



การเปรียบเทียบลักษณะทางกายวิภาค การตอบสนองทางสรีรวิทยา และองค์ประกอบ
ชีวเคมีน้ำยางของยางพาราพันธุ์ RRIM 600 และพันธุ์ที่ให้ผลผลิตน้ำยางสูง
**Comparison of Anatomical Characters, Physiological Responses and Latex
Biochemical Components among the RRIM 600 Clone and
High Latex-Production Clones of Rubber Trees**

พิมพ์ภีลา สุภเจริญกุล
Pimpila Supacharoenkun

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญา
วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต 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**

2552

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

(1)

ชื่อวิทยานิพนธ์ การเปรียบเทียบลักษณะทางกายวิภาค การตอบสนองทางสรีรวิทยา และองค์ประกอบชีวเคมีน้ำยางของยางพาราพันธุ์ RRIM 600 และพันธุ์ที่ให้ผลผลิตน้ำยางสูง

ผู้เขียน นางสาวพิมพ์ภิลลา ศุภเจริญกุล

สาขาวิชา พืชศาสตร์

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก	คณะกรรมการสอบ
..... (รองศาสตราจารย์ ดร.สายัณห์ สดุดี)ประธานกรรมการ (รองศาสตราจารย์ ดร.สมปอง เตชะโต)
กรรมการ (รองศาสตราจารย์ ดร.สายัณห์ สดุดี)
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม	
..... (รองศาสตราจารย์ ดร.จรัสศรี นวลศรี)กรรมการ (รองศาสตราจารย์ ดร.จรัสศรี นวลศรี)
กรรมการ (ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.มนตรี อิศร ไกรสีล)

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ อนุมัติให้รับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา ตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาพืชศาสตร์

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

ชื่อวิทยานิพนธ์	การเปรียบเทียบลักษณะทางกายวิภาค การตอบสนองทางสรีรวิทยา และองค์ประกอบชีวเคมีน้ำยางของยางพาราพันธุ์ RRIM 600 และพันธุ์ที่ให้ผลผลิตน้ำยางสูง
ผู้เขียน	นางสาวพิมพ์ภักดา ศุภเจริญกุล
สาขาวิชา	พืชศาสตร์
ปีการศึกษา	2552

บทคัดย่อ

การเปรียบเทียบลักษณะทางกายวิภาค การตอบสนองทางสรีรวิทยา และองค์ประกอบทางชีวเคมีน้ำยางของยางพาราในจังหวัดสงขลา ระหว่างพันธุ์ 1) พันธุ์ SK 3 ที่อำเภอหาดใหญ่ 2) พันธุ์ SK 1 ที่อำเภอนาทวี กับ 3) พันธุ์ RRIM 600 ทั้ง 2 อำเภอที่ใช้เป็นพันธุ์เปรียบเทียบ ศึกษาในช่วงเดือนพฤษภาคม ถึงกันยายน 2551 พบว่า ลักษณะทางกายวิภาคยางพาราพันธุ์ SK 3 ที่อำเภอหาดใหญ่มีเส้นผ่านศูนย์กลางท่อน้ำยาง (34.0 ไมโครเมตร) และเส้นผ่านศูนย์กลางท่อน้ำ (325.7 ไมโครเมตร) ใหญ่กว่าพันธุ์ RRIM 600 (30.8 และ 219.7 ไมโครเมตร ตามลำดับ) อย่างมีนัยสำคัญ ยางพาราพันธุ์ SK 1 ที่อำเภอนาทวีมีเส้นผ่านศูนย์กลางท่อน้ำยาง (35.6 ไมโครเมตร) และเส้นผ่านศูนย์กลางท่อน้ำ (323.8 ไมโครเมตร) ใหญ่กว่าพันธุ์ RRIM 600 (33.1 และ 255.7 ไมโครเมตร ตามลำดับ) อย่างมีนัยสำคัญเช่นกัน อีกทั้งลักษณะทางกายวิภาคอื่น ๆ (ขนาด และความหนาแน่นปากใบ ความหนาแน่นท่อน้ำ และความหนาแน่นท่อน้ำยางในวงเดียวกัน) ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติระหว่างพันธุ์ การศึกษาการตอบสนองทางสรีรวิทยา พบว่า ต้นกล้ายางพาราทั้ง 3 พันธุ์ (RRIM 600, SK 3 และ SK 1) มีจุดอิ่มแสง 850 896 และ 1,059 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ ตามลำดับ ยางพาราพันธุ์ SK 1 มีค่าเฉลี่ยอัตราการสังเคราะห์แสง การชักนำการเปิดปากใบ และอัตราการคายน้ำ (16.70 $\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$, 0.605 cm s^{-1} และ 5.92 $\text{mole H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ ตามลำดับ) สูงกว่าพันธุ์ SK 3 (13.08 $\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$, 0.405 cm s^{-1} และ 4.16 $\text{mole H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ ตามลำดับ) และพันธุ์ RRIM 600 (11.58 $\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$, 0.446 cm s^{-1} และ 4.08 $\text{mole H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ ตามลำดับ) อย่างมีนัยสำคัญ ค่าเฉลี่ยลักษณะการตอบสนองทางสรีรวิทยาอื่น ๆ ในต้นที่ให้ผลผลิตแล้ว (เส้นรอบลำต้น ดัชนีพื้นที่ใบ ค่าคลอโรฟิลล์มีเตอร์ในใบ การชักนำปากใบ และศักย์ของน้ำในใบ) ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติระหว่างพันธุ์ ในส่วนของผลผลิตน้ำยาง พันธุ์ SK 3 มีแนวโน้มให้ผลผลิตน้ำยาง (180.56 กรัม/ต้น/ครั้งกรี๊ด) สูงกว่าพันธุ์ RRIM 600 (166.46 กรัม/ต้น/ครั้งกรี๊ด) แต่ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ปริมาณเนื้อยางแห้ง ปริมาณอนินทรีย์ฟอสฟอรัส และปริมาณไรออลของ

ยางพาราพันธุ์ SK 3 (46.00 เปอร์เซ็นต์, 21.15 และ 0.478 มิลลิโมล ตามลำดับ) สูงกว่าพันธุ์ RRIM 600 (38.43 เปอร์เซ็นต์, 15.26 และ 0.302 มิลลิโมล ตามลำดับ) อย่างมีนัยสำคัญ ยกเว้นปริมาณซูโครสที่พบไม่มีความแตกต่างทางสถิติระหว่างพันธุ์ (14.16 และ 9.81 มิลลิโมล ตามลำดับ) ขณะที่พันธุ์ SK 1 มีผลผลิตน้ำยาง (190.20 กรัม/ต้น/ครั้งกรีด) สูงกว่าพันธุ์ RRIM 600 (148.29 กรัม/ต้น/ครั้งกรีด) อย่างมีนัยสำคัญ ปริมาณเนื้อยางแห้ง ปริมาณซูโครส ปริมาณอินทรีฟอสฟอรัส และปริมาณไรฮออล ของยางพาราพันธุ์ SK 1 (39.16 เปอร์เซ็นต์, 14.18, 20.77 และ 0.350 มิลลิโมล ตามลำดับ) มีแนวโน้มสูงกว่าพันธุ์ RRIM 600 (37.33 เปอร์เซ็นต์, 12.25, 19.78 และ 0.331 มิลลิโมล ตามลำดับ) แต่ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ผลการศึกษาแสดงให้เห็นว่า เส้นผ่านศูนย์กลางท่อน้ำยาง เส้นผ่านศูนย์กลางท่อน้ำ การศึกษาการตอบสนองทางสรีรวิทยาในต้นกล้ายางพารา และองค์ประกอบทางชีวเคมีน้ำยาง เป็นตัวบ่งชี้ที่มีศักยภาพในการเปรียบเทียบพันธุ์ยางได้ ดังนั้นยางพาราพันธุ์ SK 3 และ SK 1 เป็นพันธุ์ที่มีแนวโน้มให้ผลผลิตน้ำยางสูง สมควรแก่การนำไปศึกษาเพิ่มเติม

Thesis Title	Comparison of Anatomical Characters, Physiological Responses and Latex Biochemical Components among the RRIM 600 Clone and High Latex-Production Clones of Rubber Trees
Author	Miss Pimpila Supacharoenkun
Major Program	Plant Science
Academic Year	2009

ABSTRACT

Comparison of anatomical characteristics, physiological responses and latex biochemical components of rubber trees in Songkhla province among the 3 clones: 1) SK 3 clone at Hat Yai district, 2) SK 1 clone at Na Thawi district and 3) RRIM 600 clone in both districts used as a comparative clone. The investigation was carried out during May-September, 2008. The result showed that anatomical characteristics of the SK 3 clone at Hat Yai plot had significantly larger laticiferous diameter (34.0 μm) and xylem vessel diameter (325.7 μm) than the RRIM 600 clone (30.8 and 219.7 μm , respectively). The SK 1 clone at Na Thawi plot had significantly larger laticiferous diameter (35.6 μm) and xylem vessel diameter (323.8 μm) than the RRIM 600 clone (33.1 and 255.7 μm respectively). In addition, a study on anatomical characteristics (size and density of stomata, xylem vessel density and laticiferous density in the same ring) showed that there were not significant difference among the clones. The investigation of physiological responses in the rubber tree seedlings showed that they were different in light saturation among the 3 clones (RRIM 600, SK 3 and SK 1), and they were 850, 896 and 1,059 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$, respectively. The SK 1 clone had higher average of photosynthetic rate, stomatal conductance and transpiration rate (16.70 $\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$, 0.605 cm s^{-1} and 5.92 mole $\text{H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$, respectively) than SK 3 clone (13.08 $\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$, 0.405 cm s^{-1} and 4.16 mole $\text{H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$, respectively) and the RRIM 600 clone (11.58 $\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$, 0.446 cm s^{-1} and 4.08 mole $\text{H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$, respectively). While mean of other physiological parameters in opened tapping trees (trunk circumference, LAI, leaf chlorophyll, stomata conductance and leaf water potential) showed that there were not significant difference among the clones. A study was conducted on the latex biochemical components showed that SK 3 clone tended to have a higher latex-production (180.56 g/t) than

(5)

the RRIM 600 clone (166.46 g/t), but it was not a significant difference. As for dry rubber contents, inorganic phosphorus and thiols of the SK 3 clone (46.00 %, 21.15 and 0.478 mM, respectively) were significantly higher than the RRIM 600 clone (38.43 %, 15.26 and 0.302 mM, respectively), except for the sucrose content which was not significantly different among the clones (14.16 and 9.81 mM, respectively). SK 1 at Na Thawi plot had significantly higher latex-production (190.20 g/t) than the RRIM 600 clone (148.29 g/t). Dry rubber content, sucrose, inorganic phosphorus and thiols of the SK 1 clone tended to be higher than the RRIM 600 clone, but they were not significantly different. This study suggests that laticiferous diameter, xylem vessel diameter, physiological responses in rubber tree seedling and latex biochemical components are potential parameters for high rubber yield comparison. The SK 3 and SK 1 clones were tentative clones provide high latex-yield. However, a more through data collection will be needed to confirm accurate results.

กิตติกรรมประกาศ

ขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ ดร. สายัณห์ สดุดี อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก และรองศาสตราจารย์ ดร. จรัสศรี นวลศรี อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม ที่กรุณาให้คำปรึกษา ข้อเสนอแนะในการทำวิจัย การเขียนงานวิจัย ให้ความรู้ ใ้แง่คิดและตรวจทานแก้ไขวิทยานิพนธ์จนแล้วเสร็จสมบูรณ์ ขอบพระคุณรองศาสตราจารย์ ดร. สมปอง เตชะโต ประธานกรรมการสอบและประธานคณะกรรมการบริหารหลักสูตรปริญญาโท ผู้ช่วยศาสตราจารย์ อิบรอเฮม ยีดำ หัวหน้าภาควิชาฟิสิกส์ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. มนตรี อิศรไกรสีด กรรมการสอบ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. อุปถัมภ์ มีสวัสดิ์ อาจารย์ประจำคณะวิทยาศาสตร์ และอาจารย์ระวี เจียรวิภา ที่กรุณาให้คำปรึกษา แนะนำ ตรวจทานแก้ไขวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ให้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น

ขอบพระคุณบัณฑิตวิทยาลัย และสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.) ที่ให้ทุนสนับสนุนในการทำวิจัย

ขอบพระคุณ คุณพ่อประพันธ์ คุณแม่ฉลวย สุขเจริญกุล ที่ได้อบรมสั่งสอน ส่งเสียเลี้ยงดูให้ความรักและกำลังใจตลอดมา ขอบคุณน้องอรุณผลและน้องอัศวเทพ สุขเจริญกุล ที่คอยเป็นกำลังใจให้

ขอบคุณพี่พรอมา อุไรพันธ์ พี่พรพรรณ แซ่หว่าง พี่จันทร์จิรา สมจันทร์ พี่ณาพร ห้วยนุ้ย พี่พัชราภรณ์ รักชุม พี่เจษฎา โสภารัตน์ นางสาวหทัยกาญจน์ จินาเต็ม น้องโสภณ รองสวัสดิ์ น้องจวีรัตน์ รักขันธ และน้องศักดิ์อนันต์ แซ่ลิ้ม ทีมงานที่ได้ร่วมทุกข์สุข เคียงบ่าเคียงไหล่คอยช่วยเหลือ ปลอดภัย และให้กำลังใจจนวิทยานิพนธ์สำเร็จเป็นเล่ม รวมถึงคณาจารย์บุคลากรภาควิชาฟิสิกส์ทุกท่าน พี่ ๆ เพื่อน ๆ น้อง ๆ คณะทรัพยากรธรรมชาติที่มีส่วนร่วมในความสำเร็จของวิทยานิพนธ์เล่มนี้

พิมพ์ภีลา สุขเจริญกุล

สารบัญ

	หน้า
สารบัญ	(8)
รายการตาราง	(9)
รายการภาพประกอบ	(10)
บทที่	
1 บทนำ	
บทนำตั้งเรื่อง	1
ตรวจเอกสาร	2
วัตถุประสงค์	14
2 วิธีการวิจัย	
วัสดุและอุปกรณ์	15
วิธีดำเนินการ	18
3 ผล	28
4 วิจารณ์	53
5 สรุป	58
เอกสารอ้างอิง	60
ภาคผนวก	68
ประวัติผู้เขียน	82

รายการตาราง

ตารางที่		หน้า
1	ค่าอ้างอิงจาการวิเคราะห์น้ำยางในยางพาราพันธุ์ RRIM 600	13
2	เส้นผ่านศูนย์กลาง และความหนาแน่นต่อน้ำยางของยางพาราพันธุ์ต่าง ๆ ในแปลงทดลองอำเภอหาดใหญ่ และอำเภอนาทวี	33
3	เส้นผ่านศูนย์กลาง และความหนาแน่นต่อน้ำของยางพาราพันธุ์ต่าง ๆ ในแปลงทดลองอำเภอหาดใหญ่ และอำเภอนาทวี	35
4	ขนาด และความหนาแน่นของปากใบของยางพาราพันธุ์ต่าง ๆ ในแปลงทดลองอำเภอหาดใหญ่ และอำเภอนาทวี	37
5	อัตราการสังเคราะห์แสง การชักนำการเปิดปากใบ และอัตราการคายน้ำ ในต้นกล้ายางพาราพันธุ์ต่าง ๆ ที่ปลูกในแปลงเดียวกัน	45
6	ผลผลิต และองค์ประกอบทางชีวเคมีน้ำยางของยางพาราพันธุ์ RRIM 600 และพันธุ์ SK 3 แปลงทดลองอำเภอหาดใหญ่ช่วงเดือนพฤษภาคม ถึงเดือนกันยายน 2551	49
7	ผลผลิต และองค์ประกอบทางชีวเคมีน้ำยางของยางพาราพันธุ์ RRIM 600 และพันธุ์ SK 3 แปลงทดลองอำเภอนาทวีช่วงเดือนพฤษภาคม ถึงเดือนกันยายน 2551	51

รายการภาพประกอบ

ภาพที่		หน้า
1	ข้อมูลสภาพภูมิอากาศ ปี พ.ศ. 2551 ซึ่งอยู่ในช่วงการทดลองข้อมูล จากสถานีวิจัยต้นน้ำทะเลสาบสงขลา และจากสถานีอุตุนิยมวิทยา จ.ปัตตานี	29
2	เปอร์เซ็นต์ความชื้นดินเฉลี่ยในแปลงทดลองอำเภอหาดใหญ่ และแปลงทดลองอำเภอนาทวี ระหว่างเดือนพฤษภาคม ถึงเดือนกันยายน 2551	30
3	ปริมาณความเข้มแสงภายนอกทรงพุ่มในแปลงทดลองอำเภอหาดใหญ่ และแปลงทดลองอำเภอนาทวี ระหว่างเดือนพฤษภาคม ถึงเดือนกันยายน 2551	31
4	ปริมาณความเข้มแสงภายในทรงพุ่มในแปลงทดลองอำเภอหาดใหญ่ และแปลงทดลองอำเภอนาทวี ระหว่างเดือนพฤษภาคม ถึงเดือนกันยายน 2551	32
5	ลักษณะการเรียงตัวของท่อน้ำข้างของยางพาราพันธุ์ RRIM 600 SK 3 และพันธุ์ SK 1	34
6	ลักษณะการเรียงตัวของท่อน้ำของยางพาราพันธุ์ RRIM 600 SK 3 และพันธุ์ SK 1	36
7	ลักษณะ และการกระจายตัวของปากใบของยางพาราพันธุ์ RRIM 600 SK 3 และพันธุ์ SK 1	38
8	เส้นรอบลำต้นของยางพาราพันธุ์ RRIM 600 SK 3 และพันธุ์ SK 1 ระหว่างเดือนพฤษภาคม ถึงเดือนกันยายน 2551	39
9	ภาพถ่ายทรงพุ่มของยางพาราพันธุ์ RRIM 600 SK 3 และ SK 1 ระหว่างเดือนพฤษภาคม ถึงเดือนกันยายน 2551	40
10	ค่าคลอโรฟิลล์มีเตอร์ของยางพาราพันธุ์ RRIM 600 SK 3 และพันธุ์ SK 1 ระหว่างเดือนพฤษภาคม ถึงเดือนกันยายน 2551	41
11	การชักนำปากใบของยางพาราพันธุ์ RRIM 600 SK 3 และพันธุ์ SK 1 ช่วงเวลา 10:00-14:00 น. ระหว่างเดือนพฤษภาคม ถึงเดือนกันยายน 2551	43
12	ศักย์ของน้ำในใบของยางพาราพันธุ์ RRIM 600 SK 3 และพันธุ์ SK 1 ช่วงเวลา 10:00-14:00 น. ระหว่างเดือนพฤษภาคม ถึงเดือนกันยายน 2551	44
13	อัตราการสังเคราะห์แสง การชักนำการเปิดปากใบ และอัตราการคายน้ำของต้นกล้ายางพาราพันธุ์ RRIM 600 SK 3 และพันธุ์ SK 1	46

บทที่ 1

บทนำ

บทนำต้นเรื่อง

ยางพารา (*Hevea brasiliensis* Muell. Arg.) เป็นพืชที่มีความสำคัญต่อเศรษฐกิจของประเทศไทย ปัจจุบันประเทศไทยผลิตยางธรรมชาติได้มากที่สุดในโลก ในปี 2551 สามารถผลิตยางธรรมชาติได้ประมาณ 3.09 ล้านตัน ปริมาณการส่งออกรวมประมาณ 2.68 ล้านตัน (สถาบันวิจัยยาง, 2551) สำหรับการใช้อย่างในประเทศไทยเป็นอุตสาหกรรมยานพาหนะมากที่สุด รองลงมาเป็นอุตสาหกรรมผลิตถุงมือยาง ซึ่งในการเพิ่มศักยภาพในการผลิตกระทำได้โดยการขยายพื้นที่ปลูกและการเพิ่มผลผลิตต่อพื้นที่ (สถาบันวิจัยยาง, 2550) แต่ในการขยายพื้นที่ปลูกยังมีข้อจำกัดอยู่หลายประการ ทั้งในด้านความอุดมสมบูรณ์ของดินต่ำ ปริมาณและการกระจายตัวของฝนน้อย การเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิและความชื้นของอากาศมาก รวมถึงสภาพแวดล้อมอื่น ๆ ที่ทำให้มีระยะเวลาการเปิดกรีดช้าลงและให้ผลผลิตน้ำยางต่ำกว่าในพื้นที่ปลูกยางเดิม โดยยางพันธุ์ดีชั้น 1 ที่สถาบันวิจัยยาง กรมวิชาการเกษตรแนะนำให้ปลูก ได้แก่ พันธุ์ RRIT 251 RRIT 226 BPM 24 และ RRIM 600 (สถาบันวิจัยยาง, 2550) ขณะที่ยางพันธุ์ RRIM 600 นิยมปลูกมากที่สุด มีปริมาณการใช้งิ้งตายเพิ่มขึ้น โดยในปี 2549 มีการใช้งิ้งตายพันธุ์ RRIM 600 รวมประมาณ 3.11 ล้านตัน (สถาบันวิจัยยาง, 2549) แม้ว่าพันธุ์ RRIM 600 จะเป็นพันธุ์ที่นิยมปลูกกันโดยทั่วไปแต่ก็ยังมีข้อจำกัดหลายประการ เช่น มีความอ่อนแอมากต่อโรคใบร่วงที่เกิดจากเชื้อไฟทอปทอรา โรคเส้นดำ อีกทั้งมีเปลือกเดิมบาง ดังนั้นจึงต้องมีการปรับปรุงพัฒนาพันธุ์ใหม่ขึ้นมาทดแทน อย่างไรก็ตาม การปรับปรุงพันธุ์อย่างต้องใช้เวลาประมาณถึง 20 ปี อีกทั้งต้นตอตาที่ใช้ในปัจจุบันมาจากเมล็ดที่หล่นจากต้น RRIM 600 ซึ่งไม่ใช่พันธุ์ยางพื้นเมืองแต่เดิมที่มีระบบรากแข็งแรง ทำให้ยางพาราเกิดโรคได้ง่ายโดยเฉพาะโรครากขาว การคัดเลือกพันธุ์ยางจากแหล่งปลูกที่มีความหลากหลายทางพันธุกรรม โดยทำการประเมินการเจริญเติบโต การให้ผลผลิต การวิเคราะห์องค์ประกอบทางชีวเคมี น้ำยาง และการทดสอบพันธุ์เป็นอีกวิธีหนึ่งที่สามารถนำมาใช้ในการพัฒนาพันธุ์ใหม่ได้ ในการปลูกยางพาราในภาคใต้ พบความหลากหลายทางพันธุกรรมอยู่บ้างจากต้นที่เกษตรกรนำมาเมล็ดจากแหล่งต่างๆ มาปลูกเพื่อทำเป็นต้นตอและนำกิ่งพันธุ์ดีมาติดตา ซึ่งมีบางต้นที่มีลักษณะความเข้ากันได้ดี สามารถให้ผลผลิตน้ำยางสูง ตัวอย่างเช่น ยางพาราพันธุ์ SK 3 ในพื้นที่บ้านหูแร่ ตำบลทุ่งตำเสา

อำเภอหาดใหญ่ และพันธุ์ SK 1 ที่บ้านโพรงจร๊ะเข้ ตำบลฉาง อำเภอนาทวี จังหวัดสงขลา ซึ่งพบว่า ต้นยางพันธุ์ดังกล่าวให้ผลผลิตน้ำยางสูง จึงได้ทำการวิจัยเปรียบเทียบลักษณะทางกายวิภาค การตอบสนองทางสรีรวิทยา และองค์ประกอบทางชีวเคมีน้ำยางของยางพาราพันธุ์ดังกล่าวกับพันธุ์ RRIM 600 ที่เป็นยางพันธุ์ดีชั้น 1 เพื่อประเมินหาปัจจัยที่กำหนดคุณภาพผลผลิตน้ำยาง เป็นแนวทาง ในการคัดเลือกพันธุ์สำหรับการพัฒนาการปลูกยางพาราต่อไป

การตรวจเอกสาร

1. ประวัติการปลูกยางพาราในประเทศไทย

ยางพารา อยู่ในวงศ์ Euphorbiaceae มีแหล่งกำเนิดแถบลุ่มน้ำอะเมซอน ประเทศบราซิล ทวีปอเมริกาใต้ สำหรับประเทศไทยเริ่มปลูกยางครั้งแรกในปี พ.ศ.2442 โดยพระยารัษฎานุประดิษฐ์มหิศรภักดี (คอซอมบี๊ ณ ระนอง) ซึ่งนำเมล็ดมาจากรัฐเปอร์ค ประเทศมาเลเซียมาปลูกที่อำเภอกันตัง จังหวัดตรัง หลังจากนั้นในปี 2454 หลวงราชไมตรี (บุญ ปุณศรี) ได้นำยางพาราไปปลูกที่จังหวัดจันทบุรี ภาคตะวันออกของประเทศไทย ต่อจากนั้นได้มีการขยายพื้นที่ปลูกยางพาราไปทั่วทั้ง 14 จังหวัดทางใต้ ในปัจจุบันยางพาราเป็นพืชเศรษฐกิจที่สำคัญของประเทศไทยไม่เพียงแต่ในภาคใต้เท่านั้นแต่ยังรวมไปถึงทางภาคต่างๆ ของประเทศไทยด้วย โดยมีเนื้อที่ปลูกยางพารา 16.71 ล้านไร่ (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2551)

2. ลักษณะทางพฤกษศาสตร์ของยางพารา

ยางพาราเป็นพืชยืนต้น มีระบบรากแก้ว หยั่งลึกลงดินได้ถึง 2.5 เมตร ลำต้นจัดเป็นไม้เนื้ออ่อน หากปลูกด้วยเมล็ดจะมีลักษณะคล้ายรูปกรวย หากปลูกด้วยต้นติดตามีลักษณะตั้งตรง เปลือกมักมีสีเทา ผิวเรียบ แต่บางพันธุ์จะมีความแตกต่างทั้งสีและผิวลำต้น ยางพันธุ์ป่าที่ทำการปลูกสูงสุดถึง 40 เมตร แต่ที่ปลูกเป็นการค้าในปัจจุบันมีความสูงประมาณ 25 เมตร การปลูกยางส่วนใหญ่จะใช้วิธีการติดตา

