	28.250 a	50.250 a	66.500 ns	85.250 ns	99.000 ns	104.750 ns	128.500 ns	130.500 ns	134.250 ns	147.500 ns	160.000 ns
สวิงเกิล	22.750 a	41.750 a	44.250 b	59.750 b	75.500	94.250	98.000	104.250	125.000	138.500	138.500	145.000	155.000
LSD 0.05	4.564	5.356	5.356	7.525	12.596	23.251	24.611	25.678	31.880	28.623	26.672	25.847	25.891
C.V. (%)	15.40	8.84	8.53	7.90	10.25	14.97	14.44	14.20	14.53	12.29	11.30	10.21	9.50

ns = ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

หมายเหตุ : ค่าเฉลี่ยที่กำกับด้วยตัวอักษรพิมพ์เล็กที่ต่างกันในแต่ละสดมภ์มีความแตกต่างทางสถิติจากการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี LSD ($P \leq 0.05$)

ตารางผนวกที่ 3 จำนวนใบ

ต้นตอ	เดือน												
	ธ.ค. 48	ม.ค. 49	ก.พ. 49	มี.ค. 49	เม.ย. 49	พ.ค. 49	มิ.ย. 49	ก.ค. 49	ส.ค. 49	ก.ย. 49	ต.ค. 49	พ.ย. 49	ธ.ค. 49
กิ่งตอน	32.500 a	74.750 a	89.000 a	96.500 a	119.750	163.750	235.250	241.000	274.250	284.500	3100.500	322.000	339.250
ส้มโชกุน					a	ns	a	a	a	a	a	ns	ns
ส้มโอ	10.750 b	35.00 b	38.250 b	50.250 b	63.000 b	78.250	104.250 b	104.250 b	116.000 b	133.500 b	153.000 b	172.250	180.250
บ้าน													
มะนาว	43.000 a	78.000 a	82.000 a	106.500 a	130.500 a	154.500	203.750	211.250 a	223.750 a	232.250	242.250	257.250	303.500
ควาย							ab			ab	ab		
LSD 0.05	13.881	19.171	20.168	34.894	44.629	76.611	100.680	98.751	100.240	104.780	119.280	126.390	136.640
C.V. (%)	30.18	19.15	18.07	25.84	26.71	36.46	34.75	33.28	30.61	30.22	31.69	31.54	31.13
ทรอย	57.000	108.250	204.250 b	324.250 b	466.250 b	624.750	776.250	818.750	954.250	1037.750	1037.75	1118.750	1231.250
เยอร์	ns	ns				ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
สวิงเกิล	68.000	150.750	273.500 a	436.000 a	578.500 a	713.250	808.750	890.750	1018.250	1038.500	1038.500	1068.500	1146.000
LSD 0.05	40.281	46.198	54.219	36.628	81.043	153.640	168.160	192.670	231.880	204.220	204.220	179.170	182.210
C.V. (%)	37.24	20.61	13.11	5.57	8.96	13.43	12.26	13.02	13.58	11.36	11.36	9.46	8.85

ns = ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

หมายเหตุ : ค่าเฉลี่ยที่กำกับด้วยตัวอักษรพิมพ์เล็กที่ต่างกันในแต่ละสดมภ์มีความแตกต่างทางสถิติจากการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี LSD ($P \leq 0.05$)

ตารางผนวกที่ 4 พื้นที่ใบ (ตารางเมตร)

ต้นตอ	เดือน												
	ธ.ค. 48	ม.ค. 49	ก.พ. 49	มี.ค. 49	เม.ย. 49	พ.ค. 49	มิ.ย. 49	ก.ค. 49	ส.ค. 49	ก.ย. 49	ต.ค. 49	พ.ย. 49	ธ.ค. 49
กิ่งตอน	0.0326 a	0.0751 a	0.0894 a	0.0969 a	0.1203 a	0.1648	0.2363 a	0.2421a	0.2739 a	0.2893 a	0.3121 a	0.3221	0.3385
ส้มโชกุน						ns						ns	ns
ส้มโอ	0.0108 b	0.0352 b	0.0384 b	0.0505 b	0.0633 b	0.0786	0.1047 b	0.1047 b	0.1165 b	0.1341 b	0.1537 b	0.1730	0.1810
บ้าน													
มะนาว	0.0407 a	0.0783 a	0.0824 a	0.1070 a	0.1309 a	0.1479	0.2122 a	0.2122 a	0.2247 a	0.2333 ab	0.2433 ab	0.2584	0.3048
ควาย													
LSD 0.05	0.0165	0.0193	0.0203	0.0350	0.0448	0.0713	0.0974	0.0991	0.1008	0.1070	0.1196	0.1277	0.1364
C.V. (%)	36.79	19.15	18.07	25.84	26.75	34.21	33.03	33.28	30.74	30.58	31.65	31.80	31.03
ทรอย	0.0572 ns	0.1087 ns	0.1958 b	0.3256 b	0.4690 b	0.6230 ns	0.8223 ns	0.8223 ns	0.9805 ns	1.0423 ns	1.0423	1.1236 ns	1.2366 ns
เยอร์											ns		
สวิงเกิล	0.0695	0.1514	0.2747 a	0.4379 a	0.5810 a	0.7163	0.8118	0.8946	1.0227	1.0430	1.0430	1.0732	1.1510
LSD 0.05	0.0393	0.0464	0.0656	0.0368	0.0807	0.1155	0.1829	0.1935	0.2288	0.2051	0.2051	0.1799	0.1830
C.V. (%)	35.89	20.61	16.12	5.57	8.88	9.97	12.94	13.02	13.20	11.36	11.36	9.46	8.85