ลำต้น ประกอบด้วย 3 ส่วน ได้แก่ 1) เปลือก คือ ส่วนที่อยู่นอกสุดมีความหนา 1.00-1.10 เซนติเมตรมี 3 ชั้น คือ คอร์ก ซึ่งเป็นชั้นบาง ๆ มีลักษณะสีน้ำตาลหรือน้ำตาลเทา ถัดมาเป็นชั้นเปลือกแข็ง (hard bark) มีสีน้ำตาลอมส้ม ประกอบด้วย stone cell และท่อน้ำยางกระจายอยู่เล็กน้อย และชั้นในสุดคือ เปลือกอ่อน อยู่ถัดจากชั้นเปลือกแข็ง และเป็นส่วนที่มีท่อน้ำยางอยู่

หนาแน่นที่สุด 2) เยื่อเจริญ ทำหน้าที่ผลิตท่อลำเลียง และท่อน้ำยาง และ 3) เนื้อไม้ เป็นส่วนของท่อน้ำ (อุคม, 2541) ในส่วนของเปลือกอ่อนที่มีท่อน้ำยางนั้น จะเรียงเป็นวงออกจากเยื่อเจริญในแนวตั้ง เล็กน้อยประมาณ 2.1-2.7 องศา เชื่อมต่อกันเป็นตาข่าย แต่ละท่อมี่เส้นผ่านศูนย์กลางเฉลี่ย 20-30 ไมครอน มีการศึกษาต้นยางอายุ 10 ปี พบว่า ที่ระดับความสูง 150 เซนติเมตรจากระดับดิน ต้นยางมีท่อน้ำยาง 30 วง แต่ละวงมีขนาดท่อน้ำยาง 15 มิลลิเมตร และพบว่า การกรีดครั้งหน้าจะตัดท่อน้ำยางไปประมาณ 60 เปอร์เซ็นต์ สูญเสียน้ำยางไปประมาณ 90 เปอร์เซ็นต์ของน้ำยางในลำต้น และจะสร้างท่อน้ำยางพร้อมกับการสร้างเปลือกยางใหม่ภายในเวลา 6 เดือนหลังจากการกรีด (Gomez, 1983)

ใบ เป็นใบประกอบ มี 3 ใบย่อย ใบอ่อนมีสีค่อนข้างแดงหรือสีbronซ์ เมื่อเจริญขึ้นมีสีเขียวเข้ม ก้านใบยาวประมาณ 15 เซนติเมตร มีต่อมน้ำหวานที่โคนใบย่อย ก้านใบย่อยสั้น ฐานใบรูปไข่หรือรูปไข่คว่ำ ปลายใบแหลม มีลักษณะคล้ายขนนก การเปลี่ยนแปลงรูปร่างของใบจนถึงระยะที่ใบยางเจริญเติบโตเต็มที่จะใช้เวลา 35 วัน ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับจำนวนฉัตรใบ อายุใบ สิ่งแวดล้อม เช่น น้ำ ธาตุอาหาร ความชื้น และอุณหภูมิ (Samsuddin and Impens, 1978) ปากใบยางจะปรากฏให้เห็นในด้านท้องใบเท่านั้น (Webster and Paardekooper, 1989) Senanayake และ Samaranyake (1970) ได้ทำการทดลองหาความหนาแน่นของปากใบยางพารา 25 พันธุ์ พบว่า ปากใบมีความหนาแน่น 22,000 – 38,000 ปากใบ/ชม.² แต่พบว่า ไม่มีความสัมพันธ์กับผลผลิตน้ำยาง Gomez และ Hamzah (1980) ทดสอบการเปลี่ยนแปลงรูปร่างและกายวิภาคของใบยาง 11 พันธุ์ พบว่า ความหนาแน่นของปากใบยางแต่ละพันธุ์มีความแตกต่างกันมีความหนาแน่นประมาณ 28,000 – 37,000 ปากใบ/ชม.² จำนวนเซลล์เอพิเดอร์มิสต่อหน่วยความยาวของพาลีเสดและสปองจีแต่ละพันธุ์ไม่แตกต่างกัน พื้นที่ใบมีความสัมพันธ์กับผลผลิตอย่างมาก ท่อน้ำยางในใบยางอยู่ในท่ออาหารลำเลียงผ่านทางพาลีเสดสิ้นสุดที่เอพิเดอร์มิส เมื่อใบมีสีเขียวเต็มที่จะลำเลียงไปยังที่ก้านใบทำให้ก้านใบหนาขึ้น (Spencer, 1939) แล้วจะเคลื่อนย้ายไปสำหรับการสร้างน้ำยาง และการสังเคราะห์แสง โดยลำเลียงไปตามลำต้นทางท่อน้ำยาง

ดอก เป็นช่อดอกแบบ compound raceme หรือ แบบ panicle มีดอกตัวผู้และดอกตัวเมียอยู่ในช่อดอกเดียวกันออกตามปลายกิ่งของยางหลังจากที่ยางผลัดใบช่วงเดือนกุมภาพันธ์-มิถุนายนและช่วงสิงหาคม-ตุลาคม ดอกตัวผู้มีระยะเวลาบานของดอก 1 วัน ส่วนดอกตัวเมียมีระยะเวลาบานของดอก 3-5 วัน

ผล เป็นแบบ capsule เส้นผ่านศูนย์กลางผลประมาณ 3-5 เซนติเมตร มีลักษณะเป็นพุ่ม 3 พู ในแต่ละพูจะมีเมล็ดอยู่ภายใน ผลอ่อนมีสีเขียว ผลแก่มีสีน้ำตาลและแข็ง

เมล็ด มีขนาดใหญ่ น้ำหนักประมาณ 3.5-6.0 กรัม รูปไข่ ด้านท้องเมล็ด (dorsal) ค่อนข้างแบน เปลือกเมล็ดแข็งและเป็นมันวาว สีน้ำตาลหรือเทาน้ำตาล ส่วนหลังเมล็ด (ventral) มีจุดลายเข้มกว่า หากเพาะเมล็ดจะงอกภายในเวลา 3-25 วันหลังจากการเพาะ เมื่อเมล็ดหล่นมีเปอร์เซ็นต์การงอกสูงมาก แต่เปอร์เซ็นต์ความงอกจะลดลงอย่างรวดเร็ว เมล็ดยังรักษาความงอกได้ 20 วัน (สถาบันวิจัยยาง, 2545; อุดม, 2541)

3. โครงสร้างของเปลือกยางและท่อน้ำยาง

การศึกษาโครงสร้างของเปลือกยางในชั้นต่าง ๆ มีความสัมพันธ์อย่างใกล้ชิดกับผลผลิตและยังสามารถบอกถึงความสมบูรณ์ของต้นยางด้วย (พะเยาว์ และคณะ, 2546) เปลือกยางห่อหุ้มอยู่ภายนอกต้นยาง ซึ่งเป็นส่วนของท่ออาหารที่เกิดจากการแบ่งตัวออกมาทางด้านนอกของเยื่อเจริญ มีลักษณะเป็นเนื้อเยื่อบาง ๆ อยู่ระหว่างเนื้อไม้และเปลือกไม้ ส่วนของเปลือกยางที่สร้างขึ้นใหม่จะดันเนื้อเยื่อส่วนที่เกิดขึ้นก่อนออกมาด้านนอก เนื้อเยื่อที่เกิดขึ้นใหม่จะอยู่ใกล้เยื่อเจริญและมีความสมบูรณ์ที่สุด เมื่อต้นยางมีอายุมากขึ้นเนื้อเยื่อที่เกิดขึ้นก่อน โดยเฉพาะเซลล์พวกพารินโคมาบางเซลล์จะมีผนังหนาขึ้นเนื่องจากเกิดเป็น stone cell ที่มีขนาดใหญ่กว่าเดิมทำให้เปลือกยางแข็งท่อน้ำยางไม่สมบูรณ์ขาดเป็นช่วงๆ ไม่ติดต่อกันเหมือนเปลือกชั้นใน (สำนักงานกองทุนสงเคราะห์การทำสวนยาง, 2550)

ท่อน้ำยาง เกิดจากการแบ่งตัวของเยื่อเจริญ เซลล์ชนิดเดียวกันมาเชื่อมต่อกันแล้วผนังเซลล์หัวท้ายสลายตัวอาจเพียงบางส่วนหรือสลายตัวทั้งหมด กลายเป็นการแตกสาขาและยังเชื่อมต่อกันกับเซลล์ชนิดเดียวกันที่อยู่ข้างเคียง โดยการสลายตัวของผนังเซลล์ด้านข้างเกิดการติดต่อกัน ได้ทำให้มีลักษณะคล้ายร่างแหหรือเป็นลักษณะที่เรียกว่า articulated anastomosing laticifer เมื่อทำการตัดเปลือกยางแบบ tangential long section จะเห็นว่าท่อน้ำยางไม่เป็นท่อเดี่ยว ๆ แต่จะสานเป็นร่างแหในวงเดียวกันรอบลำต้นในแนวตั้งเป็นชั้นๆ โดยทั่วไปจะเวียนจากทางขวาเล็กน้อยประมาณ 2.1-2.7 องศา มีส่วนน้อยที่พบเวียนจากซ้ายมาขวาดังนั้น จึงต้องกรีดยางจากซ้ายบนลงมาด้านขวาล่างเพื่อให้ตัดท่อน้ำยางมากที่สุด ให้การไหลของน้ำยางอยู่ในอัตราเร็วที่เหมาะสมและไหลได้นาน (เสาวนีย์, 2547)

4. ปัจจัยที่มีผลต่อจำนวนวงของท่อน้ำยาง

ปัจจัยวงท่อน้ำยางที่มีผลต่อการให้ผลผลิตน้ำยาง ได้แก่ พันธุ์ยาง ซึ่งยางพาราที่ให้ผลผลิตสูงมักจะมีจำนวนวงของท่อน้ำยางสูง โดยเฉพาะในชั้นของเปลือกชั้นในสุด อายุของต้นยางซึ่งเมื่ออายุมากขึ้นเนื้อเยื่อเจริญจะมีการแบ่งตัวออกทางด้านข้าง ทำให้ความหนาแน่นเปลือกเพิ่มขึ้นเช่นเดียวกัน นอกจากนี้ก็มีการสร้างท่อน้ำยางเพิ่มควบคู่กันไปด้วย โดยทั่ว ๆ ไปความหนาแน่นของเปลือก และจำนวนวงของท่อน้ำยาง มีความหนาแน่นค่อนข้างสูงในระหว่างช่วงกำลังเจริญเติบโต และหลังจาก 15 ปีไปแล้วหรือหลังจากมีการกรีด การเพิ่มเส้นรอบวงต้นจะลดลงเพราะธาตุอาหารที่ต้นยางสร้างขึ้นถูกนำไปใช้ในการสังเคราะห์น้ำยาง สภาพอากาศที่แห้งแล้ง ความชื้นในดินต่ำมาก จะทำให้ยางพารามี stone cell เพิ่มขึ้น ความหนาแน่นของเปลือกชั้นในลดลงแต่เปลือกชั้นนอกเพิ่มมากขึ้น จำนวนวงท่อน้ำยางขาดเป็นช่วง ๆ การปลูกยางพาราในดินที่ขาดธาตุอาหารก็เช่นเดียวกันส่งผลให้การแบ่งตัวของเนื้อเยื่อเจริญไม่เป็นปกติ ซึ่งเกิดอาการเช่นเดียวกันกับการที่ต้นยางเจริญในสภาพที่มีความชื้นดินต่ำ ต้นยางที่ปลูกจากเมล็ดจะมีจำนวนวงของท่อน้ำยางลดลงตามระดับความสูงที่เพิ่มขึ้นเนื่องจากมีลักษณะลำต้นรูปกรวย ส่วนบนของลำต้นมีความหนาแน่นเปลือกลดลง สำหรับต้นติดตามีลักษณะลำต้นทรงกระบอก เส้นรอบวงลำต้นใกล้เคียงกัน ทำให้มีความหนาแน่นของท่อน้ำยางใกล้เคียงกันด้วย จำนวนวงของท่อน้ำยางไม่แตกต่างกันมากนัก ระยะห่างระหว่างท่อน้ำยางซึ่งเป็นลักษณะประจำพันธุ์ยาง โดยทั่วไปมีระยะห่างประมาณ 1 มิลลิเมตร จากเนื้อเยื่อเจริญและค่อยๆ ลดลง

5. เปลือกยางและท่อน้ำยางที่เกี่ยวข้องกับการกรีดและการให้ผลผลิต

สำนักงานกองทุนสงเคราะห์การทำสวนยาง (2550) รายงานว่า โครงสร้างของเปลือกยางและท่อน้ำยางจะมีความสัมพันธ์อย่างใกล้ชิดกับการกรีด และการให้ผลผลิตซึ่งจะมากหรือน้อยนั้น ขึ้นอยู่กับปัจจัยต่าง ๆ ได้แก่ พันธุ์ยาง โดยทั่วไปแล้วยางพารามีจำนวนวงท่อน้ำยางเพิ่มขึ้นเฉลี่ยประมาณ 1.74-3.14 วง/ปี เส้นผ่านศูนย์กลางท่อน้ำยาง ซึ่งมีขนาดต่างกันตามสายพันธุ์ การดูแลรักษาและตำแหน่งภายในเปลือก โดยทั่วไปจะมีเส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 30 ไมครอน นอกจากจำนวนวงท่อน้ำยางแล้วขนาดของท่อน้ำยางก็มีความสัมพันธ์ใกล้ชิดกับผลผลิต โดยที่ท่อน้ำยางขนาดใหญ่จะให้น้ำยางมาก น้ำยางไหลได้นานขึ้นจึงทำให้ผลผลิตสูงไปด้วย (สมพร, 2549) ความเข้มข้นของน้ำยาง แตกต่างกันตามสายพันธุ์ สภาพแวดล้อม ระบบกรีดและฤดูกาล ในช่วงที่

กรีดยางมีความเข้มข้นน้ำยางประมาณ 35 เปอร์เซ็นต์ ต้นยางที่ให้ผลผลิตน้ำยางสูงมักมีความเข้มข้นของน้ำยางต่ำกว่าต้นยางที่ให้ผลผลิตต่ำ เนื่องจากต้นที่ให้ผลผลิตสูงมีเวลาการไหลของน้ำยางออกมานานกว่า ทำให้เกิดการอุดตันซ้ำ เซลล์พารენไคมาจึงต้องส่งน้ำไปยังท่อน้ำยางเพื่อรักษาสมดุลของท่อน้ำยาง ทำให้น้ำยางเจือจางลง มุมของการกรีดยางจะกรีดยางเฉียงจากด้านซ้ายบนลงมาด้านขวาล่าง ทำมุม 30-35 องศากับแนวระดับ ซึ่งจะตัดท่อน้ำยางได้มาก น้ำยางไหลในอัตราที่เหมาะสม ถ้ารอยกรีดยาวจะตัดท่อน้ำยางได้มาก น้ำยางไหลได้เร็ว และไหลได้มากขึ้น แต่ทั้งนี้ต้องคำนึงถึงขนาดของลำต้นและความสมบูรณ์ของต้นควบคู่ไปด้วย โดยทั่วไป การกรีดยางโดยให้เหลือเปลือกสูงสุด 1.3 มิลลิเมตร จะยังคงเหลือท่อน้ำยางไว้บนต้นยางโดยไม่ได้กรีดยางถึง 50 เปอร์เซ็นต์ และถ้ากรีดให้เหลือ 1 มิลลิเมตร จะตัดท่อน้ำยางถึง 52 เปอร์เซ็นต์ ของท่อน้ำยางทั้งหมด และถ้ากรีดเหลือ 0.5 มิลลิเมตร จะตัดท่อน้ำยางได้ถึง 80 เปอร์เซ็นต์ ทั้งนี้ต้องไม่ทำลายเยื่อเจริญ ในการกรีดยางจะต้องกรีดเปลือกเป็นร่อง เพื่อให้ น้ำยางไหลลงด้วย ถ้าร่องกรีดเป็นมุมป้านมากเกินไปก็จะทำให้น้ำยางไหลไม่สะดวก (สำนักงานกองทุนสงเคราะห์การทำสวนยาง, 2550)

6. อนุภาค และน้ำยางสด

ยางธรรมชาติมีชื่อทางเคมี คือ ซิส 1, 4 – พอลิไอโซพรีน (cis 1,4-polyisoprene) เป็นโมเลกุลที่ประกอบด้วยคาร์บอนและออกซิเจนล้วน มีคุณสมบัติไม่ทนต่อน้ำมันแต่เป็นฉนวนไฟฟ้าได้ดี อนุภาคของยาง มีรูปร่างทรงกลมหรือรูปลูกแพร์ (Dickenson, 1969) มีขนาดประมาณ 0.005-3 ไมครอน (Gomez, 1976) ในยางพันธุ์ RRIM 600 มีเส้นผ่านศูนย์กลางอนุภาคยางขนาดใหญ่ที่สุด 0.1 ไมครอน (Gomez and Hamzah, 1989) อนุภาคยางประกอบด้วยโปรตีนและไขมัน ได้แก่ ฟอสโฟไลปิด ไตรกลีเซอไรด์ สเตอรอล สเตอรอลเอสเทอร์ โทโคไตรอินอล และอื่น ๆ (Cockbain and Philpopott, 1963; Ho *et al.*, 1976 อ้างโดย Yusof and See, 2003)

น้ำยางสด ที่ได้จากต้นยางมีลักษณะเป็นเม็ดเล็ก ๆ กระจายอยู่ในน้ำ (emulsion) มีลักษณะเป็นของเหลวสีขาว มีสภาพเป็นคอลลอยด์ มีปริมาณของแข็งประมาณร้อยละ 30-40 ความเป็นกรดค่า 6.5-7.0 ความหนาแน่นประมาณ 0.975-0.980 กรัมต่อมิลลิลิตร ความหนืด 12-15 เซนติพอยส์ ส่วนประกอบในน้ำยางสดแบ่งได้เป็น 2 ส่วน คือ

1. ส่วนที่เป็นเนื้อยางแห้งประมาณ 35 เปอร์เซ็นต์
2. ส่วนที่ไม่ใช่ยาง 65 เปอร์เซ็นต์ แบ่งเป็นส่วนที่เป็นน้ำ 55 เปอร์เซ็นต์ และส่วนของลูทอยด์ 10 เปอร์เซ็นต์

น้ำยางสดที่กรีดจากต้นยางจะคงสภาพเป็นน้ำยางอยู่ได้ไม่เกิน 6 ชั่วโมง เนื่องจากแบคทีเรียในอากาศและจากเปลือกของต้นยางขณะกรีดยางจะลงไปสู่น้ำยางและกินสารอาหารที่อยู่ในน้ำยาง เช่น โปรตีน น้ำตาล ฟอสฟอไลปิด โดยแบคทีเรียจะเจริญเติบโตอย่างรวดเร็ว ปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นหลังจากแบคทีเรียกินสารอาหาร คือ จะเกิดการย่อยสลายได้เป็นแก๊สชนิดต่าง ๆ เช่น คาร์บอนไดออกไซด์ มีเทน ซึ่งจะเริ่มเกิดการบูดเน่าและส่งกลิ่นเหม็น การที่มีกรดที่ระเหยง่ายในน้ำยางเพิ่มมากขึ้นจะส่งผลให้ค่าความเป็นกรดค่าของน้ำยางลดลง น้ำยางสูญเสียสภาพซึ่งสามารถสังเกตได้จากน้ำยางจะค่อย ๆ หนืดขึ้น เนื่องจากอนุภาคของยางเริ่มจับตัวเป็นเม็ดเล็ก ๆ และจับตัวเป็นก้อนใหญ่ขึ้นจนน้ำยางสูญเสียสภาพและแยกออกเป็น 2 ส่วน คือ ส่วนที่เป็นเนื้อยาง และส่วนที่เป็นเซรุ่ม ดังนั้น เพื่อป้องกันการสูญเสียสภาพไม่ให้อนุภาคของเม็ดยางเกิดการรวมตัวกันเองตามธรรมชาติ จึงมีการใส่สารเคมีพวก แอมโมเนีย โซเดียมซัลไฟด์ โพร์มาดีไฮด์ ลงไป (เสาวนีย์, 2547)

7. การสังเคราะห์แสงและการสังเคราะห์น้ำยางของยางพารา

ผลจากการสังเคราะห์แสงให้คาร์โบไฮเดรต ได้แก่ แป้งและน้ำตาล ซึ่งน้ำตาลส่วนใหญ่อยู่ในรูปของน้ำตาลซูโครส หลังจากต้นยางมีกระบวนการสังเคราะห์แสงก็จะนำสารอาหารที่ได้ไปใช้ในการเจริญเติบโตทางลำต้น การสังเคราะห์น้ำยาง และอีกส่วนหนึ่งถูกเก็บสะสมไว้ในรูปอาหารสำรอง (อาร์กัย และ พิสมัย, 2546) การสังเคราะห์น้ำยางนั้นจะเกิดต่อเนื่องจากการสังเคราะห์แสงได้เป็นสารประกอบไฮโดรคาร์บอนสำหรับเป็นสารตั้งต้นในการสังเคราะห์ยาง เมื่อมีการกรีดยางก็จะกระตุ้นให้มีการสร้างน้ำยางใหม่ขึ้นมาทดแทน (Chantuma *et al.*, 2006) ต้นยางสร้างน้ำยางจากกระบวนการเมแทบอลิซึมในเซลล์พาราเนโคมาของระบบท่อลำเลียงอาหาร ซึ่งสร้างขึ้นในช่วงการเจริญเติบโต มีลักษณะสีขาวขุ่นหรือสีเหลืองอ่อน (สมบุญ, 2548) โดยศักยภาพในการให้น้ำยางขึ้นอยู่กับลักษณะประจำพันธุ์ การบำรุงดูแล สภาพแวดล้อมในการปลูกรวมถึงการกรีดด้วย

Sys และคณะ (1993) รายงานว่า ผลผลิตของยางพาราขึ้นกับอัตราการแลกเปลี่ยนคาร์บอนไดออกไซด์ในบริเวณทรงพุ่มของยางพารา อัตราดังกล่าวผันแปรตามสภาพแวดล้อมของช่วงแสงที่ใช้ในการสังเคราะห์แสง อุณหภูมิ และสถานที่ตั้งแปลง ยางพาราจัดเป็นพืช C3 มีการสังเคราะห์แสงที่เหมาะสมอุณหภูมิสูงสุดที่ 25-38 องศาเซลเซียส ซึ่งทำให้ยางพารามีการสังเคราะห์แสงสูงสุด $40-50 \text{ mm CO}_2(\text{dm}^{-2}) \text{ h}^{-1}$ อัตราการแลกเปลี่ยน CO_2 (Pm) สูงสุดของยางพาราเฉลี่ย $34 \text{ kg CH}_2\text{O ha}^{-1} \text{ hr}^{-1}$ ยางพาราพันธุ์ RRIM 600 มีอัตราการแลกเปลี่ยน CO_2 สูงสุดเมื่อเทียบกับพันธุ์ PB 235 GT 1 PB 260 และ PR 107

Samsuddin และ Impens (1979a, b) ศึกษาการสังเคราะห์แสงในต้นกล้ายางพารา พบว่า ในยางพาราอายุ 1 ปีครึ่งถึง 2 ปี ที่มีจำนวนลำต้นใบ 6-8 ลำต้น อายุใบ 23-30 วัน มีอัตราการสังเคราะห์แสงเพิ่มขึ้น และลดลงจนคงที่ในวันที่ 50-60 การสังเคราะห์แสงสุทธิ $0.55 \text{ mg CO}_2 \text{ m}^{-1} \text{ s}^{-1}$ และลดลงเป็น $0.40 \text{ mg CO}_2 \text{ m}^{-1} \text{ s}^{-1}$ แต่การวัดอัตราการสังเคราะห์แสงในยางพาราที่เปิดกรีดแล้วกระทำได้อย่างยากเนื่องจากมีปัจจัยภายนอกเข้ามาเกี่ยวข้อง โดยเฉพาะผลผลิตที่ได้จะถูกนำไปใช้ในแหล่งใช้ (Sink)

Nataraja และ Jacob (1999) ศึกษาความแตกต่างในการสังเคราะห์แสงของยางพาราพันธุ์ต่าง ๆ พบว่า การสังเคราะห์แสงของยางพาราจะขึ้นอยู่กับคลอโรฟิลล์ในใบมากกว่าจำนวนปากใบ และการให้ผลผลิตของยางนั้นอาจเนื่องมาจากมีมวลชีวภาพสูงและมีประสิทธิภาพในการใช้น้ำสูงด้วย

Sangsing และคณะ (2004) ศึกษาความสามารถในการสังเคราะห์แสงและผลของสภาวะขาดน้ำต่อการแลกเปลี่ยนแก๊สในยางพารา 2 พันธุ์ พบว่า อัตราการดูดซึ่มคาร์บอนไดออกไซด์ที่ 1800 ppm ของยางพาราพันธุ์ PB 260 มีค่า $25.2 \mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ สูงกว่าพันธุ์ PB 217 ซึ่งมีค่า $21.2 \mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ ในสภาวะที่ไม่ขาดน้ำ ยางพาราทั้ง 2 พันธุ์นั้นจะมีประสิทธิภาพในการใช้น้ำนั้นไม่แตกต่างกัน เมื่อเกิดสภาวะเครียดน้ำยางพาราพันธุ์ PB 260 และ PB 217 ยังคงมีประสิทธิภาพในการใช้น้ำสูงแต่อัตราการสังเคราะห์แสง การชักนำการเปิดปากใบและศักย์ของน้ำในใบลดลง

8. ศักย์ของน้ำในใบ และการชักนำการเปิดปากใบ

น้ำเป็นองค์ประกอบส่วนสำคัญในส่วนต่าง ๆ ของพืช ทำหน้าที่เป็นตัวทำละลายของสารอินทรีย์ สารอนินทรีย์และแก๊ส รวมถึงปฏิบัติการในการสังเคราะห์แสง มีส่วนรักษาความตึงและรูปร่างของเซลล์ (Turner and Burch, 1983) ยางพาราได้รับน้ำและแร่ธาตุจากพื้นดินดูดเข้าทางรากจากความแตกต่างของศักย์ของน้ำของรากและน้ำในดิน ทางท่อน้ำ (xylem) ลำเลียงส่งไปยังลำต้น ใบ และยอดด้วยแรงดันราก แรงแคพิลลารี และแรงดึงจากการคายน้ำ ในช่วงที่เกิดการคายน้ำปากใบแลกเปลี่ยนแก๊สกับบรรยากาศข้างนอก ทำให้คาร์บอนไดออกไซด์ลดลง เป็นผลให้ค่า pH เพิ่มขึ้นส่งผลให้เกิดการแตกตัวของแป้ง (ชวนพิศ, 2542) ความสามารถในการใช้น้ำ อุณหภูมิ และปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์ เป็นผลให้มีขนาดและความหนาแน่นของปากใบแตกต่างกันทั้งนี้ขึ้นอยู่กับชนิดพืชด้วย ปากใบมีความหนาแน่นมากในใบที่โดนแสงแดดเต็มที่หรือมี photon flux density สูง มากกว่าในใบที่อยู่ในที่ร่ม (Salisbury, 1927; Cooper and Qualls, 1967; Miskin and

Rasmusson, 1970; Friend and Pomeroy, 1970; Wild and Wolf, 1980) พืชที่เจริญเติบโตในดินแห้งและความชื้นดินต่ำมีความถี่ของปากใบสูงกว่าต้นที่เจริญเติบโตในดินเปียกและมีความชื้นดินสูง (Penfound, 1931) ปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์ที่เพิ่มขึ้นในใบในช่วงที่แลกเปลี่ยนแก๊สกับบรรยากาศจะทำให้ความถี่ของปากใบลดลง (Bristow and Looi, 1968; Woodward and Bazzaz, 1988) ในช่วงที่มีการสังเคราะห์แสงจะมีการไหลของน้ำจากรากทางท่อน้ำ ไปยังใบในช่วงของการคายน้ำพร้อมกับดูดซึมคาร์บอนไดออกไซด์เข้าสู่ใบเกิดความสมดุลกับอากาศใกล้ผิวใบ และจะลำเลียงอาหารที่ได้จากการสังเคราะห์แสงทาง sieve tube ในรูป disaccharide นั่นคือ น้ำตาลซูโครส ซึ่งกระบวนการนี้เกิดในช่วงกลางวันเท่านั้น และจะเก็บไว้ในใบเพื่อพักต้นในช่วงกลางคืนหรือช่วงที่สภาพอากาศไม่เหมาะสม น้ำในต้นพืชสูงที่สุดในช่วงที่ยังไม่มีการคายน้ำ การวัดศักย์ของน้ำสามารถใช้อธิบายความสัมพันธ์ระหว่างดิน พืช และน้ำได้เพราะสามารถบอกถึงทิศทางและปริมาณที่น้ำเคลื่อนย้ายจากความต่างศักย์ของน้ำ (สಾಯน์ท์, 2534) Turner และ Burch (1983) ศึกษาการเปลี่ยนแปลงศักย์ของน้ำในดิน ใบ และศักย์ของออสโมติกในถั่วเหลือง พบว่า เมื่อ 6 วันหลังการให้น้ำ ศักย์ของน้ำในใบลดลงจาก -5 บาร์ ในตอนเช้าไปถึง -15 บาร์ ในช่วงบ่าย แต่ยังคงรักษาความเต่งของเซลล์ไว้ได้ และเมื่อ 33 วันหลังการให้น้ำ ศักย์ของน้ำในดินลดลงถึง -10 บาร์ ใบเริ่มเหี่ยว ศักย์ของความดันลดลงถึงศูนย์ จันทรจิรา (2552) รายงานว่า การเปลี่ยนแปลงค่าศักย์ของน้ำในใบยางพาราในรอบวันของช่วงฤดูแล้ง และช่วงฤดูฝน ระหว่างเวลา 8:00-16:00 น. พบว่า การให้น้ำมีค่าศักย์ของน้ำในใบสูงในช่วงเช้า และลดลงจนถึงต่ำสุดในช่วงเที่ยง และค่อย ๆ เพิ่มขึ้นในช่วงเย็น

กฤษดา และคณะ (2546) ศึกษาการชักนำการเปิดปากใบในยางพารา พบว่า ความแปรปรวนของค่าการชักนำการเปิดปากใบในยางพารา 3 สายพันธุ์ โดยที่ยางพาราพันธุ์ RRIM 600 มีค่าการชักนำการเปิดปากใบสูงสุด ($667 \text{ mmol H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$) รองลงมาคือ สายพันธุ์ RRIT 251 ($522 \text{ mmol H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$) ส่วนสายพันธุ์ RRIT 105 มีค่าต่ำสุด ($436 \text{ mmol H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$) แต่ทั้งนี้ก็ขึ้นอยู่กับช่วงเวลาในรอบวันด้วย

9. เทคนิคการตรวจวิเคราะห์น้ำยาง

เทคนิคการตรวจวิเคราะห์น้ำยาง เป็นการศึกษารองค์ประกอบทางชีวเคมีน้ำยางซึ่งเป็นพารามิเตอร์ที่เกี่ยวข้องกับความสมดุลของกระบวนการทางสรีรวิทยาการผลิตน้ำยาง การไหลและการหยุดไหลของน้ำยางที่ถูกควบคุมโดยความสมดุลของสารเคมีในต้นยางเอง และจากสภาพแวดล้อมภายนอกของต้นยาง การวิเคราะห์ประเมินจากการดูดกลืนแสงของสารละลายตัวอย่างที่มีสีจากปฏิกิริยาทางเคมีเปรียบเทียบกับสารละลายมาตรฐาน องค์ประกอบทางชีวเคมีน้ำ

ยาง ได้แก่ ปริมาณเนื้อยางแห้ง (dry rubber content; DRC) ปริมาณน้ำตาลซูโครส (sucrose content; SUC) ปริมาณอนินทรีย์ฟอสฟอรัส (inorganic phosphorus; Pi) และปริมาณไธออล (thiols; R-SH) (นภาพรรณ และคณะ, 2544) การใช้เทคนิคตรวจวิเคราะห์น้ำยางสามารถนำมาใช้ในการประเมินพันธุ์ยางที่ให้ผลผลิตดีได้อีกวิธีหนึ่ง สารประกอบทางชีวเคมีน้ำยางค่อนข้างเกี่ยวข้องกับองค์ประกอบของยางกับพันธุ์กรรม (พิศมัย และคณะ, 2546ก) สามารถนำมาใช้แทนการปรับปรุงพันธุ์ซึ่งใช้ระยะเวลาเวลานานหลายปี นอกจากนี้ยังสามารถช่วยในการประเมินสภาวะความผิดปกติภายในเซลล์และระบบท่อน้ำยาง ทำให้ทราบถึงศักยภาพในการให้ผลผลิตน้ำยางในช่วงต่าง ๆ สามารถช่วยในการแนะนำระบบกรีดที่เหมาะสมกับต้นยาง เพื่อเพิ่มผลผลิตยาง และรักษาสภาพต้นยางให้กรีดได้นานขึ้น ตัวแปรเหล่านี้เป็นตัวชี้วัดที่สำคัญในการอธิบายผลผลิตของน้ำยางในกระบวนการสร้างและไหลของน้ำยาง ได้แก่

9.1 ปริมาณเนื้อยางแห้ง เป็นค่าที่แสดงถึงประสิทธิภาพการสังเคราะห์น้ำยางในเซลล์ท่อน้ำยาง ยางพันธุ์ที่มีปริมาณเนื้อยางแห้งสูงจะมีความหนืดสูง นภาพรรณ และคณะ (2544) รายงานว่า ปริมาณเนื้อยางแห้งของยางพาราแต่ละพันธุ์มีค่าแตกต่างกันในแต่ละเดือน โดยมีความสัมพันธ์ทางลบกับผลผลิตในช่วงฤดูฝน ขณะที่ช่วงฤดูแล้งเดือนเมษายนมีค่าปริมาณเนื้อยางแห้งเฉลี่ยสูงสุด 50.8 เปอร์เซ็นต์ ทุกวิธีการกรีดยางพารามีปริมาณของแข็งทั้งหมดหรือเนื้อยางแห้งเฉลี่ย 37.6 ถึง 45.2 เปอร์เซ็นต์ (พิศมัย และคณะ, 2546ข) พเยาว์ และคณะ (2546ก) ศึกษาอาการเปลือกแห้งในยางพารา พบว่า ต้นยางที่แสดงอาการเปลือกแห้ง 1-60 เปอร์เซ็นต์ของความยาวรอยกรีด มีค่าเนื้อยางแห้งต่ำกว่าต้นปกติ แต่เมื่อต้นยางแสดงอาการหน้าแห้งรุนแรง 61-100 เปอร์เซ็นต์ของความยาวรอยกรีด กลับพบว่ามีค่าเนื้อยางแห้งเฉลี่ยสูงขึ้น น้ำยางมีความหนืดสูง ท่อน้ำยางอุดตันง่าย น้ำยางหยุดไหลอย่างรวดเร็ว

9.2 ปริมาณน้ำตาลซูโครส แสดงถึงสถานะคาร์โบไฮเดรตซึ่งเป็นผลิตภัณฑ์ที่ได้จากกระบวนการสังเคราะห์แสงของต้นยาง โดยจะถูกลำเลียงมายังท่อน้ำยางเพื่อเป็นสารตั้งต้นในกระบวนการ glycolysis pathway ของกระบวนการสร้างอนุภาคยางและสารชีวเคมีอื่น ๆ เป็นค่าที่บ่งบอกศักยภาพในการให้ผลผลิต Chantuma และคณะ (2006) รายงานว่า การกรีดยางทำให้ปริมาณน้ำตาลซูโครสในน้ำยางในบริเวณเปลือกยางใกล้รอยกรีดลดลง โดยเฉพาะการใช้ระบบกรีดครั้งละต้น 2 รอยกรีดทำให้น้ำตาลซูโครสลดลงในขณะที่ผลผลิตเพิ่มขึ้น และกระบวนการในการสังเคราะห์น้ำยางเพิ่มขึ้น นภาพรรณ และคณะ (2544) รายงานว่า ช่วงเดือนพฤศจิกายน ถึง ธันวาคม มีปริมาณน้ำตาลซูโครสสูงแต่ปริมาณน้ำฝนและอุณหภูมิในรอบปีไม่มีความสัมพันธ์ต่อการเปลี่ยนแปลงปริมาณน้ำตาลซูโครส พเยาว์ และคณะ (2546ก) ศึกษาอาการเปลือกแห้งใน

ยางพารา พบว่า ต้นยางที่มีปริมาณน้ำตาลซูโครสในน้ำยางสูงทนทานต่อการเกิดอาการเปลือกแห้งได้ดีกว่าต้นที่มีปริมาณน้ำตาลซูโครสในน้ำยางต่ำกว่า

9.3 ปริมาณอนินทรีย์ฟอสฟอรัส แสดงระดับแมแทบอลิซึมในน้ำยาง อนินทรีย์ฟอสฟอรัสเป็นพลังงานที่ใช้ในกระบวนการสร้างน้ำยางที่ได้จากอะดีโนซีนไตรฟอสเฟต (adenosinetri phosphate; ATP) และไพโรฟอสเฟต (pyrophosphate, PPI) อนินทรีย์ฟอสฟอรัสในน้ำยางมีค่าสูงกว่าค่าเฉลี่ยในช่วงเดือนกันยายน ถึง กุมภาพันธ์ ต่ำสุดในเดือนเมษายน (นภาวรรณ และคณะ, 2544)

9.4 ปริมาณรีดิวซ์ไฮดรอล เป็น antioxidant ที่สามารถลดความเป็นพิษของ toxic oxygen ที่เกิดขึ้นจากกระบวนการแมแทบอลิซึมเพื่อรักษาเสถียรภาพของเซลล์ ช่วยป้องกันโครงสร้างของผนังเซลล์โดยเฉพาะลูทอยด์และป้องกันการเป็นพิษของออกซิเจน ได้แก่ O_2 , H_2O_2 , OH (พิศมัย และคณะ, 2546ก) ต้นยางที่เกิดสภาวะเครียดจะมีการสร้าง active oxygen species (AOS) เพิ่มขึ้นส่งผลให้มีไฮดรอลเพิ่มขึ้นเพื่อลดความเป็นพิษไม่ให้เซลล์ถูกทำลาย แต่หากต้นยางเกิดภาวะเครียดอย่างรุนแรงสร้างไฮดรอลไม่เพียงพอก็จะเกิดอาการหน้าแห้งขึ้น (เพียว และคณะ, 2546ข) ช่วงเดือนพฤศจิกายน ถึง กุมภาพันธ์ เป็นช่วงที่น้ำยางมีไฮดรอลสูงกว่าค่าเฉลี่ย และลดต่ำกว่าค่าเฉลี่ยในเดือนมีนาคม ถึง ตุลาคม (นภาวรรณ และคณะ, 2544)

พิศมัย และคณะ (2546ก) กล่าวว่า การนำค่าตัวแปรทั้ง 4 มาใช้อธิบายร่วมกันทำให้ทราบถึงสถานะของกระบวนการแมแทบอลิซึมในเซลล์ท่อน้ำยางและการป้องกันเซลล์ ช่วยอธิบายบทบาทของสรีรวิทยาของน้ำยาง โดยในแต่ละพันธุ์มีค่าวิกฤตของพารามิเตอร์แต่ละตัวแตกต่างกันนำไปใช้ประโยชน์ในการกำหนดระบบกรีดที่เหมาะสมกับพันธุ์ยาง ค่าการตรวจวิเคราะห์น้ำยางใช้ในการอธิบายผล ดังนี้

ความถี่ในการกรีดต่ำ (under-exploitation) แสดงว่าผลผลิตที่ได้ต่ำกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับปริมาณน้ำตาลซูโครสสารตั้งต้นที่ใช้ในการสร้างน้ำยาง ทำให้ศักยภาพในการให้ผลผลิตแสดงออกไม่เต็มที่เนื่องจากใช้ความถี่ในการกรีดขางต่ำ กรณีนี้ในเซลล์มีน้ำตาลซูโครสสะสมอยู่ในน้ำยางสูง กระบวนการแมแทบอลิซึมต่ำ ปริมาณเนื้อยางแห้งและไฮดรอลอยู่ในระดับต่ำ ปานกลางหรือสูงก็ได้ แต่โดยทั่วไปจะอยู่ในระดับสูง

ความถี่ในการกรีดสูง (over-exploitation) อธิบายในทางตรงกันข้าม คือ ความพยายามที่จะให้ได้ผลผลิตสูงเมื่อเปรียบเทียบกับสารตั้งต้นในการสร้างน้ำยาง มีการใช้น้ำตาลซูโครสมากจึงทำให้มีน้ำตาลซูโครสในน้ำยางต่ำ กระบวนการแมแทบอลิซึมสูง อนินทรีย์ฟอสฟอรัสสูง แต่บางครั้งพบว่าอนินทรีย์ฟอสฟอรัสอาจลดต่ำลง ในกรณีที่มีการกรีดหักโหมมาก ๆ

ปริมาณไธออกและปริมาณเนื้อยางแห้งจะมีค่าต่ำ การที่มีปริมาณไธออกต่ำทำให้เกิดการออกซิเดชันที่เป็นอันตรายต่อเซลล์ท่อน้ำยาง ปริมาณเนื้อยางแห้งต่ำมีผลให้มีการสร้างน้ำยางลดลง

ในการตรวจวิเคราะห์ห้องปฏิบัติการทางชีวเคมีน้ำยางนั้นต้องหาช่วงเวลาที่เหมาะสม คือ เป็นช่วงที่ต้นยางให้ผลผลิตสูง และมีค่าอนินทรีย์ฟอสฟอรัสสูง แต่น้ำตาลซูโครสต่ำ เนื่องจากช่วงดังกล่าวน้ำตาลซูโครสถูกนำไปใช้ในการสร้างน้ำยาง ในขณะที่อนินทรีย์ฟอสฟอรัสมีความสัมพันธ์ในทางบวกกับผลผลิต

10. ลักษณะสำคัญของยางพาราพันธุ์ RRIM 600

ยางพาราพันธุ์ RRIM 600 มาจากการผสมระหว่างแม่-พ่อพันธุ์ Tjir1 x PB 86 มีแหล่งกำเนิดจากประเทศมาเลเซีย เป็นพันธุ์ยางแนะนำชั้น 1 ที่มีผู้นิยมปลูกมากที่สุด ใบมีสีเขียวอมเหลือง ฐานใบสอบเรียว ปลายใบเป็นติ่งแหลม ป้อมปลายใบ ขอบใบเรียบ ใบเป็นมัน ก้านใบตรง ยาวปานกลาง ฐานใบมีร่องชั้นเดียว แผลก้านใบรูปหัวใจ ทำมุมยกขึ้น เปลือกส่วนสีเขียวหยาบใจไม่ชัด ส่วนสีน้ำตาลเรียบ ตาก้านใบนูนน้อย อยู่ที่ฐานก้านใบ น้ำยางมีสีขาว ลำต้นตรง ทรงพุ่มรูปพัด ระดับทรงพุ่มสูง ความหนาแน่นปานกลาง มีกิ่งหลักมากกว่า 3 กิ่ง ทำมุมแคบ แตกกิ่งอย่างสมดุล เมล็ดทรงสี่เหลี่ยม เรียบ ส่วนนอกเป็นสันนูน ส่วนหลังเรียบ ปลายเป็นปิ่น (นิรนาม, 2545) มีอัตราการแลกเปลี่ยนคาร์บอนไดออกไซด์สูงสุดเฉลี่ยเท่ากับ $34 \text{ kg CH}_2\text{O ha}^{-1}\text{hr}^{-1}$ (Ceulemans *et al.*, 1984 อ้างโดย อารักษ์ และคณะ, 2546) ในระยะก่อนเปิดกรีดและระหว่างกรีดการเจริญเติบโตปานกลาง เปลือกเค็มบาง เปลือกงอกใหม่หนาปานกลาง ผลผลิตในระยะแรกอยู่ในระดับปานกลาง แต่เพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ ในปีต่อมา ให้ผลผลิตอย่างน้อย 10 ปีกรีดเฉลี่ย 289 กิโลกรัม/ไร่/ปี มีจำนวนเปลือกแห้งน้อย อ่อนแอมากต่อเชื้อไฟทอปทอราและโรคเส้นดำ ด้านทานต่อโรคราแป้งและโรคใบจุดนูนปานกลาง อ่อนแอต่อโรคราชมพู ด้านทานลมระดับปานกลาง แต่สามารถปรับตัวและให้ผลผลิตดีในเกือบทุกพื้นที่ ทนทานต่อการกรีดถี่ได้มากกว่าพันธุ์อื่น ๆ (สถาบันวิจัยยาง, 2547) มีค่าดัชนีการเก็บเกี่ยวต่ำ 0.13-0.22 มีการสร้างผลผลิตปานกลางในระยะเริ่มเปิดกรีด 1.62-2.57 กิโลกรัม/ต้น/ปี จัดว่ามีศักยภาพในการสร้างมวลชีวภาพสูง สามารถเจริญเติบโตอย่างต่อเนื่องในช่วงฤดูแล้ง และให้ผลผลิตมากขึ้นในระยะยาว (อารักษ์ และพิศมัย, 2546)

Chantuma และคณะ (2006) ศึกษารูปแบบการกระจายตัวของน้ำตาลซูโครสและกระบวนการเมแทบอลิซึมในน้ำยางบริเวณต้นเมื่อใช้ระบบกรีดต่างกันต่อผลผลิตยางพาราพันธุ์ RRIM 600 พบว่า ผลผลิตเพิ่มสูงสุดในช่วงเดือนสิงหาคม ถึง มกราคม ผลผลิต 306.45 ถึง 402.60 กรัม/ต้น และพบว่า ระดับของอนินทรีย์ฟอสฟอรัสสูงในช่วงเดือน กันยายน ถึง พฤศจิกายน 18.28

ถึง 16.32 มิลลิโมล/ลิตร มีความสัมพันธ์ในทางบวกกับผลผลิตและในทางตรงกันข้ามมีน้ำตาลซูโครสต่ำ 5.35 มิลลิโมล/ลิตร และน้ำตาลซูโครสเพิ่มขึ้นเล็กน้อยในช่วงปลายเดือนตุลาคม เมื่อมีการใช้สารเคมีเร่งน้ำยาง ยางพันธุ์ RRIM 600 มีเมแทบอลิซึมสูง ความสามารถในการเคลื่อนย้ายน้ำตาลปานกลาง ค่าอ้างอิงจากการวิเคราะห์น้ำยาง (latex diagnosis reference values) เมื่อวิเคราะห์น้ำยางพันธุ์ RRIM 600 เป็นระยะเวลา 4 ปี (ปีพ.ศ. 2542-2546) ในช่วงที่ให้ผลผลิตสูง ดังแสดงในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ค่าอ้างอิงจากการวิเคราะห์น้ำยางในยางพาราพันธุ์ RRIM 600

การวิเคราะห์	ระดับต่ำ	ระดับปานกลาง	ระดับสูง
DRC (เปอร์เซ็นต์)	< 42.05	42.05-45.21	> 45.21
Suc (มิลลิโมล)	< 2.44	2.44-11.73	> 11.73
Pi (มิลลิโมล)	< 13.44	13.44-29.12	> 29.12
R-SH	< 0.200	0.200-0.570	> 0.570

ที่มา: พิศมัย และคณะ (2546ก)

วัตถุประสงค์

1. ศึกษาเปรียบเทียบลักษณะทางกายวิภาค และการตอบสนองทางสรีรวิทยาต่อการให้ผลผลิตของยางพาราที่ให้ผลผลิตสูงกับพันธุ์ RRIM 600
2. ศึกษาเปรียบเทียบการให้ผลผลิตน้ำยาง และองค์ประกอบทางชีวเคมีน้ำยางของยางพันธุ์ที่ให้ผลผลิตน้ำยางสูงกับพันธุ์ RRIM 600 เพื่อเป็นแนวทางในการคัดเลือกพันธุ์ยาง

บทที่ 2

วัสดุ อุปกรณ์ และวิธีการ

1. วัสดุ และอุปกรณ์

1.1 วัสดุพืช

1.1.1 ต้นยางพาราพันธุ์ SK 3 SK 1 และพันธุ์ RRIM 600

1.2 วัสดุสารเคมี

1.2.1 น้ำกลั่น

1.2.2 ไตรคลอโรอะซิติกแอซิด (Trichloroacetic acid ; TCA)

1.2.3 เอทิลีนไดอะมีนอะซิติกแอซิด
(Ethylenediaminetetraacetic acid ; EDTA)

1.2.4 แอนโทรน (Anthrone)

1.2.5 กรดซัลฟูริกเข้มข้น (Conc. Sulfuric acid 97%)

1.2.6 น้ำตาลซูโครส (Sucrose sugar)

1.2.7 กรดไนตริก (Nitric acid)

1.2.8 5,5'-Dithio bis-2-nitro-benzoic acid (DTNB)

1.2.9 กลูตาไธออน (Glutathion; GSH)

1.2.10 แอมโมเนียมโมลิบเดต ((NH₄)₆Mo₇O₂₄ · 4H₂O)

1.2.11 แอมโมเนียมเมตาวานาเดต (NH₄VO₃)

1.2.12 ทริส (Tris)

1.2.13 โพแทสเซียมไดฟอสเฟต (KH₂PO₄)

1.2.14 น้ำยา FAAII และน้ำยา FPA สำหรับรักษาสภาพเนื้อเยื่อพืช

1.3 วัสดุอื่น ๆ

1.3.1 สายวัดความยาวและตลับเมตร

1.3.2 กระดาษ label และปากกาเคมี

1.3.3 กระดาษตะกั่ว

- 1.3.4 กระจายกรองเบอร์ 1 เส้นผ่านศูนย์กลาง 5.5 เซนติเมตร
- 1.3.5 กระจายขี้สสาร
- 1.3.6 เข็มหมุดและกระจายลิ่ง
- 1.3.7 ถุงมือยาง
- 1.3.8 พู่กัน
- 1.3.9 ใบมีดโกน

1.4 อุปกรณ์

1.4.1 อุปกรณ์กรีดยาง

- 1.4.1.1 ถ้วยรับน้ำยาง มีดกรีดยาง ลวด และรางรับน้ำยาง
- 1.4.1.2 ป้ายชื่อสิ่งทดลอง
- 1.4.1.3 ถังเก็บน้ำยาง

1.4.2 อุปกรณ์สำหรับการศึกษาลักษณะทางกายวิภาค

- 1.4.1.1 Increment borer
- 1.4.1.2 เครื่องตัดเนื้อเยื่อพืช

1.4.3 อุปกรณ์สำหรับการศึกษากการตอบสนองทางสรีรวิทยา

- 1.4.3.1 เครื่องวัดปริมาณความเข้มแสง (Light Meter) รุ่น LI-250 Licor, Inc., USA
- 1.4.3.2 อุปกรณ์เจาะตัวอย่างดิน
- 1.4.3.3 เครื่องวัดปริมาณคลอโรฟิลล์ (Chlorophyll meter-SPAD-502, Minolta Co., Ltd., Japan)
- 1.4.3.4 กล้องเลนส์ตาปลา (Fish eye) และกล้องถ่ายภาพดิจิทัลพร้อมขาตั้ง
- 1.4.3.5 เครื่องวัดการชักน้ำปากใบ (Porometer) รุ่น AP4 ของ Delta-T, UK

1.4.3.6 เครื่องวัดศักย์ของน้ำในใบ (Pressure chamber) ของ PMS, U.S.A.