ns = ไม่มีความแตกต่างทางสถิต

หมายเหตุ : ค่าเฉลี่ยที่กำกับด้วยตัวอักษรพิมพ์เล็กที่ต่างกันในแต่ละสดมภ์มีความแตกต่างทางสถิติจากการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี LSD ($P \leq 0.05$)

ตารางผนวกที่ 5 ความสูง (เซนติเมตร)

ต้นตอ	เดือน												
	ธ.ค. 48	ม.ค. 49	ก.พ. 49	มี.ค. 49	เม.ย. 49	พ.ค. 49	มิ.ย. 49	ก.ค. 49	ส.ค. 49	ก.ย. 49	ต.ค. 49	พ.ย. 49	ธ.ค. 49
กิ่งตอนส้มโชกุน	1.500 ns	5.500 ns	9.750 ns	13.750 ns	15.750 ns	17.750 ns	22.500 ns	28.250 ns	29.250 ns	31.500 ns	34.250 ns	34.250 ns	34.250 ns
ส้มโอบ้าน	1.750	6.500	10.250	13.000	15.250	16.500	20.500	28.250	28.750	30.250	30.750	30.750	30.750
มะนาวควาย	4.000	6.250	8.750	10.500	12.000	14.250	14.250	15.750	17.000	17. 050	17.500	17.500	17.500
LSD 0.05	1.738	2.957	4.951	5.107	7.103	8.572	9.122	15.027	15.541	17.085	18.688	18.688	18.688
C.V. (%)	43.06	30.38	32.30	25.71	30.98	33.15	29.88	39.00	38.86	40.43	42.48	42.48	42.48
ทรอยเยอร์	8.5000 ns	18.500 ns	34.750 ns	51.750 ns	57.250 ns	60.500 ns	60.500 ns	61.750 ns	61.750 ns	61.750 ns	61.750 ns	61.750 ns	61.750 ns
สวิงเกิล	10.500	25.750	37.750	51.50	53.750	53.750	55.000	55.000	55.000	55.000	55.000	55.000	55.000
LSD 0.05	6.238	18.845	14.639	13.999	22.510	22.357	19.686	19.686	19.686	19.686	19.686	19.686	19.686
C.V. (%)	37.95	49.22	23.33	16.55	23.98	22.61	19.49	19.49	19.49	19.49	19.49	19.49	19.49

ns = ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

หมายเหตุ : ค่าเฉลี่ยที่กำกับด้วยตัวอักษรพิมพ์เล็กที่ต่างกันในแต่ละสดมภ์มีความแตกต่างทางสถิติจากการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี LSD ($P \leq 0.05$)

ตารางผนวกที่ 6 ปริมาณคาร์โบไฮเดรต (%)

ต้นตอ	เดือน				
	ธ.ค. 48	มี.ค. 49	มิ.ย. 49	ก.ย. 49	ธ.ค. 49
กิ่งตอนโชกุน	13.689 ns	11.428 ns	8.992 ns	11.974 ns	20.180 ns
ส้มโอบ้าน	10.290	13.625	9.230	11.855	21.489
มะนาวควาย	19.480	13.894	8.920	12.508	20.373
LSD 0.05	12.973	6.152	4.424	4.504	8.931
C.V. (%)	44.82	11.48	24.47	18.61	21.61
ทรอยเยอร์	21.562 ns	24.044 ns	14.921 ns	23.300 a	16.877 ns
สวิงเกิล	26.558	16.565	13.493	19.500 b	15.953
LSD 0.05	20.182	10.194	3.054	1.506	4.760
C.V. (%)	37.00	22.14	9.48	3.10	12.81

ตารางผนวกที่ 7 ปริมาณไนโตรเจน (%)