1.4.3.7 เครื่องมือวัดอัตราการสังเคราะห์แสง รุ่น LCI Photosynthesis System ของ ADC Bio Science Ltd., United Kingdom

1.4.4 อุปกรณ์สำหรับการวิเคราะห์ห้องปฏิบัติการทางชีวเคมีน้ำยาง

1.4.4.1 เครื่องชั่งน้ำหนักน้ำยาง

1.4.4.2 เครื่องชั่งแบบละเอียด (ทศนิยม 2 และ 3 ตำแหน่ง)

1.4.4.3 ตู้อบ

1.4.4.4 ตู้ดูดควัน

1.4.4.5 เครื่องคนสารละลายแบบแม่เหล็ก (Magnetic stirrer)

1.4.4.6 เครื่องวัดค่าความเป็นกรดด่าง (pH meter)

1.4.4.7 เครื่องวัดการดูดกลืนแสง (Spectrophotometer)

1.4.4.8 เครื่องปั่นสารละลาย (Vortex)

1.4.4.9 อ่างควบคุมอุณหภูมิ (Water bath)

1.4.4.10 นาฬิกาจับเวลา

1.4.4.11 แท่งเหล็กเจาะน้ำยาง

1.4.4.12 ขวดเก็บตัวอย่าง

1.4.4.13 หลอดนํ้ายาง

1.4.4.14 หลอดทดลองฝาเกลียวเส้นผ่านศูนย์กลาง 13 มิลลิเมตร ยาว 75 มิลลิเมตร

1.4.4.15 ขวดยาหม่อง (Balm bottle)

1.4.4.16 บีกเกอร์ขนาด 50 100 250 500 และ 1,000 มิลลิลิตร

1.4.4.17 แท่งแก้วคน

1.4.4.18 ปากคีบปลายแหลม

1.4.4.19 ปีเปตขนาด 100 และ 1,000 ไมโครลิตร และ 5 มิลลิลิตร

1.4.4.20 ขวดเก็บสารเคมีสีชาและสีใส

1.4.4.21 หลอดดูดสารเคมี (Tip) ขนาดเล็ก กลาง และใหญ่

1.4.4.22 หลอดทดลองสำหรับปั่นสาร

1.4.4.23 ชั้นวางหลอดทดลอง (Rack)

2. วิธีการ

ทำการศึกษาเปรียบเทียบลักษณะทางกายวิภาค การตอบสนองทางสรีรวิทยา และองค์ประกอบทางชีวเคมีน้ำยางของยางพาราที่ให้ผลผลิตสูงพันธุ์ SK 3 อายุ 21 ปี ระยะปลูก 3 x 7 เมตร จำนวน 7 ต้น พื้นที่บ้านหุแระ ตำบลทุ่งตำเสา อำเภอหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา ซึ่งเป็นยางพาราที่นายนิกร เอียดประดิษฐ์ ทำการติดตามจากกิ่งพันธุ์ดีพันธุ์ต่าง ๆ แล้วนำมาปลูกในแปลง มีลักษณะเด่น คือ ลำต้นใหญ่ มีขนาดเส้นรอบลำต้นมาก เปลือกลำต้นมีผิวเรียบ เนื้อยางแห้งสูง มีการทยอยผลัดใบ แต่ยังคงมีใบเขียวอยู่บนต้นตลอดทั้งปี และยางพาราพันธุ์ SK 1 อายุ 14 ปี ระยะปลูก 3 x 7 เมตร จำนวน 13 ต้น ณ บ้านโพรงจระเข้ ตำบลฉาง อำเภอนาทวี จังหวัดสงขลา ซึ่งเป็นพันธุ์ที่นายอานันท์ มุเส๊ะ ทำการติดตามจากต้นที่ให้ผลผลิตน้ำยางสูง น้ำยางไหลได้นานและให้น้ำยางมาก โดยมีความยาวรอยกรีดเพียงแค่ 1 นิ้วแล้วนำมาปลูกร่วมกับพันธุ์ RRIM 600 โดยให้มีความยาวรอยกรีดเหมือนกัน เปรียบเทียบกับพันธุ์ RRIM 600 ที่ปลูกในแปลงเดียวกัน เริ่มทำการทดลองตั้งแต่เดือนพฤษภาคม 2551 และสิ้นสุดการทดลองเดือนกันยายน 2551 วันที่ปลูกมีลักษณะเป็นดินร่วนปนทราย

2.1 วิธีทดลอง (Treatment)

ทำการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธีการเปรียบเทียบแบบ T-test ระหว่างพันธุ์ SK 3 และพันธุ์ SK 1 กับพันธุ์ RRIM 600 ที่ปลูกในแปลงเดียวกัน โดยกำหนดให้บ้านหุแระ ตำบลทุ่งตำเสา อำเภอหาดใหญ่ เป็นแปลงทดลองที่ 1 มีจำนวน 7 ต้น และ บ้านโพรงจระเข้ ตำบลฉาง อำเภอนาทวี เป็นแปลงทดลองที่ 2 มีจำนวน 13 ต้น ทำการเก็บตัวอย่างส่วนเปลือกและเนื้อไม้ของยางพาราแต่ละพันธุ์เพื่อศึกษาลักษณะทางกายวิภาค ทำการเก็บข้อมูลการตอบสนองทางสรีรวิทยา และทำการวิเคราะห์องค์ประกอบชีวเคมีน้ำยาง ตั้งแต่เดือนพฤษภาคม ถึง เดือนกันยายน 2551 หลังจากนั้นทำการวัดอัตราการสังเคราะห์แสงในต้นกล้ายางพาราแต่ละพันธุ์ที่ทำการติดตามแล้วนำมาปลูกในพื้นที่เดียวกัน ณ สถานีวิจัยเทพา คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ ตั้งแต่เดือนกรกฎาคม ถึง เดือน ธันวาคม 2551 วิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติโดยแยกการวิเคราะห์ยางพาราพันธุ์ที่ให้ผลผลิตสูงกับพันธุ์ RRIM 600 ที่ปลูกในแปลงเดียวกันในแต่ละแปลงการทดลอง

ทำการสำรวจพื้นที่ที่ตั้งแปลง โดยใช้วิธีการหาจุดพิกัดจากเครื่องมือวัด GPS แปลงทดลองที่ 1 บ้านหุแระ ตำบลทุ่งตำเสา อำเภอหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา ตั้งอยู่

ละติจูด	6 °59'29.0"	เหนือ
ลองจิจูด	100 °20'35.8"	ตะวันออก
ความสูงจากระดับน้ำทะเล	95	เมตร
RRIM 600	คือ	ยางพาราพันธุ์เปรียบเทียบ
SK 3	คือ	ยางพาราพันธุ์ที่ให้ผลผลิตสูง

แปลงทดลองที่ 2 บ้านโพรงจรเข้ ตำบลนาง อำเภอนาทวี จังหวัดสงขลา ตั้งอยู่

ละติจูด	6° 46' 27.2"	เหนือ
ลองจิจูด	100° 41' 37.1"	ตะวันออก
ความสูงจากระดับน้ำทะเล	28	เมตร
RRIM 600	คือ	ยางพาราพันธุ์เปรียบเทียบ
SK 1	คือ	ยางพาราพันธุ์ที่ให้ผลผลิตสูง

2.2 วิธีการกรีด

ใช้ระบบกรีดที่เกษตรกรทำการกรีด คือ ระบบกรีดหนึ่งในสามของลำต้นสองวันเว้นวัน (1/3s 2/3d) และ หนึ่งในสามของลำต้นสามวันเว้นวัน (1/3s 3/4d) โดยใช้ทั้งสองระบบกรีดนี้ร่วมกัน ทำการเปิดกรีดที่ระดับ 150 เซนติเมตร จากระดับผิวดิน ทำการหยุดกรีดในวันที่ฝนตก และไม่มีกรีดชดเชยหรือการกรีดสาย

2.3 วิธีการเก็บข้อมูล

2.3.1 ข้อมูลอากาศ

ทำการเก็บข้อมูลสภาพอากาศพื้นที่ที่ใกล้กับแปลงทดลองมากที่สุด เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ของสภาพแวดล้อมต่อการให้ผลผลิตของยางพารา โดยที่แปลงทดลองอำเภอหาดใหญ่ ใช้ข้อมูลอากาศจากสถานีวิจัยต้นน้ำทะเลสาบสงขลาซึ่งห่างจากแปลงทดลองประมาณ 20 กิโลเมตร และแปลงทดลองอำเภอนาทวีใช้ข้อมูลอากาศจากสถานีอุตุนิยมวิทยาปัตตานี ซึ่งห่างจากแปลงทดลองประมาณ 35 กิโลเมตร

2.3.2 ปริมาณความชื้นในดิน

ทำการเจาะดินที่ระดับความลึก 20 40 และ 60 เซนติเมตรจากระดับผิวดินด้วยเหล็กเจาะดิน นำดินแต่ละระดับความลึกมาชั่งน้ำหนักสด หลังจากนั้นนำไปอบที่อุณหภูมิ 65 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 48 ชั่วโมง หรือจนกระทั่งดินมีน้ำหนักคงที่ นำดินที่อบแห้งแล้วมาชั่งน้ำหนักดินแห้ง คำนวณเปอร์เซ็นต์น้ำในดิน จากสูตร

$$\text{เปอร์เซ็นต์ของน้ำในดิน} = \frac{\text{น้ำหนักดินก่อนอบ} - \text{น้ำหนักดินหลังอบ}}{\text{น้ำหนักดินหลังอบ}} \times 100$$

2.3.3 ความเข้มแสง

ทำการสุ่มวัดความเข้มแสงภายนอก และภายในทรงพุ่มของยางพาราในแต่ละแปลงทดลองที่ใช้เป็นตัวแทนในการศึกษา แปลงทดลองทั้ง 5 ซ้ำ ๆ ละ 1 ต้น ในช่วงเวลา 10:00 12:00 และช่วง 14:00 น. สุ่มวัดเดือนละครั้ง ด้วยเครื่องวัดความเข้มแสง (light meter LI-COR) ซึ่งค่าที่อ่านได้มีหน่วยเป็น $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$

2.3.4 เส้นผ่านศูนย์กลาง และความหนาแน่นของท่อน้ำยาง

ทำการเจาะเปลือกยางในแนวตั้งฉากกับพื้นดิน ที่ระดับความสูง 150 เซนติเมตรจากระดับพื้นดินของยางพาราแต่ละพันธุ์ที่ทำการศึกษาควณความลึกประมาณ 1 เซนติเมตร ด้วย increment borer นำตัวอย่างชิ้นส่วนของพืชแช่เพื่อรักษาสภาพเซลล์ในสารละลาย FPA ที่มีส่วนผสมของ ฟอร์มอลิน: โพรไพโอโนแอซิด: แอลกอฮอล์ 70 % อัตรา 5 มล.: 5 มล.: 90 มล. โดยปริมาตร (v/v) เป็นเวลา 24 ถึง 48 ชั่วโมง จากนั้นนำเข้าสู่กระบวนการดึงน้ำออกจากเนื้อเยื่อ (dehydration) โดยวิธี ethyl - butyl series ที่ระดับ 5 - 12 ความเข้มข้นละ 3 ชั่วโมง โดยเริ่มจากสารละลายที่มีความเข้มข้นน้อยไปหาความเข้มข้นมาก นำตัวอย่างดังกล่าวไปหุ้มด้วยพาราฟิน จากนั้นทำการตัดเนื้อเยื่อพืชให้มีความหนา 10-20 ไมครอน ย้อมสีเนื้อเยื่อพืชด้วยสีฟรานิน ฟลาสก์กรีน และ ออเรนจ์จี เก็บเป็นไสลด์ถาวร ส่องดูด้วยกล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสงเพื่อทำการวัดเส้นผ่านศูนย์กลาง นับจำนวนของท่อน้ำยางในวงเดียวกันต่อความยาว 1 มิลลิเมตร และทำการบันทึกภาพ

2.3.5 เส้นผ่านศูนย์กลาง และความหนาแน่นของท่อน้ำ (xylem)

ทำการเจาะเนื้อไม้ยางพาราในแนวตั้งฉากกับพื้นดิน ที่ระดับความสูง 150 เซนติเมตร จากระดับพื้นดินของแต่ละพันธุ์ ความลึกประมาณ 3 เซนติเมตร ด้วย increment borer นำตัวอย่างชิ้นส่วนของพีชรักษาสภาพเซลล์ในสารละลาย FAAII ที่มีส่วนผสมของ ฟอร์มอลิน: กรดอะซิติกเข้มข้น: แอลกอฮอล์ 70% อัตรา 5 มล.:5 มล.: 90 มล. โดยปริมาตร (v/v) เป็นเวลา 7 วัน จากนั้นนำเข้าสู่กระบวนการดึงน้ำออกจากเซลล์ โดยการนำตัวอย่างล้างด้วยน้ำกลั่น จากนั้นนำไปแช่ในแอลกอฮอล์ความเข้มข้น 4 ระดับ คือ 50 70 95 และ 100 เปอร์เซ็นต์ ความเข้มข้นละ 3 ชั่วโมง เริ่มจากความเข้มข้นน้อยไปหาความเข้มข้นมาก จากนั้นนำส่วนของเนื้อเยื่อพืชตัดในแนวตามขวางกับท่อน้ำ นำตัวอย่างดังกล่าวไปทำให้แห้งด้วยเครื่องทำตัวอย่างให้แห้ง จากนั้นนำมาติดบน stub แล้วฉาบด้วยทองคำให้ตัวอย่างมีความนำไฟฟ้า (เพื่อให้สัญญาณมากพอในการสังเกตภาพที่คมชัด) ส่งคู่มือกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราดที่ศูนย์เครื่องมือวิทยาศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ เพื่อทำการวัดเส้นผ่านศูนย์กลาง และนับจำนวนของท่อน้ำต่อพื้นที่

2.3.6 ขนาด และความหนาแน่นของปากใบ

ทำการสุ่มเก็บใบยางแต่ละพันธุ์ระยะใบเปสลาดมาทำการศึกษาขนาด และความหนาแน่นของปากใบโดยใช้ใบมิดสองคมและปากคิปปลายแหลม (forcep) ลอกเอาส่วนท้องใบส่งคู่มือกล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสงเพื่อวัดความกว้าง ความยาวของปากใบ และจำนวนปากใบต่อพื้นที่ จากนั้นทำการบันทึกภาพลักษณะของปากใบยางพาราแต่ละพันธุ์

2.3.7 เส้นรอบลำต้น

ทำการวัดเส้นรอบลำต้นที่ระดับ 170 เซนติเมตรจากระดับดิน ด้วยตลับเมตรและสายวัดในทุกเดือน

2.3.8 พื้นที่ใบต่อพื้นที่

ประเมินพื้นที่ใบของทรงพุ่มยางพาราโดยใช้วิธี hemispherical canopy photography ซึ่งเป็นวิธีการทางอ้อมในการศึกษาโครงสร้างของทรงพุ่ม การส่องผ่านของแสง

ภายในทรงพุ่มโดยการถ่ายรูปจากพื้นดินขึ้นไปบนท้องฟ้า โดยมีเลนส์ที่สามารถรับภาพได้ 180 องศา บันทึกขนาด รูปร่าง และตำแหน่งของช่องว่างของทรงพุ่ม ใช้รูปถ่ายดิจิทัลหรือภาพสแกน เปลี่ยนให้อยู่ในรูปแบบ bitmaps ที่สามารถวิเคราะห์ด้วยซอฟต์แวร์ได้ กระบวนการวิเคราะห์จะเกี่ยวกับการแปลให้อยู่ในตำแหน่งที่มีพิกัดและมุม แยกความแตกต่างระหว่างท้องฟ้า และคำนวณการกระจายความสว่างของท้องฟ้า จากนั้นใช้ข้อมูลดังกล่าวในการคำนวณปริมาณของแสงที่ส่องผ่าน ในช่วงที่พืชมีการเจริญเติบโต หรือคำนวณโครงสร้างทรงพุ่ม การเปิดกว้างของทรงพุ่ม พื้นที่ใบ และการกระจายของแสงในทรงพุ่ม

ใช้โปรแกรม the gap light analyzer (GLA) ซึ่งเป็นโปรแกรมประยุกต์บน windows ทำการแสดงผล วิเคราะห์ภาพในระบบดิจิทัลของภาพถ่ายทรงพุ่มจากเลนส์ fish eye เพื่อได้ค่าดัชนีพื้นที่ใบทำการถ่ายภาพทรงพุ่มอย่างพาราในแปลงในแต่ละสิ่งทดลอง

ทำการวิเคราะห์ภาพในระบบดิจิทัลของภาพถ่ายทรงพุ่มจากเลนส์ fish eye เพื่อได้ค่าดัชนีพื้นที่ใบเปรียบเทียบกับวิธีการเก็บใบที่ร่วงด้วย liter flow trap จากสมการ

$$y = 2.4683x - 1.1691 \text{ (เจษฎา, 2552)}$$

2.3.9 ประเมินปริมาณคลอโรฟิลล์ในใบ

ทำการประเมินปริมาณคลอโรฟิลล์ในใบจากค่า SPAD โดยทำการสุ่มสอยใบอย่างพาราใบที่ 5-7 จากยอดฉัตรใบด้วยเครื่อง SPAD-502 เมื่อทำการเปิดเครื่องจะปรากฏ cal ที่หน้าจอ ทำการหนีบโดยไม่มีใบ 1 ครั้ง จะปรากฏ N = 0 จากนั้นทำการหนีบที่แผ่นใบ ทำต้นละ 5 ใบ ๆ ละ 3 ซ้ำ อ่านค่า SPAD จากหน้าจอของ SPAD-502 เปรียบเทียบกันในแต่ละพันธุ์ ซึ่งค่าที่อ่านได้นี้จะไม่มีหน่วย

2.3.10 การชักนำปากใบ

ค่าการชักนำปากใบของพืช แสดงถึงความสามารถในการปรับตัวของพืชเมื่ออยู่ในสภาพแวดล้อมต่าง ๆ โดยปากใบควบคุมการคายน้ำ และการสังเคราะห์แสงของพืชในขณะที่พืชมีการคายน้ำปากใบเปิดพร้อมกับการดูดซึมน้ำคาร์บอน ไดออกไซด์เข้าสู่กระบวนการสังเคราะห์แสงไปพร้อม ๆ กัน การวัดค่าการชักนำปากใบใช้เครื่องมือ porometer รุ่น Delta-T AP 4 โดยทำการสุ่มสอยเก็บอย่างพาราใบที่ 5-7 จากยอดฉัตรใบที่ได้รับแสงแดดเต็มที่แฉในขวดที่มีน้ำสะอาดเพื่อรักษา

ระดับน้ำในกิ่งไว้ ใช้ porometer หนีบที่เนื้อใบ ทำต้นละ 3 ซ้ำ เมื่อ porometer มีเสียงดังบีบ 2 ครั้ง จึงทำการอ่านค่าการชักนำปากใบ ซึ่งค่าที่ได้มีหน่วยเป็น $\text{mmol m}^{-2} \text{s}^{-1}$

2.3.11 ศักย์ของน้ำในใบ

ศักย์ของน้ำในใบแสดงถึงการเคลื่อนที่ของน้ำในต้นพืช ทำการวัดค่าศักย์ของน้ำในใบของพาราด้วย pressure chamber โดยทำการตัดใบข้างแต่ละพันธุ์ให้ติดก้านใบ ใส่ก้านใบลงในจุกยางของ pressure chamber ให้ปลายใบโผล่อู้อยู่ด้านบน ตัดก้านใบเป็นแบบปากฉลามให้เรียบโดยที่เหลือความยาวของก้านพอประมาณ ใช้กระดาษทิชชูชุบน้ำและน้ำยางที่ไหลออกมาจากก้านใบก่อน หลังจากนั้นค่อย ๆ ปลดปล่อยแก๊สไนโตรเจนจากตัวถังเก็บแก๊ส ใช้แว่นขยายส่องดูที่ก้านใบสังเกตฟองน้ำที่ออกจากก้านใบ อ่านค่าที่หน้าปัด pressure chamber เมื่อเห็นหยดน้ำแรกที่ออกมาจากก้านใบ ค่าที่อ่านได้มีหน่วยเป็น บาร์ นำค่าที่อ่านได้จาก pressure chamber นี้มาแปลงเป็น MPa โดยที่

$$10 \text{ บาร์} = 1 \text{ MPa}$$

2.3.12 อัตราการสังเคราะห์แสง การชักนำปากใบ และการคายน้ำในต้นกล้าพารา

ทำการวัดอัตราการสังเคราะห์แสง การชักนำปากใบ และอัตราการคายน้ำในต้นกล้าพาราพันธุ์ต่าง ๆ ด้วยเครื่องวัดอัตราการสังเคราะห์แสง (LCi Photosynthesis System) (ADC BioScience Ltd., United Kingdom) โดยที่ต้นกล้าพาราแต่ละพันธุ์มีอายุ 1-2 ฉัตรใบที่ปลูกภายใต้สภาพแวดล้อมตามธรรมชาติแปลงเดียวกัน ณ สถานีวิจัยเทพา คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยวลัยลักษณ์ เพื่อเป็นการเปรียบเทียบการตอบสนองทางสรีรวิทยาของพาราแต่ละพันธุ์เมื่อจัดสภาพแวดล้อมให้ใกล้เคียงกัน พันธุ์ละ 5 ต้น ๆ ละ 5 ซ้ำ โดยเลือกใบในระยะเพสลาด มีอายุใกล้เคียงกัน

2.3.13 องค์ประกอบทางชีวเคมีน้ำยาง

ทำการวิเคราะห์องค์ประกอบทางชีวเคมีน้ำยางตามบทปฏิบัติการ การตรวจวิเคราะห์องค์ประกอบทางชีวเคมีน้ำยางของศูนย์วิจัยยางชะเชิงเทรา (RRIT – CRRC Standard Procedure) (Gohet and Chantuma, 1999)

- การเก็บตัวอย่างน้ำยาง

เตรียมสารละลายในการเก็บน้ำยางเพื่อป้องกันการจับตัวของน้ำยาง ในที่นี้คือ EDTA ความเข้มข้น 0.01% ใส่หลอดทดลองฝาเกลียวที่ทราบน้ำหนักหลอดเปล่า ปริมาตร 5 มิลลิลิตร จากนั้นนำมาชั่งน้ำหนักหลอดเปล่า + น้ำหนักสารละลาย EDTA ความเข้มข้น 5% ทำการเก็บตัวอย่างน้ำยางแบบ 1 ต้นต่อหนึ่งตัวอย่าง ในช่วงเช้าตรู่ (ประมาณ 6:00 น. หรือ ก่อนการกรีดยาง 1 วัน) โดยใช้แท่งเหล็กเจาะเปลือกยางเข้าไปจนถึงชั้นเนื้อไม้บริเวณใต้รอยกรีด 5 เซนติเมตร แทะหลอดช่วยลำเลียงน้ำยาง ทิ้งน้ำยาง 2 หยดแรกออกและเก็บน้ำยาง 10 หยดต่อมาใส่ หลังจากนั้นนำหลอดทดลองมาชั่งน้ำหนักเพื่อคำนวณค่าน้ำหนักสดของน้ำยาง เติม TCA ความเข้มข้น 20% ปริมาตร 0.715 มิลลิลิตร เพื่อให้ยางจับตัวเป็นก้อน หลังจากนั้นนำหลอดทดลองทั้งหมดแช่ไว้ในอุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียสจนกระทั่งทำการวิเคราะห์น้ำยาง (สามารถเก็บไว้ได้ 48 ชั่วโมง)

เมื่อมาถึงห้องปฏิบัติการ นำหลอดตัวอย่างน้ำยางมาปั่นเพื่อแยกส่วนของเนื้อยาง และส่วนของสารละลายน้ำยาง ส่วนของเนื้อยางนำไปหาปริมาณเนื้อยางแห้ง โดยนำไปอบที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง ส่วนสารละลายน้ำยางนำไปหาปริมาณน้ำตาลซูโครส อนินทรีย์ฟอสฟอรัส และไรฮอด ดังนี้

- การวิเคราะห์หองค์ประกอบชีวเคมีน้ำยาง

ก่อนการวิเคราะห์องค์ประกอบชีวเคมีน้ำยางจะต้องทำ standard curve ของพารามิเตอร์แต่ละตัว เพื่อหาค่าสัมประสิทธิ์การดูดกลืนแสง (K) ของสารละลาย โดยกำหนดยอมรับค่าสัมประสิทธิ์การดูดกลืนแสงจากการทำ standard curve ดังนี้

$$\begin{aligned} K_{\text{Sucปกติ}} &= 1.90 - 2.00 \\ K_{\text{Sucต่ำ}} &= \text{ใกล้เคียง } 0.9 \\ K_{\text{Sucสูง}} &= \text{ใกล้เคียง } 4.0 \\ K_{\text{Pi}} &= 4.00 - 4.20 \\ K_{\text{R-SH}} &= 0.12 - 0.14 \end{aligned}$$

- การวิเคราะห์หาปริมาณน้ำตาลซูโครส

อาศัยหลักการปฏิกิริยา colorimetric reaction ของซูโครส โดยให้กรดที่มีความเข้มข้นสูง ๆ ทำให้น้ำตาลเฮกโซสแตกตัวให้อนุพันธ์ที่เรียกว่า furfural derivative ซึ่งจะทำปฏิกิริยาได้ดีกับ anthrone โดยน้ำตาลฟรุกโตสจะทำปฏิกิริยาอย่างรวดเร็วแม้ขณะที่ยังคงเป็นส่วนหนึ่งของโมเลกุลซูโครส ส่วนน้ำตาลกลูโคสต้องนำไปอุ่นที่อุณหภูมิ 90 องศาเซลเซียส ก่อนจึงจะเข้าทำปฏิกิริยา

การวิเคราะห์หาปริมาณน้ำตาลซูโครส ในหลอดแก้วที่มีฝาปิดแต่ละหลอด เติม TCA ความเข้มข้น 2.5% ปริมาตร 400 ไมโครลิตร หลังจากนั้นเติมสารละลายน้ำยาง ปริมาตร 100 ไมโครลิตร และ anthrone reactive ปริมาตร 3 มิลลิลิตร ปิดฝาหลอด นำไปปั่นด้วย vortex อุ่นสารละลายในอ่างควบคุมอุณหภูมิที่ 90 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 นาที จากนั้นนำไปแช่ในอ่างน้ำเพื่อให้สารละลายเย็น วัดค่าการดูดกลืนแสงด้วย spectrophotometer ความยาวคลื่น 627 นาโนเมตร

กรณีที่มีน้ำตาลซูโครสต่ำ หากวัดค่าการดูดกลืนแสงได้ต่ำกว่า 0.2 ให้ปรับปริมาณสารเป็น TCA ความเข้มข้น 2.5% ปริมาตร 250 ไมโครลิตร สารละลายน้ำยาง ปริมาตร 250 ไมโครลิตร และ anthrone reactive ปริมาตร 3 มิลลิลิตร

กรณีที่มีน้ำตาลซูโครสสูง หากวัดค่าการดูดกลืนแสงได้สูงกว่า 0.8 ให้ปรับปริมาณสาร เป็น TCA ความเข้มข้น 2.5% ปริมาตร 450 ไมโครลิตร สารละลายน้ำยาง ปริมาตร 50 ไมโครลิตร และ anthrone reactive ปริมาตร 3 มิลลิลิตร

คำนวณความเข้มข้นของซูโครสในหน่วย มิลลิโมล/น้ำยาง 1 ลิตร (mM/l) ตามสูตร

	[Suc] mM	=	OD x K x [(Fw + W1 + W2) / Fw]
เมื่อ	K	=	ค่าสัมประสิทธิ์การดูดกลืนแสงของน้ำตาลซูโครสจาก standard curve
	Fw	=	น้ำหนักน้ำยางสดในหน่วยกรัม
	W1	=	น้ำหนักน้ำกลั่นต่อหลอดในหน่วยกรัม (standard CRRC = 5 กรัม)
	W2	=	น้ำหนักของ TCA ความเข้มข้น 20% ซึ่งใช้ในการชักนำให้น้ำยางเกิดการตกตะกอน (standard CRRC = 0.715กรัม)

- การวิเคราะห์หาปริมาณอินทรีย์ฟอสฟอรัส

อาศัยหลักการปฏิกิริยา colorimetric reaction ของอินทรีย์ฟอสฟอรัส คือ จะสร้างพันธะกับ molybdate และ vanadate เกิดเป็นสารประกอบซึ่งดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 410 นาโนเมตร

การวิเคราะห์หาปริมาณอินทรีย์ฟอสฟอรัส ในหลอดแก้วที่มีฝาปิด เติม TCA ความเข้มข้น 2.5% ปริมาตร 1 มิลลิลิตร สารละลายน้ำยาล้าง 500 ไมโครลิตร และ Pi (IN) reactive ปริมาตร 3 มิลลิลิตร ปิดฝาหลอด นำไปปั่นกับ vortex ทิ้งไว้ 5 นาที หลังจากนั้นนำไปอ่านค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 410 นาโนเมตร คำนวณความเข้มข้นของอินทรีย์ฟอสฟอรัสในหน่วย มิลลิโมล/น้ำยาล้าง 1 ลิตร (mM/l) ตามสูตร

$$[Pi] \text{ mM} = OD \times K \times (Fw + W1 + W2) / Fw$$

เมื่อ

K = ค่าสัมประสิทธิ์การดูดกลืนแสงของอินทรีย์ฟอสฟอรัส จาก standard curve

Fw = น้ำหนักน้ำยาล้างสดในหน่วยกรัม

W1 = น้ำหนักน้ำกลั่นต่อหลอดในหน่วยกรัม (standard CRRC = 5 กรัม)

W2 = น้ำหนักของ TCA ความเข้มข้น 20% ซึ่งใช้ในการชักนำให้น้ำยาล้างเกิดการตกตะกอน (standard CRRC = 0.715 กรัม)

- การวิเคราะห์หาปริมาณไซออล

อาศัยหลักการปฏิกิริยา colorimetric reaction ของไซออล คือ ทำปฏิกิริยากับ dithio bisnitrobenzoic acid (DTNB) เกิดเป็นสารประกอบ TNB ซึ่งดูดกลืนแสงได้ดีที่ความยาวคลื่น 412 นาโนเมตร

การวิเคราะห์หาปริมาณไซออล ในหลอดแก้วที่มีฝาปิด เติม Teis ความเข้มข้น 0.5 M ปริมาตร 1 มิลลิลิตร สารละลายน้ำยาล้าง ปริมาตร 1.5 มิลลิลิตร DTNB ปริมาตร 50 ไมโครลิตร ปิดฝาหลอด นำไปปั่นกับ vortex ทิ้งไว้ 5 นาที หลังจากนั้นนำไปอ่านค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 412 นาโนเมตร คำนวณความเข้มข้นของไซออลในหน่วย มิลลิโมล/น้ำยาล้าง 1 ลิตร ตามสูตร

	[R-SH] mM	=	OD x K x [(Fw + W1 + W2) / Fw]
เมื่อ	K	=	ค่าสัมประสิทธิ์การดูดกลืนแสงของไซโอดจาก standard curve
	Fw	=	น้ำหนักน้ำยางสดในหน่วยกรัม
	W1	=	น้ำหนักน้ำกลั่นต่อหลอดในหน่วยกรัม (standard CRRC = 5 กรัม)
	W2	=	น้ำหนักของ TCA ความเข้มข้น 20% ซึ่งใช้ในการชักนำ ให้น้ำยางเกิดการตกตะกอน (standard CRRC = 0.715 กรัม)

- การวิเคราะห์หาปริมาณเนื้อยางแห้ง

ข้อมูลที่ได้แสดงเป็นเปอร์เซ็นต์เนื้อยางแห้ง โดยเก็บน้ำยาง 10 หยด/ต้น (ใช้น้ำยางจากการวิเคราะห์องค์ประกอบทางชีวเคมีข้างต้น) เริ่มจากชั่งน้ำหนักหลอดเปล่าทุกหลอด (T) เติม EDTA ความเข้มข้น 0.01% ปริมาตร 5 มิลลิลิตร ในหลอด (T + E) เมื่อเก็บน้ำยางใส่หลอดแล้ว นำมาชั่งน้ำหนักอีกครั้งหนึ่ง (T + E + L) โดยน้ำหนักเนื้อยางสดจะใกล้เคียงกับ (T + E + L) - (T + E) หลังจากนั้นให้น้ำยางตกตะกอนด้วย TCA ความเข้มข้น 20% ปริมาตร 0.715 มิลลิลิตร นำส่วนที่เป็นเนื้อยางมาอบที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง น้ำยางแห้ง (Dw) ที่ผ่านการอบมาชั่งน้ำหนักแต่ละก้อน คำนวณปริมาณเนื้อยางแห้ง ตามสูตร

$$\text{เปอร์เซ็นต์เนื้อยางแห้ง (DRC)} = (Dw / Fw) \times 100$$

ผลผลิตน้ำยาง

เก็บผลผลิตน้ำยาง โดยให้เกษตรกรเก็บน้ำยางที่กรี๊ดได้ในแต่ละวันกรี๊ดของแต่ละพันธุ์ชั่งน้ำหนักสดน้ำยางรวมกัน คำนวณผลผลิตเป็น กรัม/ต้น/ครั้งกรี๊ด โดย

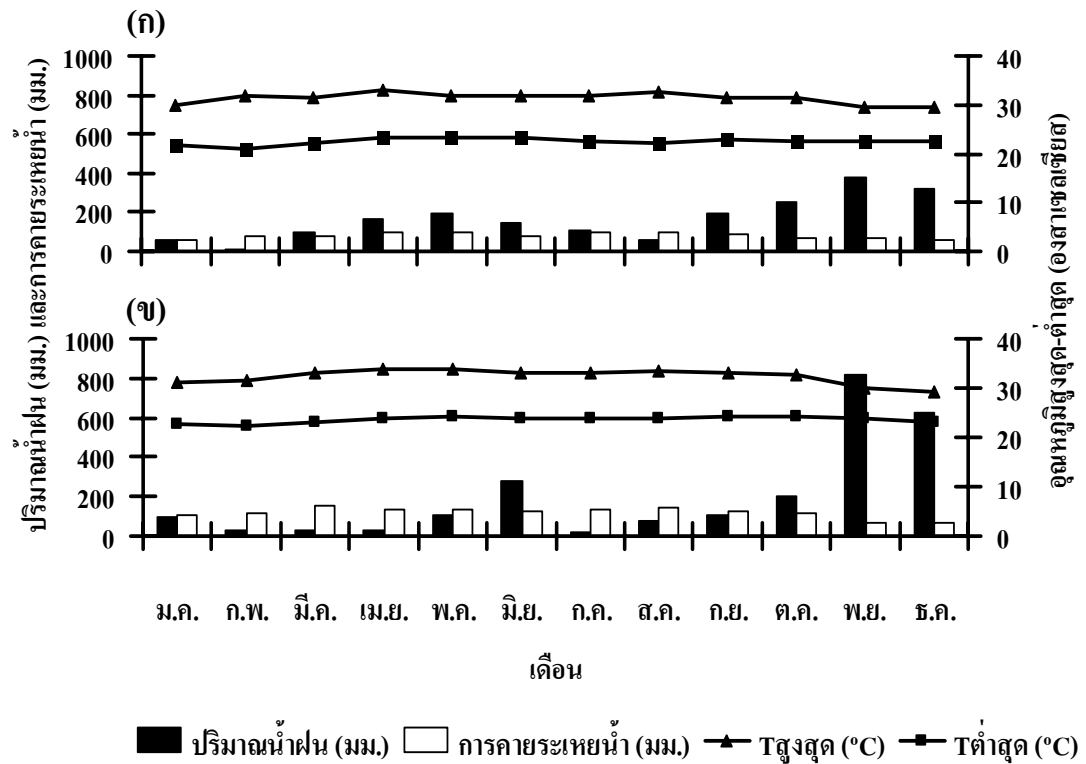
$$\text{ผลผลิตน้ำยางเป็น กรัม/ต้น/ครั้งกรี๊ด} = \frac{\text{ผลรวมของน้ำหนักน้ำยางทุกต้นที่กรี๊ด}}{\text{จำนวนต้นที่กรี๊ด}}$$

บทที่ 3

ผล

1. ข้อมูลอากาศระหว่างการทดลอง

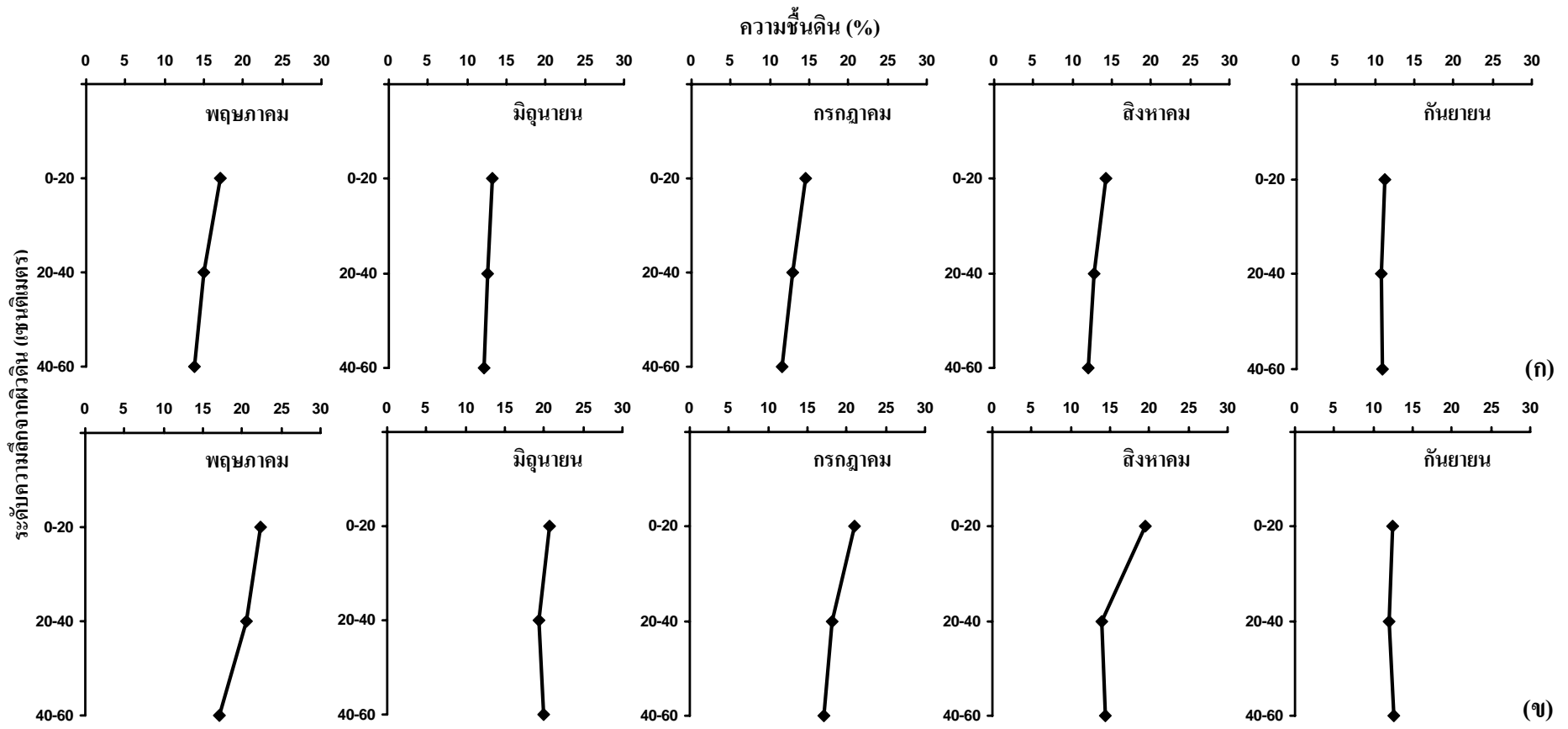
ข้อมูลปริมาณน้ำฝน ค่าการระเหยน้ำ และอุณหภูมิสูงสุด-ต่ำสุด ระหว่างการทดลองในเดือนมกราคม ถึง เดือนธันวาคม 2551 จากสถานีวิจัยต้นน้ำทะเลสาบสงขลา ซึ่งห่างจากแปลงทดลองอำเภอหาดใหญ่ประมาณ 20 กิโลเมตร ในระหว่างการทดลอง ดังภาพที่ 1ก พบว่า ปริมาณน้ำฝนรวมรายเดือนมีค่าสูงสุดในเดือนพฤศจิกายน 382.97 มิลลิเมตร และมีค่าต่ำสุดในช่วงฤดูแล้ง คือ เดือนกุมภาพันธ์ 8.20 มิลลิเมตร ค่าการระเหยน้ำเฉลี่ย พบว่า มีค่าสูงในช่วงเดือนสิงหาคม 100.13 มิลลิเมตร ต่ำสุดในเดือนธันวาคม 57.76 มิลลิเมตร สำหรับอุณหภูมิสูงสุด-ต่ำสุดในระหว่างการทดลอง พบว่า อุณหภูมิสูงสุดอยู่ในช่วงฤดูแล้ง (เดือนเมษายน) 33.03 องศาเซลเซียส ส่วนอุณหภูมิต่ำสุดอยู่ในช่วงเดือนกุมภาพันธ์ 20.93 องศาเซลเซียส ในส่วนของข้อมูลอากาศจากสถานีอุตุนิยมวิทยา จ. ปัตตานี ซึ่งห่างจากแปลงทดลองอำเภอนาทวีประมาณ 35 กิโลเมตร ในระหว่างการทดลองดังภาพที่ 1ข พบว่า ปริมาณน้ำฝนรวมรายเดือนมีค่าสูงสุดในเดือนพฤศจิกายน 818.00 มิลลิเมตร และมีค่าต่ำสุดในช่วงเดือนกรกฎาคม 20.01 มิลลิเมตร ค่าการระเหยน้ำ พบว่า มีค่าสูงในช่วงเดือนสิงหาคม 140.39 มิลลิเมตร ต่ำสุดในเดือนธันวาคม 65.10 มิลลิเมตร สำหรับอุณหภูมิสูงสุด-ต่ำสุดในระหว่างการทดลอง พบว่า อุณหภูมิสูงสุดอยู่ในช่วงฤดูร้อน (เดือนเมษายน) 33.93 องศาเซลเซียส ส่วนอุณหภูมิต่ำสุดอยู่ในช่วงเดือนกุมภาพันธ์ 22.15 องศาเซลเซียส ทั้งสองแปลงทดลองมีปริมาณฝนตกชุก 2 ช่วง คือ ช่วงเดือนพฤษภาคม ถึง เดือนมิถุนายน และช่วงเดือนกันยายน ถึง เดือนธันวาคม ขณะที่การระเหยน้ำจะมีค่ามากในช่วงที่มีปริมาณฝนตกน้อย อุณหภูมิสูงสุดอยู่ในช่วงฤดูแล้ง ส่วนอุณหภูมิต่ำสุดอยู่ในช่วงเดือนกุมภาพันธ์ในทั้งสองแปลงทดลอง



ภาพที่ 1 ข้อมูลสภาพอากาศ ปี พ.ศ. 2551 ระหว่างการทดลอง จากสถานีดินน้ำทะเลสาบสงขลา
จ. สงขลา (ก) และจากสถานีอุตุนิยมวิทยาปัตตานี จ. ปัตตานี

2. ปริมาณความชื้นในดิน

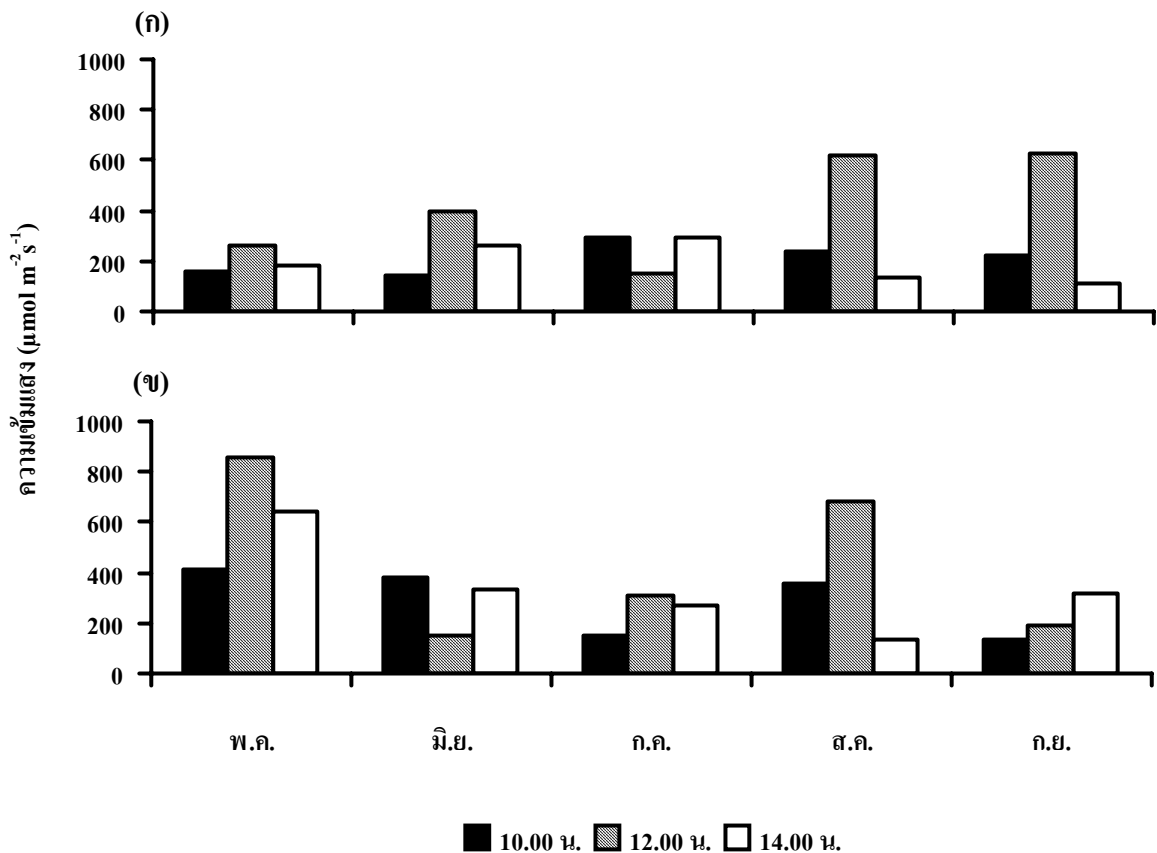
การเปลี่ยนแปลงความชื้นดินช่วงทำการทดลองที่ระดับความลึก 0-20 20-40 และ 40-60 เซนติเมตรจากผิวดิน ไม่แตกต่างกันมากนัก ความชื้นดินสูงที่ระดับความลึก 0-20 เซนติเมตรมากกว่าที่ระดับ 20-40 และ 40-60 เซนติเมตรจากผิวดิน แปลงทดลองอำเภอนาทวีใหญ่มีความชื้นดินสูงสุดในช่วงเดือนพฤษภาคม 17.07 เปอร์เซ็นต์ และต่ำที่สุด 10.74 เปอร์เซ็นต์ช่วงเดือนกันยายน (ภาพที่ 2ก) ในส่วนของแปลงทดลองอำเภอนาทวี พบว่า ปริมาณความชื้นดินสูงที่สุดเดือนพฤษภาคม 22.29 เปอร์เซ็นต์ และต่ำที่สุด 11.96 เปอร์เซ็นต์ช่วงเดือนกันยายน นอกจากนี้พบว่า แปลงทดลองที่อำเภอนาทวีมีความชื้นดินที่ระดับความลึกต่าง ๆ จากผิวดินเฉลี่ยสูงกว่าแปลงทดลองอำเภอนาทวีใหญ่ (ภาพที่ 2ข)



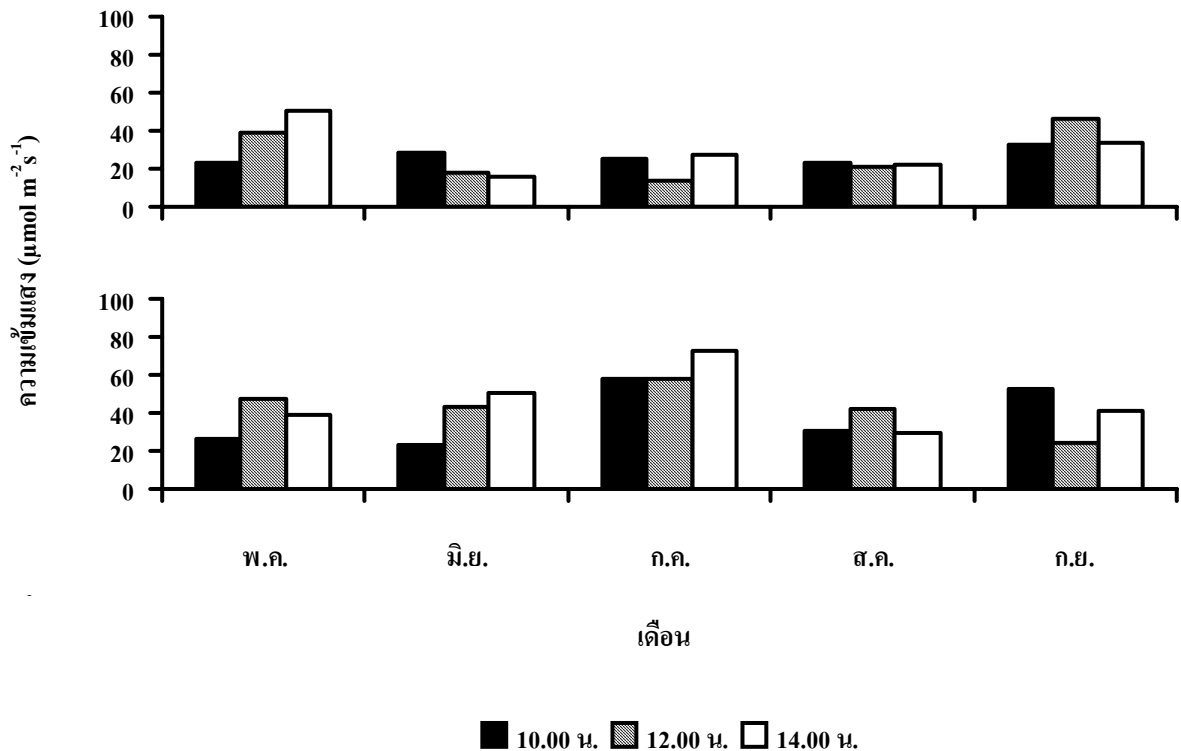
ภาพที่ 2 ปริมาณความชื้นดินเฉลี่ยในแปลงทดลองอำเภอหาดใหญ่ (ก) และแปลงทดลองอำเภอนาทวี (ข) ระหว่างเดือนพฤษภาคม ถึง เดือนกันยายน 2551

3. ความเข้มแสง

ความเข้มแสงภายนอกและภายในทรงพุ่มของยางพาราในช่วง 10:00-14:00 น. ระหว่างเดือนพฤษภาคม ถึง เดือนกันยายน 2551 ทั้งสองแปลงทดลองมีค่าเฉลี่ยปริมาณความเข้มแสงภายนอกทรงพุ่ม 110.70-860.48 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ แปลงทดลองอำเภอหาดใหญ่ ความเข้มแสงภายนอกทรงพุ่มสูงสุด 624.4 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ ในช่วงเดือนกันยายน ส่วนแปลงทดลองอำเภอนาทวี มีความเข้มแสงภายนอกทรงพุ่มสูงสุด 860.5 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ ในช่วงเดือนพฤษภาคม เมื่อพิจารณาความเข้มแสงภายในทรงพุ่ม พบว่า มีปริมาณความเข้มแสงอยู่ในช่วง 15.61-72.57 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ แปลงทดลองอำเภอหาดใหญ่ ความเข้มแสงภายในทรงพุ่มสูงสุด 50.68 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ ในช่วงเดือนพฤษภาคม ส่วนแปลงทดลองอำเภอนาทวีความเข้มแสงสูงสุด 72.57 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ ในช่วงเดือนกรกฎาคม จะเห็นได้ว่าปริมาณความเข้มแสงที่ส่องผ่านทรงพุ่มของยางพาราลดลงเมื่อยางพารามีการแตกใบใหม่ และแปลงทดลองอำเภอนาทวีมีค่าเฉลี่ยปริมาณความเข้มแสงภายในทรงพุ่มสูงกว่าแปลงทดลองอำเภอหาดใหญ่ ดังแสดงในภาพที่ 3 และภาพที่ 4



ภาพที่ 3 ความเข้มแสงภายนอกทรงพุ่มในแปลงทดลองอำเภอหาดใหญ่ (ก) และแปลงทดลองอำเภอนาทวี (ข) ระหว่างเดือนพฤษภาคม ถึง เดือนกันยายน 2551



ภาพที่ 4 ความเข้มแสงภายในทรงพุ่มในแปลงทดลองอำเภอหาดใหญ่ (ก) และแปลงทดลองอำเภอนาทวี (ข) ระหว่างเดือนพฤษภาคม ถึง เดือนกันยายน 2551

4. เส้นผ่านศูนย์กลาง และความหนาแน่นของท่อน้ำยาง

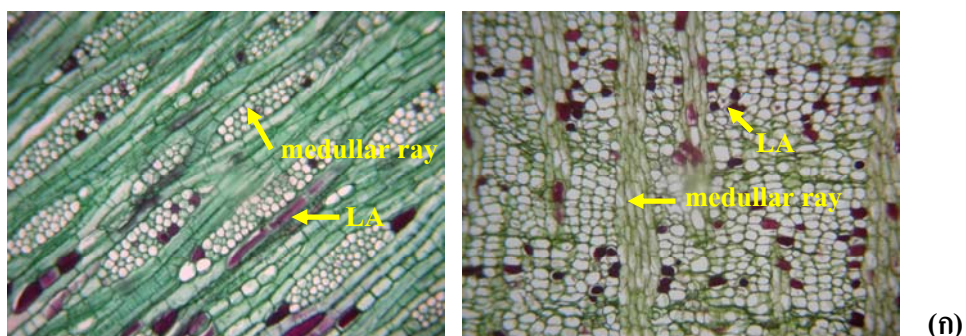
เปรียบเทียบลักษณะทางกายวิภาคของยางพาราพันธุ์ที่ให้ผลผลิตสูง (SK 3 และ SK 1) กับพันธุ์ RRIM 600 แปลงทดลองอำเภอหาดใหญ่ พบว่า ยางพาราพันธุ์ SK 3 มีเส้นผ่านศูนย์กลางท่อน้ำยาง 34.0 ไมโครเมตร ใหญ่กว่าพันธุ์ RRIM 600 (30.8 ไมโครเมตร) แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ สำหรับความหนาแน่นของท่อน้ำยางในวงเดียวกันต่อความยาว 1 มิลลิเมตรของยางพาราพันธุ์ SK 3 มีค่า 26.7 ท่อ ต่อมิลลิเมตร สูงกว่าพันธุ์ RRIM 600 (24.6 ท่อ ต่อมิลลิเมตร) แต่ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ในแปลงทดลองอำเภอนาทวี พบว่า ยางพาราพันธุ์ SK 1 มีเส้นผ่านศูนย์กลางท่อน้ำยาง 35.6 ไมโครเมตร ใหญ่กว่าพันธุ์ RRIM 600 (33.1 ไมโครเมตร) แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ เมื่อพิจารณาความหนาแน่นของท่อน้ำยางในวงเดียวกันต่อความยาว 1 มิลลิเมตรของยางพาราพันธุ์ SK 1 มีค่า 27.1 ท่อ ต่อมิลลิเมตร สูงกว่าพันธุ์ RRIM 600 (25.3 ท่อ ต่อมิลลิเมตร) แต่ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 2