ต้นตอ	เดือน				
	ธ.ค. 48	มี.ค. 49	มิ.ย. 49	ก.ย. 49	ธ.ค. 49
กิ่งตอนโชกุน	2.379 ns	2.718 ns	2.524 ns	2.970 ns	2.878 ns
ส้มโอบ้าน	2.824	2.514	2.374	2.612	2.514
มะนาวควาย	2.756	2.602	2.562	2.842	2.352
LSD 0.05	0.734	0.289	0.631	0.454	0.574
C.V. (%)	13.25	5.54	12.55	8.09	11.13
ทรอยเยอร์	2.538 ns	3.048 ns	1.977 ns	1.619 ns	2.858 ns
สวิงเกิล	3.076	3.212	2.336	1.809	2.891
LSD 0.05	0.416	0.684	0.364	0.229	0.321
C.V. (%)	6.54	9.63	7.44	5.90	4.93

ns = ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

ตารางผนวกที่ 8 สัดส่วน C/N

ต้นตอ	เดือน				
	ธ.ค. 48	มี.ค. 49	มิ.ย. 49	ก.ย. 49	ธ.ค. 49
กิ่งตอนโชกุน	5.123 ns	4.193 ns	3.591 ns	3.868 ns	7.321 ns
ส้มโอบ้าน	3.927	5.398	4.054	4.637	8.425
มะนาวควาย	7.090	5.414	3.418	4.401	8.765
LSD 0.05	4.807	2.411	2.361	2.051	5.045
C.V. (%)	44.72	24.13	32.05	23.86	30.66
ทรอยเยอร์	8.654 ns	8.009 ns	7.613 ns	14.047 ns	5.890 ns
สวิงเกิล	8.626	5.133	5.781	10.783	5.524
LSD 0.05	8.216	4.079	2.011	2.648	1.432
C.V. (%)	41.95	27.38	13.24	9.42	11.07

ตารางผนวกที่ 9 ปริมาณฟอสฟอรัส (กรัม/กิโลกรัม)

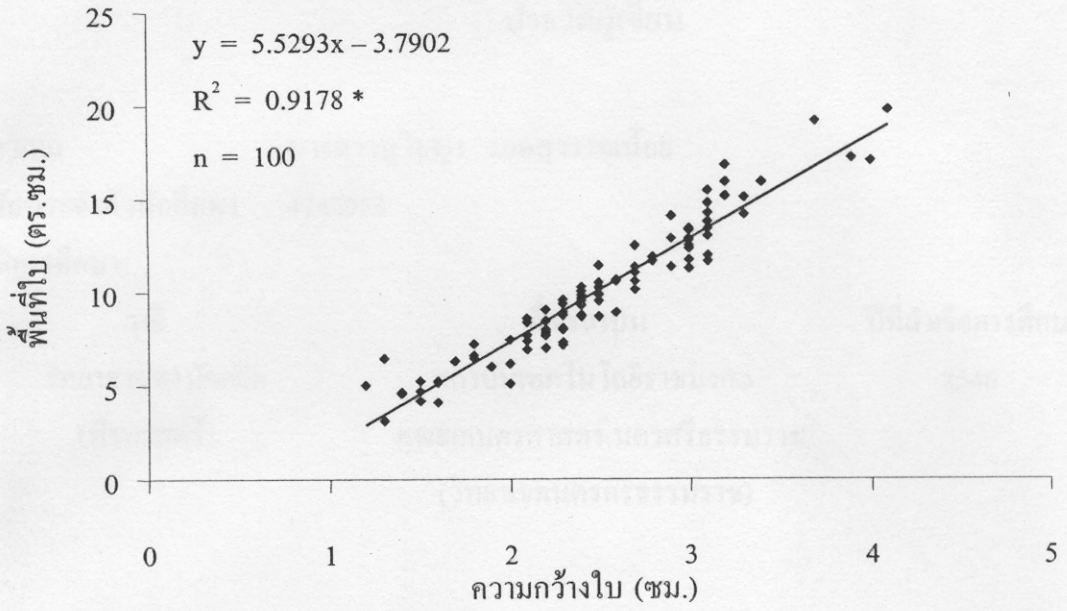
ต้นตอ	เดือน				
	ธ.ค. 48	มี.ค. 49	มิ.ย. 49	ก.ย. 49	ธ.ค. 49
กิ่งตอนโชกุน	1.730 ns	1.567 ns	1.351 ns	1.564 ns	1.947 ns
ส้มโอบ้าน	2.368	1.337	1.272	1.285	1.508
มะนาวควาย	1.630	1.479	1.436	1.687	1.464
LSD 0.05	1.533	0.358	0.399	0.454	0.577
C.V. (%)	40.20	12.27	14.79	15.03	17.63
ทรอยเยอร์	1.955 ns	1.235 b	1.015 ns	1.000 ns	1.774 ns
สวิงเกิล	1.622	1.440 a	1.160	1.025	1.785
LSD 0.05	1.516	0.106	0.225	0.212	0.232
C.V. (%)	37.41	3.51	9.14	9.27	5.78