ตารางที่ 2 เส้นผ่านศูนย์กลางท่อน้ำยาง (ไมโครเมตร) และความหนาแน่นของท่อน้ำยางภายในวงเดียวกันต่อความยาว 1 มิลลิเมตรของยางพาราพันธุ์ต่าง ๆ ในแปลงทดลองอำเภอหาดใหญ่และอำเภอนาทวี (ค่าเฉลี่ย \pm SE)

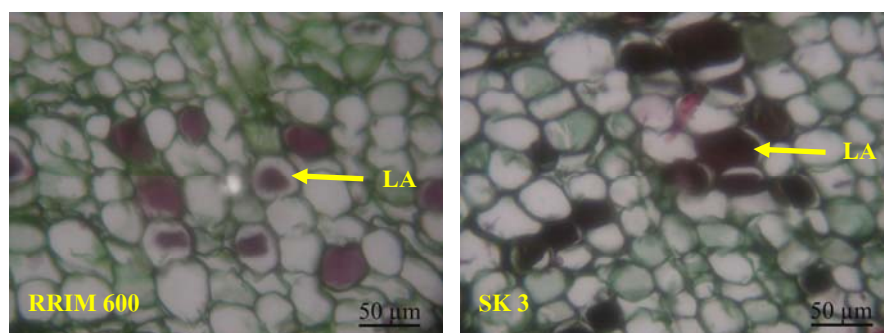
พันธุ์	เส้นผ่านศูนย์กลาง (ไมโครเมตร)	ความหนาแน่น/มม.
RRIM 600	30.8 \pm 0.85b	24.6 \pm 0.69
SK 3	34.0 \pm 0.58a	26.7 \pm 1.17
T-test	*	ns
LSD _{0.05}	2.078	2.8576
C.V.(%)	10.03	11.86
RRIM 600	33.1 \pm 0.53b	25.3 \pm 1.43
SK 1	35.6 \pm 0.58a	27.1 \pm 0.46
T-test	*	ns
LSD _{0.05}	1.587	0.1726
C.V.(%)	7.21	12.82

* แตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ $p \leq 0.05$ โดยวิธีการเปรียบเทียบแบบ T-test

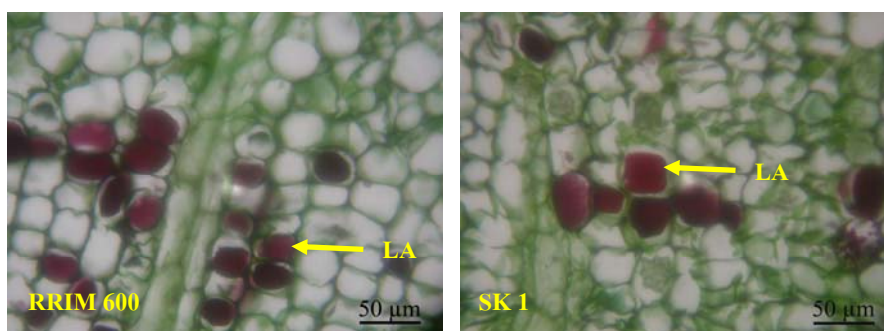
ns ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ



(ก)



(ข)



(ค)

ภาพที่ 5 ลักษณะการเรียงตัวของท่อน้ำยาง (พันธุ์ RRIM 600) ในแนวตัดตามยาวขนานกับ รังมีลำต้น (ก ซ้าย) และในแนวตัดตามขวางตั้งฉากกับลำต้น (ก ขวา)
 ท่อน้ำยางในแนวตัดตามขวางตั้งฉากกับลำต้นของยางพาราพันธุ์ RRIM 600 และ พันธุ์ SK 3 แปลงทดลองอำเภอหาดใหญ่ (ข)
 ท่อน้ำยางในแนวตัดตามขวางตั้งฉากกับลำต้นของยางพาราพันธุ์ RRIM 600 และ พันธุ์ SK 1 แปลงทดลองอำเภอนาทวี (ค)
 LA คือ ท่อน้ำยางในแนวตัดตามขวางซึ่งล้อมติดสีแดง

5. เส้นผ่านศูนย์กลาง และความหนาแน่นของท่อน้ำ

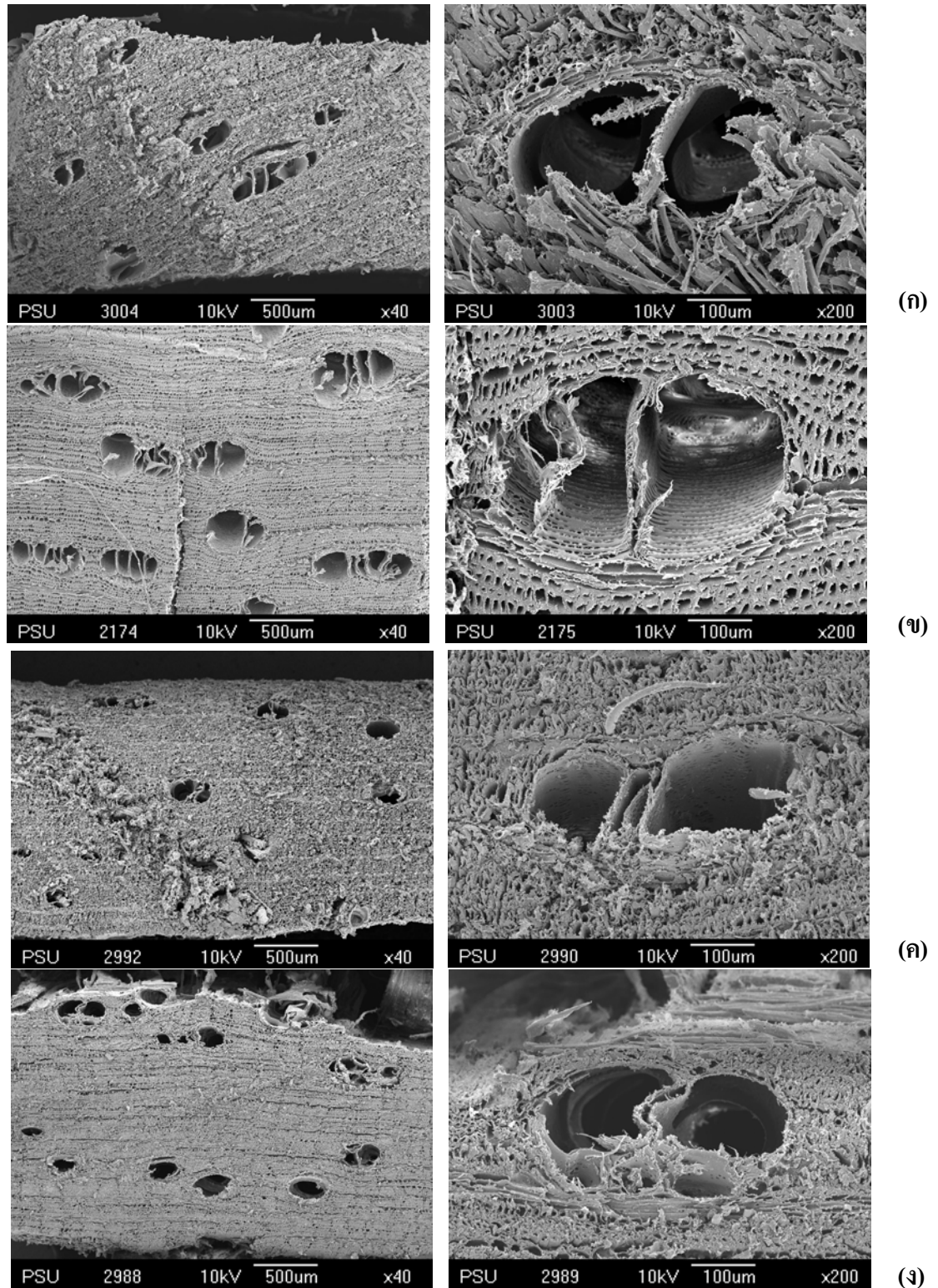
เมื่อศึกษาเส้นผ่านศูนย์กลางและความหนาแน่นของท่อน้ำ พบว่า ยางพารา มีลักษณะของท่อน้ำเป็นทั้งแบบเดี่ยวและแบบคู่ อีกทั้งมีขนาดแตกต่างกันด้วย แปลงทดลองอำเภอหาดใหญ่ พบว่า ยางพาราพันธุ์ SK 3 มีเส้นผ่านศูนย์กลางท่อน้ำ 325.7 ไมโครเมตร ใหญ่กว่าพันธุ์ RRIM 600 (219.7 ไมโครเมตร) แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ สำหรับความหนาแน่นของท่อน้ำ ยางพาราพันธุ์ SK 3 1.92 ต่อตารางมิลลิเมตร สูงกว่าพันธุ์ RRIM 600 (1.75 ต่อตารางมิลลิเมตร) แต่ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ส่วนแปลงทดลองอำเภอนาทวี พบว่า ยางพาราพันธุ์ SK 1 มีเส้นผ่านศูนย์กลางท่อน้ำ 323.8 ไมโครเมตร ใหญ่กว่าพันธุ์ RRIM 600 (255.7 ไมโครเมตร) แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ส่วนความหนาแน่นท่อน้ำของยางพาราพันธุ์ SK 1 2.58 ต่อตารางมิลลิเมตร สูงกว่าพันธุ์ RRIM 600 (2.17 ต่อตารางมิลลิเมตร) แต่ไม่แตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 3 และภาพที่ 5) ยางพาราพันธุ์ที่ให้ผลผลิตสูงมีขนาดของท่อน้ำใหญ่ซึ่งจะเกี่ยวข้องกับการส่งน้ำเข้าสู่เซลล์ท่อน้ำยางในขณะกรีดอีกด้วย

ตารางที่ 3 ความกว้างของท่อน้ำ (ไมโครเมตร) และความหนาแน่นของท่อน้ำ (ต่อตารางมิลลิเมตร) ของยางพาราพันธุ์ต่าง ๆ ในแปลงทดลองอำเภอหาดใหญ่ และอำเภอนาทวี (ค่าเฉลี่ย \pm SE)

พันธุ์	ความกว้างท่อน้ำ (μm)	ความหนาแน่น ต่อ ตร. มม.
RRIM 600	219.7 \pm 20.05b	1.75 \pm 0.43
SK 3	325.7 \pm 33.01a	1.92 \pm 0.08
T-test	*	ns
LSD_{0.05}	107.23	1.2243
C.V.(%)	17.34	29.46
RRIM 600	255.7 \pm 10.87b	2.17 \pm 0.08
SK 1	323.8 \pm 23.43a	2.58 \pm 0.22
T-test	*	ns
LSD_{0.05}	63.19	0.6544
C.V.(%)	12.60	12.15

* แตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ $p \leq 0.05$ โดยวิธีการเปรียบเทียบแบบ T-test

ns ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ



ภาพที่ 6 ลักษณะของท่อน้ำในยางพาราพันธุ์ RRIM 600 (ก) และพันธุ์ SK 3 (ข) แปลงทดลองอำเภอหาดใหญ่ ท่อน้ำในยางพาราพันธุ์ RRIM 600 (ค) และพันธุ์ SK 1(ง) แปลงทดลองอำเภอนาทวี

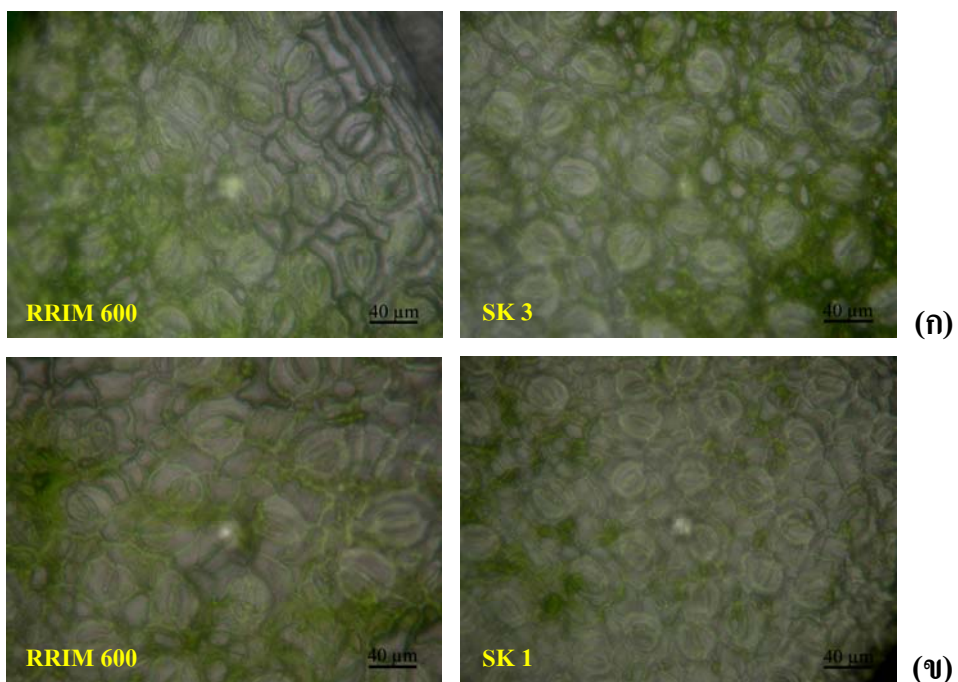
6. ขนาด และความหนาแน่นของปากใบ

เมื่อทำการศึกษขนาด และความหนาแน่นของปากใบ พบว่า ลักษณะปากใบของ ยางพาราแต่ละพันธุ์ไม่แตกต่างกันทางสถิติ โดยที่แปลงทดลองอำเภอหาดใหญ่ พบว่า ยางพาราพันธุ์ SK 3 มีขนาดปากใบ 23.2 x 33.6 ไมโครเมตร เล็กกว่าพันธุ์ RRIM 600 (25.2 x 32.8 ไมโครเมตร) ความหนาแน่นปากใบของยางพาราพันธุ์ SK 3 26,534 ต่อ ตารางเซนติเมตร มีแนวโน้มสูงกว่าพันธุ์ RRIM 600 (25,691 ต่อ ตารางเซนติเมตร) ส่วนแปลงทดลองอำเภอนาทวี พบว่า ยางพาราพันธุ์ SK 1 มีขนาดปากใบ 23.4 x 33.6 ไมโครเมตร เล็กกว่าพันธุ์ RRIM 600 (24.2 x 34.6 ไมโครเมตร) ความหนาแน่นปากใบของยางพาราพันธุ์ SK 1 33,600 ต่อ ตารางเซนติเมตร มีแนวโน้มสูงกว่าพันธุ์ RRIM 600 (31,660 ต่อ ตารางเซนติเมตร) ดังตารางที่ 4 และภาพที่ 6 เมื่อพิจารณายางพาราพันธุ์ SK 3 และ SK 1 มีขนาดของปากใบเล็กกว่าพันธุ์ RRIM 600 แต่มีความหนาแน่นของปากใบมาก ซึ่งแสดงถึงประสิทธิภาพในการตรึงคาร์บอนไดออกไซด์ในการสร้างน้ำตาลซูโครสด้วย

ตารางที่ 4 ความกว้าง (ไมโครเมตร) ความยาว (ไมโครเมตร) และความหนาแน่นของปากใบ (ต่อตารางเซนติเมตร) ของยางพาราพันธุ์ต่างๆ ในแปลงทดลองอำเภอหาดใหญ่ และอำเภอนาทวี (ค่าเฉลี่ย \pm SE)

พันธุ์	ความกว้างปากใบ (μm)	ความยาวปากใบ (μm)	ความหนาแน่นปากใบ ต่อ ซม. ²
RRIM 600	24.2 \pm 1.21	34.6 \pm 0.95	25,791 \pm 1,013.47
SK 3	23.4 \pm 1.79	33.6 \pm 1.36	26,534 \pm 1,015.49
T-test	ns	ns	ns
LSD_{0.05}	4.5385	3.4791	3367.7
C.V.(%)	20.30	10.86	8.83
RRIM 600	25.2 \pm 1.31	32.8 \pm 1.34	31,671 \pm 1,974.23
SK 1	23.2 \pm 1.31	33.6 \pm 1.07	33,660 \pm 765.00
T-test	ns	ns	ns
LSD_{0.05}	3.8815	3.5982	4882.4
C.V.(%)	17.07	11.54	10.25

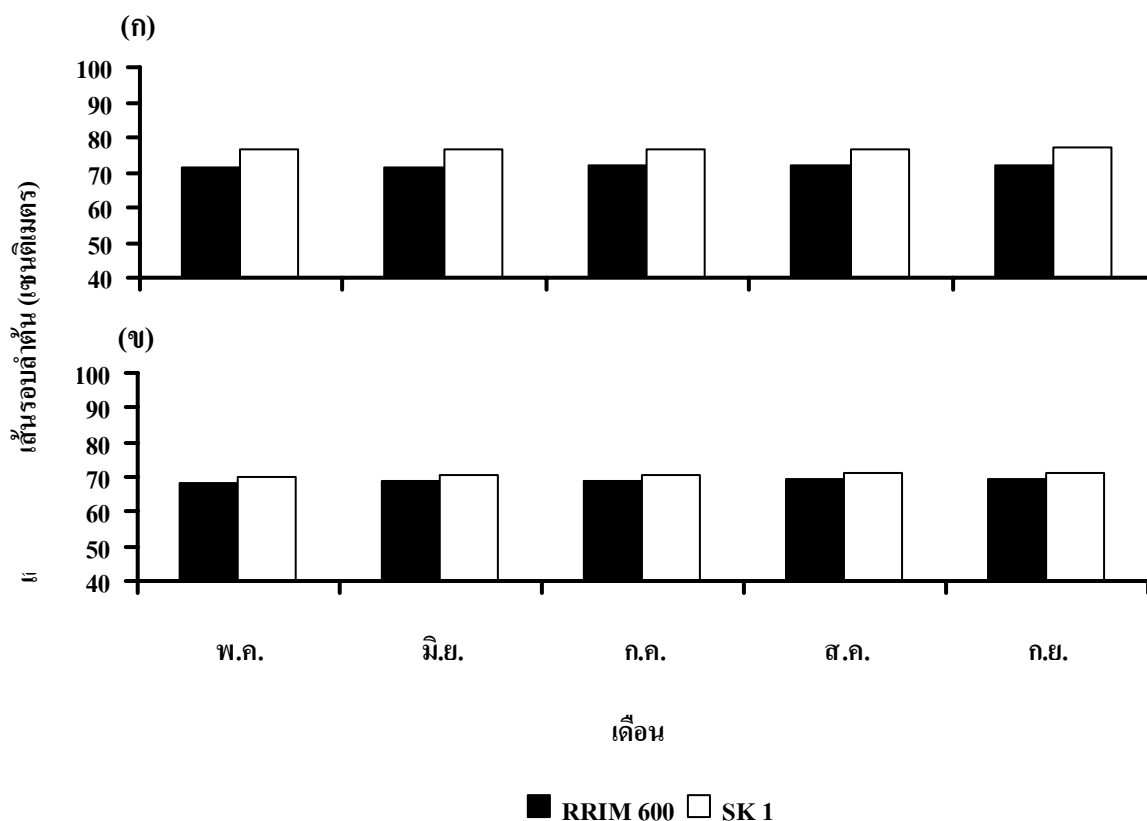
ns ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ



ภาพที่ 7 ลักษณะปากใบ และการกระจายตัวของปากใบในยางพาราพันธุ์ RRIM 600 และพันธุ์ SK 3 (ก) แปลงทดลองอำเภอหาดใหญ่ ยางพาราพันธุ์ RRIM 600 และพันธุ์ SK 1 (ข) แปลงทดลองอำเภอนาทวี

7. การเจริญเติบโตทางด้านลำต้น

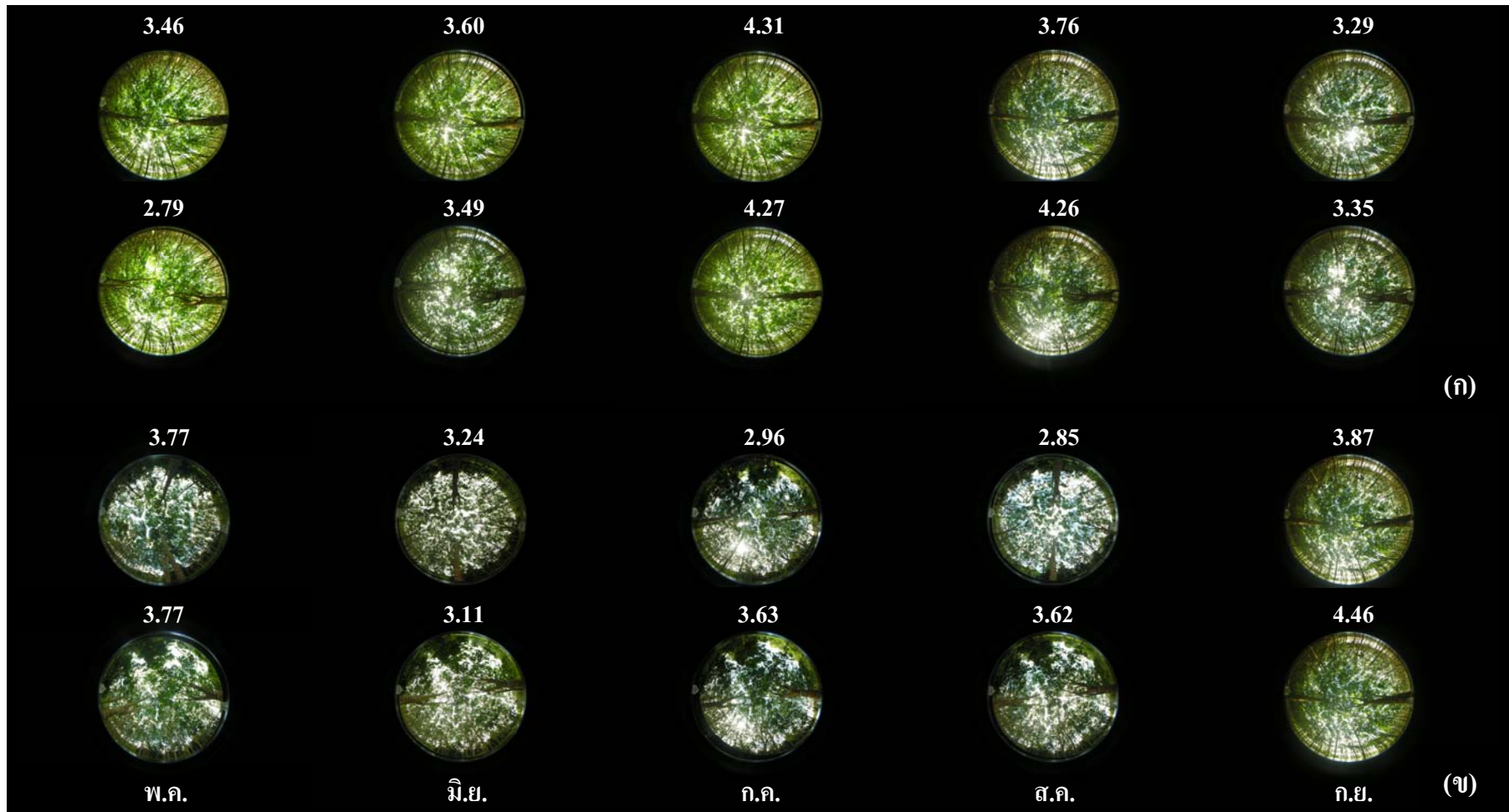
ศึกษาเปรียบเทียบการเจริญเติบโตของยางพาราแต่ละพันธุ์ โดยประเมินจากเส้นรอบลำต้นระหว่างเดือนพฤษภาคม ถึง เดือนกันยายน 2551 ทำการเก็บข้อมูลขนาดเส้นรอบลำต้นที่ระดับความสูง 170 เซนติเมตรจากระดับดิน ซึ่งจากการศึกษา พบว่า เส้นรอบลำต้นของยางพาราแต่ละพันธุ์เพิ่มขึ้นในแต่ละเดือนไม่แตกต่างกันทางสถิติ แปลงทดลองอำเภอหาดใหญ่ ยางพาราพันธุ์ SK 3 มีเส้นรอบลำต้นเพิ่มขึ้นเฉลี่ยเดือนละ 0.17 เซนติเมตร สูงกว่าพันธุ์ RRIM 600 (0.08 เซนติเมตร) ส่วนในแปลงทดลองอำเภอนาทวี พบว่า ยางพาราพันธุ์ SK 1 และพันธุ์ RRIM 600 มีเส้นรอบลำต้นที่เพิ่มขึ้นเฉลี่ยเดือนละ 0.21 เซนติเมตรเท่ากันทั้งสองพันธุ์ อนึ่งยางพาราพันธุ์ SK 3 และ SK 1 จะมีการเจริญเติบโตทางลำต้นสูงกว่าพันธุ์ RRIM 600 สังเกตโดยมีเส้นรอบวงลำต้นเฉลี่ยสูงกว่าพันธุ์ RRIM 600 ที่ปลูกในแปลงเดียวกัน (ภาพที่ 7)



ภาพที่ 8 เส้นรอบวงลำต้นของยางพาราพันธุ์ RRIM 600 และพันธุ์ SK 3 (ก) แปลงทดลองอำเภอหาดใหญ่ ยางพาราพันธุ์ RRIM 600 และพันธุ์ SK 1 (ข) แปลงทดลองอำเภอนาทวี ระหว่างเดือนพฤษภาคม ถึง เดือนกันยายน 2551