ns = ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

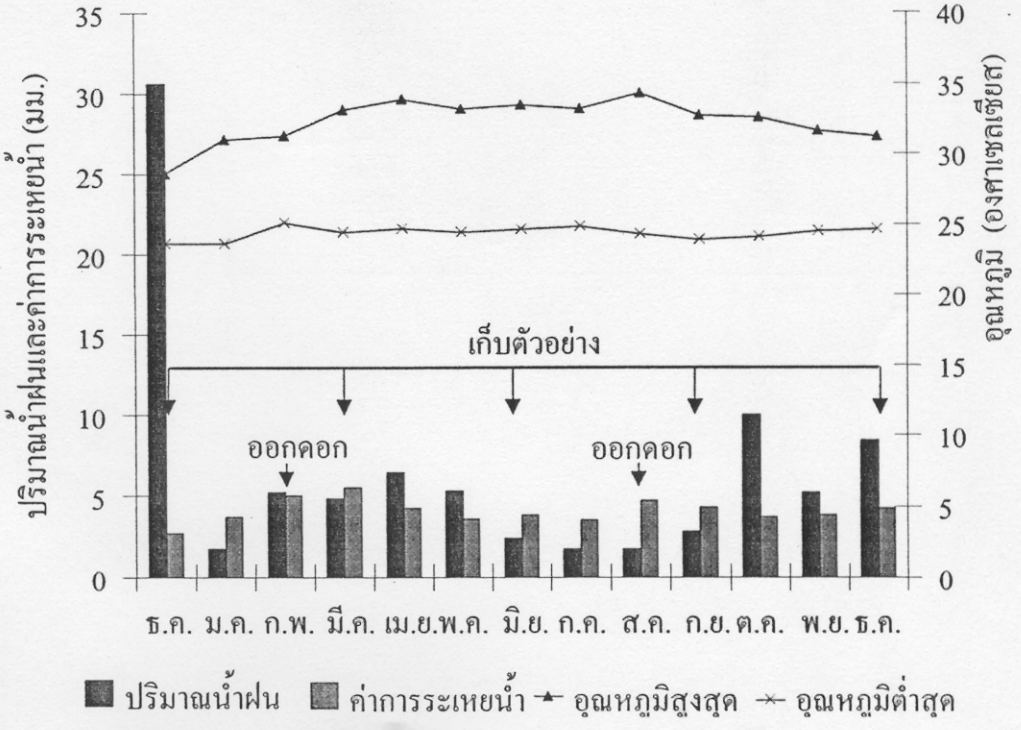
ตารางผนวกที่ 10 ปริมาณโพแทสเซียม (กรัม/กิโลกรัม)

ต้นตอ	เดือน				
	ธ.ค. 48	มี.ค. 49	มิ.ย. 49	ก.ย. 49	ธ.ค. 49
กิ่งตอนโชกุน	27.935 ns	26.969 ns	25.715 a	24.125 ns	25.031 ns
ส้มโอบ้าน	29.078	24.167	21.044 b	20.215	25.857
มะนาวควาย	24.301	24.416	19.832 b	19.553	17.730
LSD 0.05	8.805	6.958	4.010	5.391	7.669
C.V. (%)	16.26	13.82	9.04	12.67	16.78
ทรอยเยอร์	22.020 ns	19.819 ns	17.978 b	17.707 ns	23.651 ns
สวิงเกิล	18.872	25.127	21.470 a	18.724	23.053
LSD 0.05	10.452	3.598	2.451	2.529	3.491
C.V. (%)	22.55	7.06	5.48	6.12	6.59

ns = ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ



ภาพผนวกที่ 1 ความสัมพันธ์ระหว่างความกว้างกับพื้นที่ใบส้มจากการวัดค่าโดยเครื่องวัดพื้นที่ใบ



ภาพผนวกที่ 2 สภาพอากาศ (ปริมาณน้ำฝน การระเหยน้ำ อุณหภูมิสูงสุด อุณหภูมิต่ำสุด) ช่วงเดือนธันวาคม 2548 ถึงเดือนธันวาคม 2549

ที่มา : สถานีตรวจอากาศเกษตรคอหงส์ อำเภอหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ สกุล นางสาวสุวิชญา รอดสุวรรณน้อย

รหัสประจำตัวนักศึกษา 4742053

วุฒิการศึกษา

วุฒิ	ชื่อสถาบัน	ปีที่สำเร็จการศึกษา
วิทยาศาสตรบัณฑิต (พืชศาสตร์)	สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล คณะเกษตรศาสตร์ นครศรีธรรมราช (วิทยาเขตนครศรีธรรมราช)	2546