8. ดัชนีพื้นที่ใบต่อพื้นที่

ศึกษาเปรียบเทียบการเจริญเติบโตของยางพาราโดยทำการประเมินจากพื้นที่ใบต่อพื้นที่จากภาพถ่ายด้วยกล้องเลนส์ตาปลาในยางพาราพันธุ์แต่ละพันธุ์ระหว่างเดือนพฤษภาคม ถึง เดือนกันยายน 2551 พบว่า ยางพาราแต่ละพันธุ์มีดัชนีพื้นที่ใบเฉลี่ยไม่มีความแตกต่างทางสถิติ แปลงทดลองอำเภอหาดใหญ่ พบว่า ยางพาราพันธุ์ RRIM 600 มีดัชนีพื้นที่ใบเฉลี่ย 3.69 สูงกว่าพันธุ์ SK 3 (3.63) เล็กน้อย แปลงทดลองอำเภอนาทวี พบว่า ยางพาราพันธุ์ SK 1 มีดัชนีพื้นที่ใบเฉลี่ย 3.72 สูงกว่าพันธุ์ RRIM 600 (3.34) อีกทั้งในช่วงเดือนมิถุนายนมีปริมาณฝนตกมากส่งผลทำให้ยางพาราเกิดอาการใบร่วงโดยเฉพาะในพันธุ์ RRIM 600 สังเกตพบว่า ดัชนีพื้นที่ใบลดลงอย่างเห็นได้ชัดในเดือนกรกฎาคมถึงเดือนสิงหาคม (ภาพที่ 8)

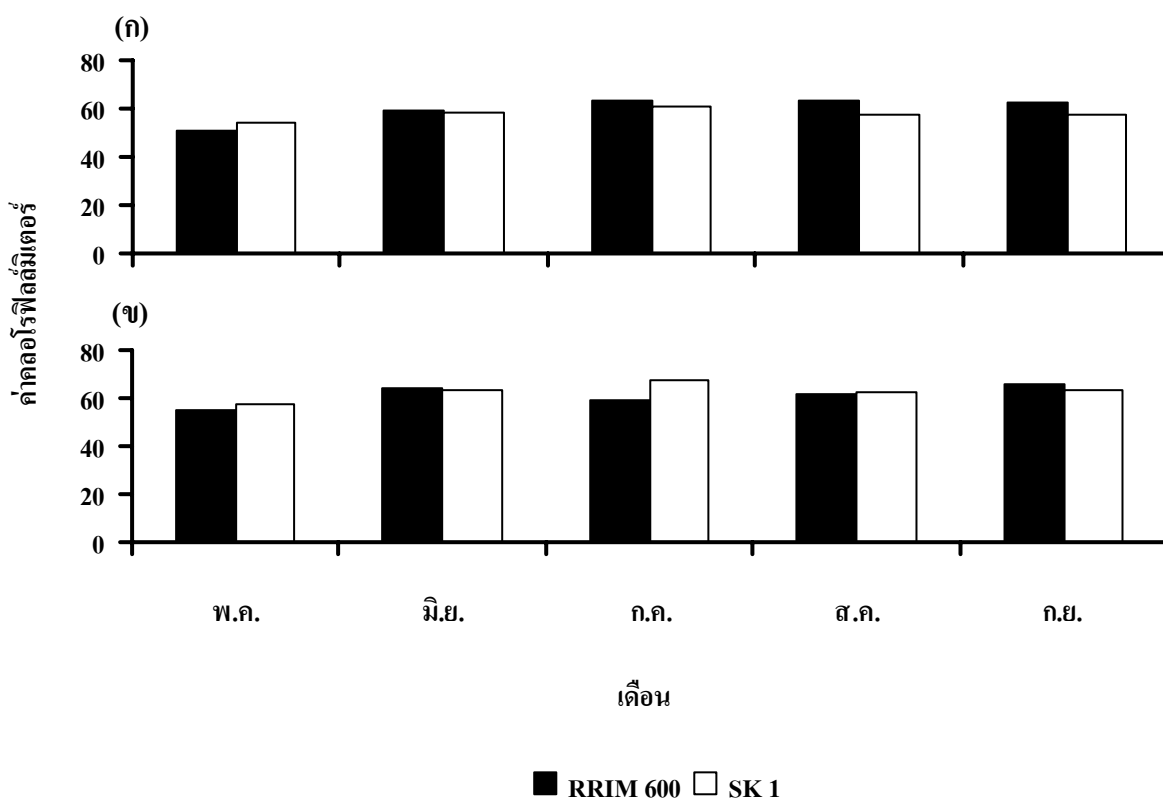


ภาพที่ 9

ดัชนีพื้นที่ใบของยางพาราพันธุ์ RRIM 600 และพันธุ์ SK 3 แปลงทดลองอำเภอหาดใหญ่ (ก) ยางพาราพันธุ์ RRIM 600 และพันธุ์ SK 1 แปลงทดลองอำเภอนาทวี (ข) ระหว่างเดือนพฤษภาคมถึงเดือนกันยายน 2551

9. ค่าคลอโรฟิลล์มีเตอร์

ศึกษาเปรียบเทียบค่าคลอโรฟิลล์มีเตอร์ในใบของยางพาราแต่ละพันธุ์ พบว่ายางพาราแต่ละพันธุ์มีค่าคลอโรฟิลล์มีเตอร์ในใบใกล้เคียงกัน (เฉลี่ย 51.13 ถึง 67.21) ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ยางพาราในแปลงทดลองอำเภอหาดใหญ่ และแปลงทดลองอำเภอนาทวีนั้น มีค่าคลอโรฟิลล์มีเตอร์ในใบต่ำในช่วงเดือนพฤษภาคมซึ่งเป็นช่วงที่ยางพาราแตกใบใหม่ และเป็นช่วงเริ่มเปิดกรีด และค่าคลอโรฟิลล์มีเตอร์ในใบเพิ่มขึ้นในเดือนถัดมา ในแปลงทดลองอำเภอหาดใหญ่ ค่าคลอโรฟิลล์มีเตอร์ในใบของยางพาราพันธุ์ SK 3 และ RRIM 600 เพิ่มขึ้นสูงกว่ายางพาราพันธุ์ SK 1 และพันธุ์ RRIM 600 ในแปลงทดลองอำเภอนาทวี อีกทั้งค่าเฉลี่ยค่าคลอโรฟิลล์มีเตอร์ในใบแปลงทดลองอำเภอหาดใหญ่ (59.78 และ 57.60 ตามลำดับ) ยังต่ำกว่าค่าเฉลี่ยค่าคลอโรฟิลล์มีเตอร์ในแปลงทดลองอำเภอนาทวี (61.32 และ 62.79 ตามลำดับ) อีกด้วย (ภาพที่ 9)



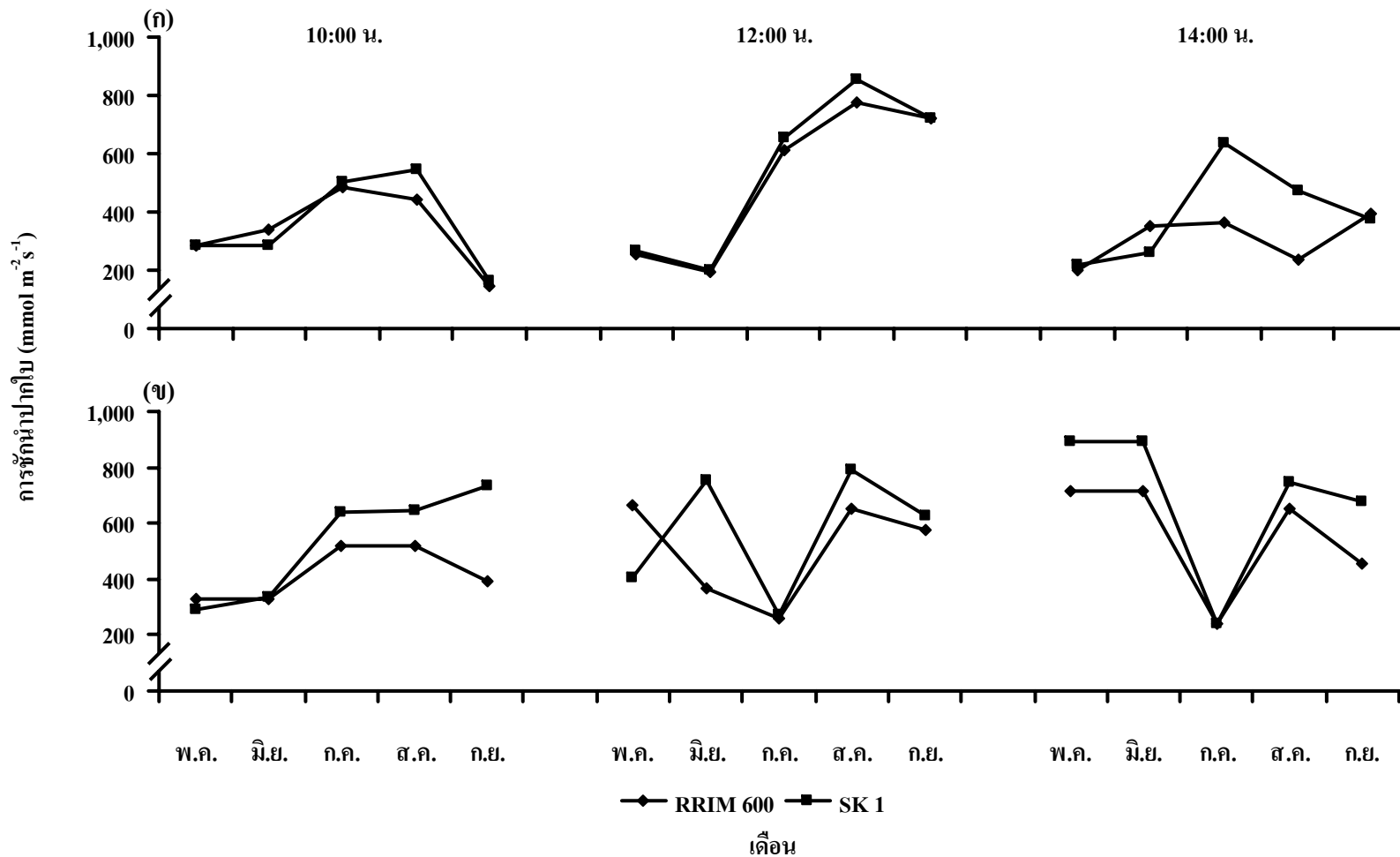
ภาพที่ 10 ค่าคลอโรฟิลล์มีเตอร์ในใบของยางพาราพันธุ์ RRIM 600 และพันธุ์ SK 3 (ก) แปลงทดลองอำเภอหาดใหญ่ และยางพาราพันธุ์ RRIM 600 และพันธุ์ SK 1 (ข) แปลงทดลองอำเภอนาทวี ระหว่างเดือนพฤษภาคม ถึง เดือนกันยายน 2551

10. การชักนำปากใบ

จากการศึกษาค่าการชักนำปากใบของยางพาราแต่ละพันธุ์ พบว่า ผันแปรไปตามสภาพแวดล้อมขณะทำการวัดข้อมูล ไม่ว่าจะเป็นแสงแดด ลม ความชื้น เป็นต้น การชักนำปากใบในช่วงเวลา 10:00-14:00 น. ของยางพาราแต่ละพันธุ์อยู่ในช่วง 142.9-894.0 $\text{mmol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ ยางพาราพันธุ์ SK 3 และพันธุ์ SK 1 มีแนวโน้มการชักนำปากใบสูงกว่าพันธุ์ RRIM 600 แต่ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ในแปลงทดลองอำเภอหาดใหญ่ พบว่า ยางพารามีค่าการชักนำปากใบสูงสุดในช่วง 12:00 น. โดยยางพาราพันธุ์ SK 3 มีค่าการชักนำปากใบเฉลี่ย 539.1 $\text{mmol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ สูงกว่าพันธุ์ RRIM 600 (512.4 $\text{mmol m}^{-2} \text{s}^{-1}$) ในส่วนของแปลงทดลองอำเภอนาทวี พบว่า ยางพารามีการชักนำการเปิดปากใบสูงสุดในช่วง 14:00 น. ยางพาราพันธุ์ SK 1 มีค่าการชักนำปากใบเฉลี่ย 691.4 $\text{mmol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ สูงกว่าพันธุ์ RRIM 600 (554.7 $\text{mmol m}^{-2} \text{s}^{-1}$) ถึงแม้ยางพาราพันธุ์ SK 3 และ SK 1 มีค่าเฉลี่ยการชักนำปากใบสูงกว่าพันธุ์ RRIM 600 แต่ก็ไม่แตกต่างกันทางสถิติ (ภาพที่ 10)

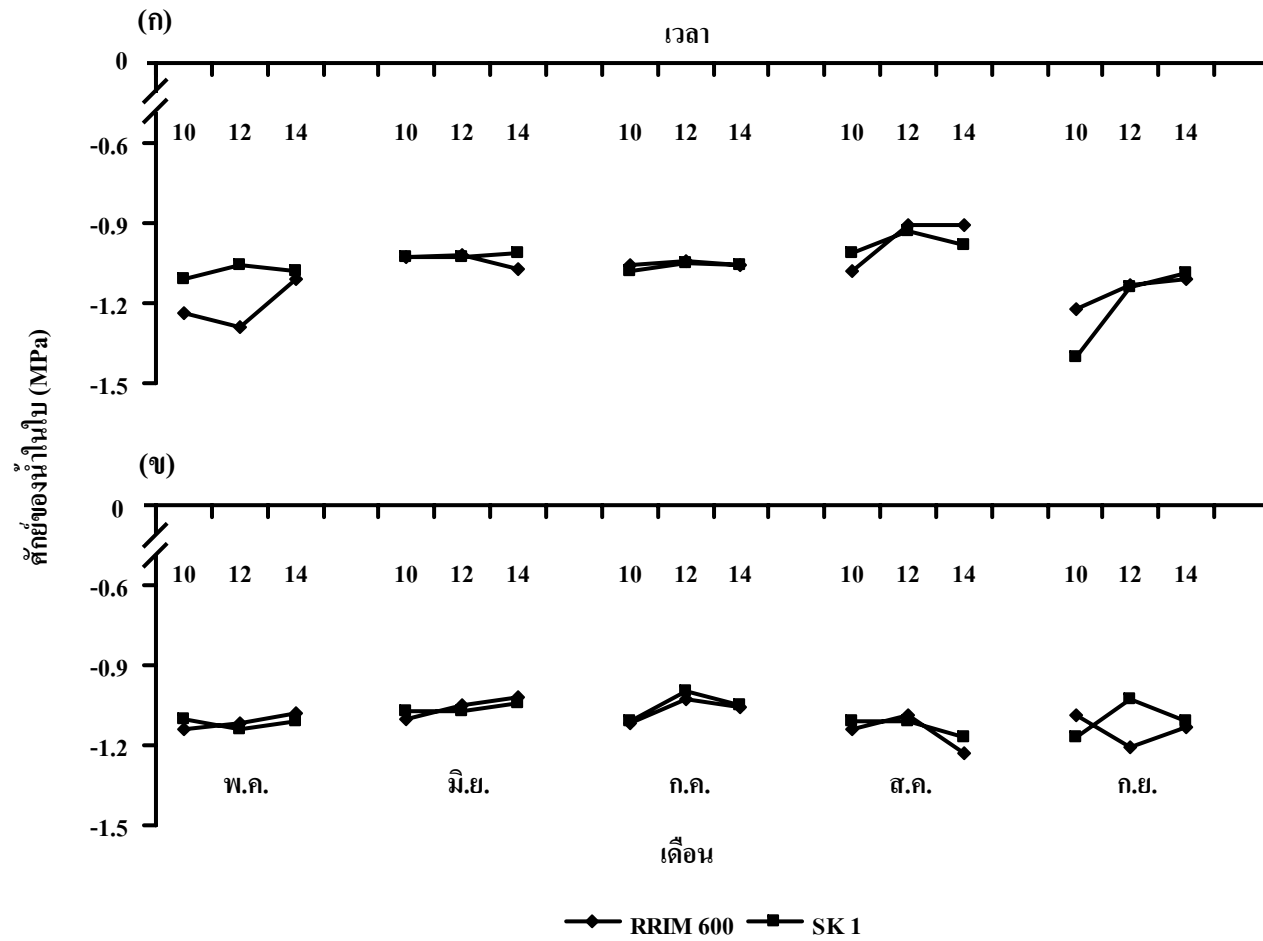
11. ศักย์ของน้ำในใบ

การเปลี่ยนแปลงศักย์ของน้ำในใบในช่วงเวลา 10:00-14:00 น. ไม่มีความสัมพันธ์กับการชักนำการเปิดปากใบ ยางพาราแต่ละพันธุ์มีค่าศักย์ของน้ำสูงในช่วงเช้า ศักย์ของน้ำในใบลดลงในช่วงเที่ยง และเพิ่มขึ้นในช่วงบ่าย จากการเปรียบเทียบค่าศักย์ของน้ำในใบของยางพาราแต่ละพันธุ์ พบว่า ศักย์ของน้ำในใบของยางพาราแต่ละพันธุ์ช่วงเวลาดังกล่าวมีค่าใกล้เคียงกัน ไม่แตกต่างกันทางสถิติในทุกช่วงเวลาทำการวัดข้อมูล ค่าศักย์ของน้ำในใบของยางพาราแต่ละพันธุ์เฉลี่ย -1.40 ถึง -0.91 MPa ที่แปลงทดลองอำเภอหาดใหญ่ พบว่า มีค่าศักย์ของน้ำในใบต่ำสุดในช่วงเดือนพฤษภาคม และเดือนกันยายน (-1.40 ถึง -1.20 MPa) ส่วนแปลงทดลองอำเภอนาทวีมีค่าศักย์ของน้ำในใบต่ำสุดในช่วงเดือนสิงหาคมและเดือนกันยายน (-1.21 ถึง -1.23 MPa) (ภาพที่ 11)



ภาพที่ 11

การชักนำปากใบของยางพาราพันธุ์ RRIM 600 และพันธุ์ SK 3 ในแปลงทดลองอำเภอหาดใหญ่ (ก) ยางพาราพันธุ์ RRIM 600 และพันธุ์ SK 1 ในแปลงทดลองอำเภอนาทวี (ข) ช่วงเวลา 10:00-14:00 น. ระหว่างเดือนพฤษภาคม ถึง เดือนกันยายน 2551



ภาพที่ 12

สัจย์ของน้ำในใบของยางพาราพันธุ์ RRIM 600 และพันธุ์ SK 3 ในแปลงทดลองอำเภอหาดใหญ่ (ก) ยางพาราพันธุ์ RRIM 600 และพันธุ์ SK ในแปลงทดลองอำเภอนาทวี (ข) ช่วงเวลา 10:00-14:00 น. ระหว่างเดือนพฤษภาคม ถึงเดือนกันยายน 2551

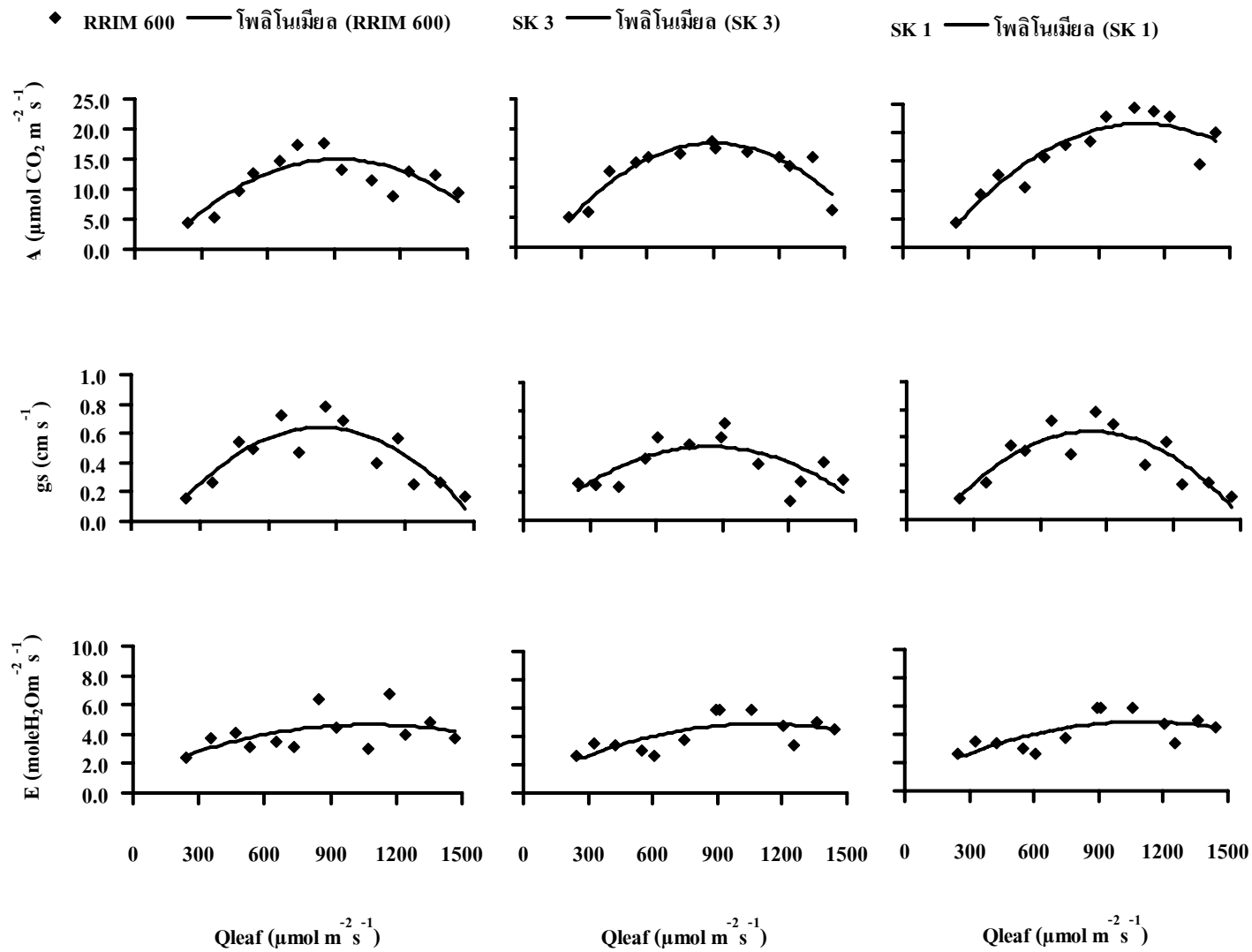
12. อัตราการสังเคราะห์แสง การชักนำปากใบ และการคายน้ำในต้นกล้ายางพารา

เมื่อนำยางพาราพันธุ์ต่าง ๆ มาทำการติดตามแล้วนำมาปลูกในแปลงเดียวกันเพื่อเปรียบเทียบลักษณะการตอบทางสรีรวิทยา พบว่า ต้นกล้ายางพาราพันธุ์ SK 1 มีอัตราการสังเคราะห์แสง การชักนำปากใบ และอัตราการคายน้ำเฉลี่ยสูงสุด ($16.70 \mu\text{molCO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$, 0.605 cm s^{-1} และ $5.92 \text{ moleH}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ ตามลำดับ) สูงกว่าพันธุ์ SK 3 และพันธุ์ RRIM 600 อย่างมีนัยสำคัญ ยางพาราพันธุ์ SK 3 พบว่า มีอัตราการสังเคราะห์แสงสูงกว่าพันธุ์ RRIM 600 อย่างมีนัยสำคัญ (ตารางที่ 5) ส่วนการชักนำปากใบ และอัตราการคายน้ำไม่แตกต่างกันทางสถิติจากพันธุ์ RRIM 600 ทั้งนี้แนวโน้มการตอบสนองทางสรีรวิทยาต่อความเข้มแสงที่ระดับต่าง ๆ พบว่า ยางพาราแต่ละพันธุ์มีการตอบสนองได้ดีในช่วงความเข้มแสง $800\text{-}1,000 \mu\text{mol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ โดยยางพาราพันธุ์ SK 1 มีจุดอิ่มตัวด้วยแสงสูงสุด (ประมาณ $1,059 \mu\text{mol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$) รองลงมาคือพันธุ์ SK 3 ($896 \mu\text{mol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$) และพันธุ์ RRIM 600 ($850 \mu\text{mol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$) ตามลำดับ เมื่อความเข้มแสงสูงขึ้นการตอบสนองมีแนวโน้มลดลง ยกเว้นอัตราการคายน้ำในยางพาราพันธุ์ SK 1 พบว่า ยังคงมีอัตราการคายน้ำสูง (ภาพที่ 12)

ตารางที่ 5 อัตราการสังเคราะห์แสง การชักนำการเปิดปากใบ และอัตราการคายน้ำในต้นกล้ายางพาราพันธุ์ต่าง ๆ อายุ 5-6 เดือน ที่ปลูกในแปลงเดียวกัน

พันธุ์	อัตราการสังเคราะห์แสง ($\mu\text{molCO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$)	การชักนำปากใบ (cm s^{-1})	อัตราการคายน้ำ ($\text{moleH}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$)	จุดอิ่มแสง ($\mu\text{mol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$)
RRIM 600	11.58b	0.446b	4.08b	850
SK 3	13.08ab	0.405b	4.16b	896
SK 1	16.70a	0.605a	5.92a	1059
F-test	*	*	*	
C.V. (%)	36.14	39.34	26.70	

* มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ $P \leq 0.05$
ค่าเฉลี่ยที่กำกับด้วยอักษรร่วมกันในแต่ละสดมภ์ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติจากการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี DMRT



ภาพที่ 13

การตอบสนองต่อความเข้มแสงของอัตราการสังเคราะห์แสง (A) การชักนำปากใบ (gs) และอัตราการคายน้ำ (E) ของต้นกล้าข้าวพาราพันธุ์ต่าง ๆ

13. องค์ประกอบทางชีวเคมีน้ำยาง

องค์ประกอบทางชีวเคมีน้ำยางที่ทำการศึกษา ได้แก่ ปริมาณเนื้อยางแห้ง ซูโครส อนินทรีย์ฟอสฟอรัส และไซออล เปรียบเทียบกับค่าอ้างอิงในการวิเคราะห์องค์ประกอบทางชีวเคมีน้ำยางพันธุ์ RRIM 600 ดังแสดงในตารางที่ 1 มีการเปลี่ยนแปลงในแต่ละพันธุ์ ดังนี้

ผลผลิตน้ำยาง แปลงทดลองอำเภอหาดใหญ่ พบว่า ยางพาราพันธุ์ SK 3 มีผลผลิตน้ำยางเฉลี่ย 180.56 กรัม/ต้น/ครั้งกรี๊ด สูงกว่าพันธุ์ RRIM 600 (166.46 กรัม/ต้น/ครั้งกรี๊ด) แต่ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ทั้งนี้โดยที่ยางพาราพันธุ์ SK 3 ให้ผลผลิตน้ำยางสูงสุดในเดือนกันยายน 201.79 กรัม/ต้น/ครั้งกรี๊ด และต่ำสุดในช่วงเดือนพฤษภาคม 157.14 กรัม/ต้น/ครั้งกรี๊ด ส่วนยางพาราพันธุ์ RRIM 600 ให้ผลผลิตสูงสุดในเดือนสิงหาคม 214.29 กรัม/ต้น/ครั้งกรี๊ด และต่ำสุดในช่วงเดือนพฤษภาคม 99.11 กรัม/ต้น/ครั้งกรี๊ด สำหรับแปลงทดลองอำเภอนาทวี พบว่า ยางพาราพันธุ์ SK 1 มีผลผลิตน้ำยางเฉลี่ย 190.20 กรัม/ต้น/ครั้งกรี๊ด สูงกว่าพันธุ์ RRIM 600 (148.29 กรัม/ต้น/ครั้งกรี๊ด) อย่างมีนัยสำคัญ โดยที่ยางพาราพันธุ์ SK 1 ให้ผลผลิตน้ำยางสูงสุดในเดือนกันยายน 213.99 กรัม/ต้น/ครั้งกรี๊ด และต่ำสุดในเดือนพฤษภาคม 168.08 กรัม/ต้น/ครั้งกรี๊ด ยางพาราพันธุ์ RRIM 600 ให้ผลผลิตสูงสุดในเดือนพฤษภาคม 181.43 กรัม/ต้น/ครั้งกรี๊ด และต่ำสุดในเดือนมิถุนายน 113.85 กรัม/ต้น/ครั้งกรี๊ด (ตารางที่ 6-7)

ปริมาณเนื้อยางแห้ง แปลงทดลองอำเภอหาดใหญ่ พบว่า ยางพาราพันธุ์ SK 3 มีปริมาณเนื้อยางแห้งเฉลี่ย 46.00 เปอร์เซ็นต์ สูงกว่าพันธุ์ RRIM 600 (38.43 เปอร์เซ็นต์) อย่างมีนัยสำคัญ ซึ่งปริมาณเนื้อยางแห้งของยางพาราพันธุ์ SK 3 นี้อยู่ในระดับปานกลาง-ระดับสูง ขณะที่ยางพาราพันธุ์ RRIM 600 มีปริมาณเนื้อยางแห้งอยู่ในระดับต่ำ-ระดับปานกลาง แปลงทดลองอำเภอ นาทวี พบว่า ยางพาราพันธุ์ SK 1 มีปริมาณเนื้อยางแห้งเฉลี่ย 39.16 เปอร์เซ็นต์ สูงกว่าพันธุ์ RRIM 600 (37.33 เปอร์เซ็นต์) แต่ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ซึ่งปริมาณเนื้อยางแห้งของยางพาราพันธุ์ SK 1 และพันธุ์ RRIM 600 ในแปลงทดลองอำเภอ นาทวี นี้อยู่ในระดับต่ำ-ระดับปานกลาง (ตารางที่ 6-7)

ปริมาณซูโครส แปลงทดลองอำเภอหาดใหญ่ พบว่า ยางพาราพันธุ์ SK 3 มีปริมาณซูโครสเฉลี่ย 14.16 mM สูงกว่าพันธุ์ RRIM 600 (9.81 mM) แต่ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ซึ่งปริมาณซูโครสของยางพาราพันธุ์ SK 3 และพันธุ์ RRIM 600 นี้อยู่ในระดับปานกลาง-ระดับสูง แปลงทดลองอำเภอ นาทวี พบว่า ยางพาราพันธุ์ SK 1 มีปริมาณซูโครสเฉลี่ย 14.18 mM สูงกว่าพันธุ์ RRIM 600 (12.25 mM) แต่ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ซึ่งปริมาณซูโครสของยางพาราพันธุ์ SK 1 และพันธุ์ RRIM 600 ในแปลงทดลองอำเภอ นาทวี นี้อยู่ในระดับปานกลาง-ระดับสูง (ตารางที่ 6-7)

ปริมาณอนินทรีย์ฟอสฟอรัส แปลงทดลองอำเภอหาดใหญ่ พบว่า ยางพาราพันธุ์ SK 3 มีปริมาณอนินทรีย์ฟอสฟอรัสเฉลี่ย 21.15 mM สูงกว่าพันธุ์ RRIM 600 (15.26 mM) แต่ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ซึ่งปริมาณอนินทรีย์ฟอสฟอรัสของยางพาราพันธุ์ SK 3 อยู่ในระดับปานกลาง ขณะที่ยางพาราพันธุ์ RRIM 600 มีปริมาณอนินทรีย์ฟอสฟอรัสอยู่ในระดับต่ำ-ระดับปานกลาง แปลงทดลองอำเภอนาทวี พบว่า ยางพาราพันธุ์ SK 1 มีปริมาณอนินทรีย์ฟอสฟอรัสเฉลี่ย 20.77 mM สูงกว่าพันธุ์ RRIM 600 (19.78 mM) แต่ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ซึ่งปริมาณอนินทรีย์ฟอสฟอรัสของยางพาราพันธุ์ SK 1 อยู่ในระดับปานกลาง ขณะที่ยางพาราพันธุ์ RRIM 600 มีปริมาณอนินทรีย์ฟอสฟอรัสอยู่ในระดับต่ำ-ระดับปานกลาง (ตารางที่ 6-7)

ปริมาณไนโตรเจน แปลงทดลองอำเภอหาดใหญ่ พบว่า ยางพาราพันธุ์ SK 3 มีปริมาณไนโตรเจนเฉลี่ย 0.478 mM สูงกว่าพันธุ์ RRIM 600 (0.302 mM) อย่างมีนัยสำคัญ ซึ่งปริมาณไนโตรเจนของยางพาราพันธุ์ SK 3 อยู่ในระดับปานกลาง-ระดับสูง ขณะที่ยางพาราพันธุ์ RRIM 600 มีปริมาณไนโตรเจนอยู่ในระดับปานกลาง แปลงทดลองอำเภอนาทวี พบว่า ยางพาราพันธุ์ SK 1 มีปริมาณไนโตรเจนเฉลี่ย 0.350 mM สูงกว่าพันธุ์ RRIM 600 (0.331 mM) แต่ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ปริมาณไนโตรเจนของยางพาราพันธุ์ SK 1 และพันธุ์ RRIM 600 ในแปลงทดลองอำเภอนาทวีนี้อยู่ในระดับปานกลาง (ตารางที่ 6-7)

ตารางที่ 6 ค่าเฉลี่ยผลผลิตน้ำยาง และองค์ประกอบทางชีวเคมีน้ำยางของยางพาราพันธุ์ RRIM 600 และพันธุ์ SK 3 แปลงทดลองอำเภอหาดใหญ่ช่วงเดือนพฤษภาคม ถึงเดือนกันยายน 2551 (ค่าเฉลี่ย \pm SE)

เดือน	พันธุ์	ผลผลิตน้ำยาง				
		(กรัม/ต้น/ครั้งกรีต)	% DRC	Suc (mM)	Pi (mM)	R-SH (mM)
พ.ค.	RRIM 600	99.11 \pm 4.36 b	35.85 \pm 0.95b	7.15 \pm 0.41b	21.40 \pm 2.48	0.325 \pm 0.03b
	SK 3	157.14 \pm 6.61a	47.16 \pm 0.18a	15.29 \pm 0.86a	21.91 \pm 1.54	0.448 \pm 0.04a
T-test		*	*	*	ns	*
LSD _{0.05}		38.539	1.9906	1.956	6.0037	0.0958
C.V.(%)		27.16	6.17	22.43	35.68	31.89
มิ.ย.	RRIM 600	136.36 \pm 4.86b	43.62 \pm 1.31	4.92 \pm 0.31b	14.80 \pm 0.80b	0.473 \pm 0.10b
	SK 3	171.43 \pm 6.95a	45.70 \pm 1.69	8.19 \pm 0.68a	21.12 \pm 1.51a	0.621 \pm 0.20a
T-test		*	*	*	*	*
LSD _{0.05}		17.681	2.967	1.5371	3.5201	0.1218
C.V.(%)		12.92	8.55	30.71	25.23	28.66
ก.ค.	RRIM 600	189.68 \pm 6.62	41.59 \pm 1.69	10.08 \pm 1.21	15.74 \pm 0.57	0.260 \pm 0.01b
	SK 3	184.92 \pm 4.54	47.33 \pm 2.32	8.99 \pm 0.72	15.71 \pm 0.62	0.450 \pm 0.03a
T-test		ns	ns	ns	ns	*
LSD _{0.05}		16.308	5.9101	2.9018	1.7367	0.0631
C.V.(%)		12.85	17.11	39.17	13.83	22.84

* แตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ $p \leq 0.05$ โดยวิธีการเปรียบเทียบแบบ T-test

ns ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

ตารางที่ 6 (ต่อ) ค่าเฉลี่ยผลผลิตน้ำยาง และองค์ประกอบทางชีวเคมีน้ำยางของยางพาราพันธุ์ RRIM 600 และพันธุ์ SK 3 แปลงทดลองอำเภอหาดใหญ่ช่วงเดือนพฤษภาคม ถึง เดือนกันยายน 2551 (ค่าเฉลี่ย \pm SE)

เดือน	พันธุ์	ผลผลิตน้ำยาง				
		(กรัม/ต้น/ครั้งกรีต)	% DRC	Suc (mM)	Pi (mM)	R-SH (mM)
ธ.ค.	RRIM 600	214.29 \pm 6.78a	35.3 \pm 0.91b	11.24 \pm 0.64b	13.28 \pm 1.02b	0.247 \pm 0.02b
	SK 3	187.50 \pm 5.51b	45.95 \pm 1.69a	17.05 \pm 1.99a	27.36 \pm 2.85a	0.508 \pm 0.05a
T-test		*	*	*	*	*
LSD _{0.05}		17.841	3.9571	4.3069	6.2277	0.1156
C.V.(%)		12.30	12.54	39.19	39.45	39.45
ก.ย.	RRIM 600	192.86 \pm 10.02	35.77 \pm 1.21b	15.67 \pm 0.83b	11.09 \pm 0.86b	0.206 \pm 0.02b
	SK 3	201.79 \pm 10.66	43.88 \pm 0.72a	21.26 \pm 1.33a	19.65 \pm 2.2a1	0.365 \pm 0.04a
T-test		ns	*	*	*	*
LSD _{0.05}		29.881	2.8939	3.2224	4.875	0.0905
C.V.(%)		20.97	9.35	22.46	40.83	40.83
เฉลี่ย	RRIM 600	166.46 \pm 21.17	38.43 \pm 1.74b	9.81 \pm 1.50	15.26 \pm 1.73b	0.302 \pm 0.05b
	SK 3	180.56 \pm 7.58	46.00 \pm 0.62a	14.16 \pm 2.02	21.15 \pm 1.88a	0.478 \pm 0.04a
T-test		ns	*	ns	*	*
LSD _{0.05}		51.681	4.2568	5.6035	5.8928	0.1455
C.V.(%)		20.49	6.91	36.35	22.20	25.55

* แตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ $p \leq 0.05$ โดยวิธีการเปรียบเทียบแบบ T-test

ns ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

ตารางที่ 7 ค่าเฉลี่ยผลผลิตน้ำยาง และองค์ประกอบทางชีวเคมีน้ำยางของยางพาราพันธุ์ RRIM 600 และพันธุ์ SK 1 แปลงทดลองอำเภอนาทวีช่วงเดือนพฤษภาคม ถึง เดือนกันยายน 2551 (ค่าเฉลี่ย \pm SE)

เดือน	พันธุ์	ผลผลิตน้ำยาง				
		(กรัม/ต้น/ครั้งกรีด)	% DRC	Suc (mM)	Pi (mM)	R-SH (mM)
พ.ค.	RRIM 600	181.43 \pm 5.96	42.87 \pm 0.60a	16.02 \pm 0.41b	25.17 \pm 1.67	0.344 \pm 0.02
	SK 1	168.08 \pm 3.71	40.46 \pm 0.98b	20.01 \pm 1.27a	26.72 \pm 0.78	0.360 \pm 0.03
T-test		ns	*	*	ns	ns
LSD _{0.05}		38.539	1.9906	1.956	6.0037	0.0958
C.V.(%)		27.16	6.17	22.43	35.68	31.89
มิ.ย.	RRIM 600	113.85 \pm 2.65b	30.44 \pm 0.83	13.93 \pm 0.84a	12.53 \pm 0.64b	0.246 \pm 0.02
	SK 1	175.77 \pm 2.69a	32.08 \pm 1.42	11.73 \pm 0.66b	20.30 \pm 1.81a	0.220 \pm 0.02
T-test		*	ns	*	*	ns
LSD _{0.05}		17.681	2.967	1.5371	3.5201	0.1218
C.V.(%)		12.92	8.55	30.17	25.25	28.66
ก.ค.	RRIM 600	123.08 \pm 2.71b	38.27 \pm 0.97	9.45 \pm 0.31	23.21 \pm 23.21a	0.357 \pm 0.03
	SK 1	190.6 \pm 2.29a	39.84 \pm 1.66	8.85 \pm 0.95	17.92 \pm 17.92b	0.448 \pm 0.09
T-test		*	ns	ns	*	ns
LSD _{0.05}		16.308	5.9101	2.9018	1.7367	0.0631
C.V.(%)		12.85	17.11	39.17	13.83	22.84

* แตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ $p \leq 0.05$ โดยวิธีการเปรียบเทียบแบบ T-test

ns ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

ตารางที่ 7 (ต่อ) ค่าเฉลี่ยผลผลิตน้ำ และองค์ประกอบทางชีวเคมีน้ำยางของยางพาราพันธุ์ RRIM 600 และพันธุ์ SK 1 แปลงทดลองอำเภอนาทวีช่วงเดือนพฤษภาคม ถึง เดือน กันยายน 2551 (ค่าเฉลี่ย \pm SE)

เดือน	พันธุ์	ผลผลิตน้ำยาง				
		(กรัม/ต้น/ครั้งกรีด)	% DRC	Suc (mM)	Pi (mM)	R-SH (mM)
ธ.ค.	RRIM 600	155.98 \pm 2.04b	34.26 \pm 1.15	9.02 \pm 0.92b	19.88 \pm 5.50	0.369 \pm 0.10
	SK 1	202.56 \pm 1.97a	40.11 \pm 5.09	16.69 \pm 1.68a	18.01 \pm 2.69	0.334 \pm 0.05
T-test		*	ns	*	ns	ns
LSD _{0.05}		17.841	3.9571	4.3069	6.2277	0.1156
C.V.(%)		12.301	12.54	39.19	39.45	39.45
ก.ย.	RRIM 600	167.13 \pm 2.10b	40.81 \pm 1.27	12.84 \pm 0.69	18.13 \pm 1.15	0.337 \pm 0.02
	SK 1	213.99 \pm 2.28a	43.32 \pm 1.05	13.6 \pm 1.09	20.88 \pm 1.80	0.388 \pm 0.03
T-test		*	ns	ns	ns	ns
LSD _{0.05}		29.881	2.8939	3.2224	4.8745	0.0905
C.V.(%)		20.97	9.35	22.46	40.83	40.83
เฉลี่ย	RRIM 600	148.29 \pm 12.91b	37.33 \pm 2.24	12.25 \pm 1.09	19.78 \pm 2.19	0.331 \pm 0.02
	SK 1	190.20 \pm 8.42a	39.16 \pm 1.88	14.18 \pm 1.58	20.77 \pm 1.60	0.350 \pm 0.04
T-test		*	ns	ns	ns	ns
LSD _{0.05}		51.861	4.2568	5.6035	5.8928	0.1455
C.V.(%)		20.49	6.91	36.35	22.20	25.53

* แตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ $p \leq 0.05$ โดยวิธีการเปรียบเทียบแบบ T-test

ns ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

บทที่ 4

วิจารณ์

1. ลักษณะทางกายวิภาคต่อการให้ผลผลิตของยางพารา

การใช้ลักษณะทางกายวิภาคประเมินพันธุ์ยาง ได้แก่ เส้นผ่านศูนย์กลางและความหนาแน่นท่อน้ำยาง เส้นผ่านศูนย์กลางและความหนาแน่นท่อน้ำ ขนาด และความหนาแน่นของปากใบนั้น แสดงให้เห็นว่า เส้นผ่านศูนย์กลางของท่อน้ำยาง ท่อน้ำ และความหนาแน่นของปากใบ มีความสัมพันธ์โดยตรงกับผลผลิต โดยยางพาราพันธุ์ที่ให้ผลผลิตสูงมีลักษณะของท่อน้ำยางใหญ่ ซึ่งลักษณะนี้ทำให้ท่อน้ำยางมีโอกาสไหลหรือลำเลียงได้ในปริมาณมากกว่าท่อน้ำยางที่มีขนาดเล็ก การกรีดที่ตัดท่อน้ำยางมากย่อมมีโอกาสน้ำยางไหลได้มากกว่า กลไกการยับยั้งการไหลของน้ำยางอนุภาคยาง อนุภาคลิวทอยด์ที่ไหลมากับน้ำยางเกิดการอุดตันได้ช้ากว่า (รพีพรรณ, 2540) อย่างไรก็ตามความหนาแน่นของท่อน้ำยางในวงเดียวกันของยางพาราในการศึกษานี้ไม่แตกต่างกัน ปีทมา และคณะ (2537) รายงานว่า ท่อน้ำยางในวงเดียวกันมีประมาณ 25 ท่อต่อความยาว 1 มิลลิเมตร แสดงให้เห็นว่า ในต้นที่มีเส้นรอบวงลำต้นมากกว่าก็จะมีท่อน้ำยางกระจายอยู่มากกว่าและมีน้ำยางไหลได้มากกว่าต้นที่มีขนาดเส้นรอบวงลำต้นน้อยกว่า

อีกลักษณะทางกายวิภาคที่ศึกษาคือ เส้นผ่านศูนย์กลาง และความหนาแน่นท่อน้ำของยางพารา พบว่า ท่อน้ำของยางพารามีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางใหญ่ และมีการเรียงตัวแบบกลุ่มมากกว่าแบบเดี่ยว ซึ่งท่อน้ำที่มีขนาดใหญ่มีการไหลของน้ำได้มากกว่าท่อน้ำที่มีขนาดเล็ก (สุนทร, 2535) และยังสัมพันธ์กับการส่งน้ำจากเซลล์สู่เซลล์เข้าสู่เซลล์น้ำยางในขณะที่ทำการกรีดยางโดยทำให้มีปริมาณน้ำยางมากขึ้น

ขนาดและความหนาแน่นของปากใบ พบว่า ความหนาแน่นของปากใบไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ อย่างไรก็ตาม ยางพาราที่ให้ผลผลิตสูงมีแนวโน้มว่ามีความหนาแน่นของปากใบสูง ความหนาแน่นของปากใบเป็นตัวแปรที่สำคัญกว่าขนาดของปากใบ ในขณะที่ สมพร (2548) รายงานว่า ในยางพาราพันธุ์ที่มีขนาดเซลล์คุมยาวกว่า ให้ผลผลิตต่ำกว่าในยางพาราที่มีขนาดเซลล์คุมสั้นกว่า ทั้งนี้เนื่องจากยางพาราเป็นพืชที่มีประสิทธิภาพในการสังเคราะห์แสงสูงมีปริมาณปากใบหนาแน่น เมื่อยางพารามีความหนาแน่นของปากใบเพิ่มขึ้น ประสิทธิภาพในการตรึงคาร์บอนไดออกไซด์สำหรับการสร้างน้ำตาลซูโครส ซึ่งนำไปใช้ในการสร้างอนุภาคยางก็จะสูงขึ้น ทำให้ผลิตน้ำยางได้มากขึ้น

การเปรียบเทียบลักษณะทางกายวิภาคของยางพาราระหว่างพันธุ์ SK 3 และ SK 1 กับพันธุ์ RRIM 600 ซึ่งเป็นยางพันธุ์แนะนำชั้นที่ 1 ที่มีเกษตรกรนิยมปลูกมากที่สุด นั้นพบว่า ยางพาราพันธุ์ SK 3 และพันธุ์ SK 1 มีลักษณะทางกายวิภาคที่เทียบได้กับยางกลุ่มที่ให้ผลผลิตสูง โดยมีลักษณะของท่อน้ำยางและท่อน้ำขนาดใหญ่ รวมถึงมีความหนาแน่นของปากใบสูงด้วย ในการศึกษาในครั้งนี้ทำการเปรียบเทียบกับยางพารากลุ่มที่ให้ผลผลิตสูง ลักษณะบางอย่างจึงไม่มีความแตกต่างกันให้เห็นได้ชัดเจน ในการศึกษาครั้งต่อไปควรมีการเปรียบเทียบเพิ่มเติมกับกลุ่มพันธุ์ที่ให้ผลผลิตต่ำเพิ่มเติม

2. การตอบสนองทางสรีรวิทยาต่อการให้ผลผลิตของยางพารา

การตอบสนองทางสรีรวิทยาที่ทำการศึกษา นั้นพบว่า ยางพาราพันธุ์ SK 3 มีการเจริญเติบโตที่ดี มีเส้นรอบลำต้นสูงกว่าพันธุ์ RRIM 600 แม้จะไม่มี ความแตกต่างทางสถิติแต่พบว่า เส้นรอบลำต้นเฉลี่ยของยางพาราพันธุ์ SK 3 สูงกว่าพันธุ์ RRIM 600 ในขณะที่พันธุ์ SK 1 มีการเจริญเติบโตเท่า ๆ กันกับพันธุ์ RRIM 600 ทั้งนี้การเปลี่ยนแปลงของเส้นรอบลำต้นในต้นยางที่ให้ผลผลิตแล้วเป็นไปอย่างช้า ๆ โดยเพิ่มขึ้นเพียงเล็กน้อย

การเปรียบเทียบดัชนีพื้นที่ใบของยางพารา พบว่า ดัชนีพื้นที่ใบของยางพาราแต่ละพันธุ์ไม่แตกต่างกัน ในแปลงทดลองอำเภอหาดใหญ่ ยางพาราพันธุ์ RRIM 600 และพันธุ์ SK 3 มีดัชนีพื้นที่ใบต่ำในช่วงเดือนพฤษภาคมเนื่องจากเป็นช่วงเริ่มเปิดกรีด ยางพาราสร้างทรงพุ่มยังไม่เต็มที่ หลังจากนั้นดัชนีพื้นที่ใบจะเพิ่มขึ้นในเดือนกรกฎาคม ในช่วงเดือนสิงหาคมดัชนีพื้นที่ใบลดลงเนื่องจากเป็นช่วงฤดูแล้งทำให้ยางพาราเกิดอาการใบร่วงโดยเฉพาะในพันธุ์ RRIM 600 ซึ่งดัชนีพื้นที่ใบลดลงอย่างเห็นได้ชัด ในส่วนของแปลงทดลองอำเภอนาทวี พบว่า ดัชนีพื้นที่ใบของยางพาราพันธุ์ SK 1 สูงกว่าพันธุ์ RRIM 600 ในช่วงเดือนกรกฎาคมถึงเดือนสิงหาคมเป็นช่วงที่มีปริมาณฝนน้อยเกิดช่วงแล้ง ทำให้ใบยางร่วงโดยเฉพาะในยางพาราพันธุ์ RRIM 600 ดังนั้นจึงเป็นผลทำให้ดัชนีพื้นที่ใบลดลงอย่างมาก

การเปรียบเทียบค่าคลอโรฟิลล์มีเตอร์ในใบ ในแปลงทดลองอำเภอหาดใหญ่ พบว่า ค่าคลอโรฟิลล์มีเตอร์ในใบของยางพาราพันธุ์ SK 3 มีค่าเฉลี่ยต่ำกว่าพันธุ์ RRIM 600 ทั้งนี้เนื่องจากว่าพันธุ์ SK 3 มีลักษณะการทยอยผลัดใบตลอดทั้งปี โดยที่จะผลัดใบชั้นบนทรงพุ่มก่อน โดยที่ชั้นล่างทรงพุ่มยังมีใบเขียวอยู่ เมื่อชั้นบนทรงพุ่มผลัดใบใหม่และขยายเต็มที่แล้วใบในทรงพุ่มชั้นล่างก็จะผลัดตามมา ลักษณะนี้อาจเป็นลักษณะประจำพันธุ์ที่มีประสิทธิภาพในการใช้น้ำสูงสังเกตได้จากยางพารามีการให้ผลผลิตน้ำยางมาก และมีปริมาณเนื้อยางแห้งสูง โดยที่ความชื้นดินต่ำ

เมื่อเทียบกับแปลงทดลองที่อำเภอนาทวี ในขณะที่แปลงทดลองอำเภอ นาทวี ยางพาราพันธุ์ SK 1 มีค่าคลอโรฟิลล์มีเตอร์ในใบใกล้เคียงกับพันธุ์ RRIM 600 ค่าคลอโรฟิลล์มีเตอร์ในใบมีค่าต่ำในช่วงเปิดกรีดแล้วเพิ่มขึ้นในเดือนมิถุนายน ทั้งนี้ค่าคลอโรฟิลล์มีเตอร์ในใบแปลงทดลองนาทวีมีค่าเฉลี่ยสูงกว่าแปลงทดลองอำเภอหาดใหญ่

การศึกษาค่าชักนำปากใบของยางพาราซึ่งวัดในช่วงที่ยางพารามีการตอบสนองสูงสุด (ช่วง 10:00-14:00 น.) สอดคล้องกับ จันทรจิรา (2552) ที่รายงานว่า ค่าการชักนำปากใบแสดงถึงสถานการณ์ปิด-เปิดปากใบของพืช บ่งบอกถึงอัตราการแลกเปลี่ยนแก๊สที่จะนำไปสู่การสังเคราะห์แสงที่เพิ่มขึ้น ซึ่งพืชแต่ละชนิดค่าการชักนำปากใบ ที่ตอบสนองต่อช่วงเวลา และบ่งบอกถึงลักษณะการขาดน้ำของพืชที่ไม่เหมือนกัน (สรปราชญ์ และคณะ, 2544) สำหรับยางพาราพันธุ์ RRIM 600 มีการตอบสนองการชักนำปากใบสูงสุดในช่วงเวลา 10:00 น. เนื่องจากช่วงเวลาดังกล่าวเป็นช่วงที่ใบยางสามารถเปิดปากใบได้ตามปกติ ประกอบกับช่วงดังกล่าวปริมาณแสงที่ส่องผ่านทรงพุ่มเริ่มเพิ่มสูงขึ้น ทำให้อัตราการสังเคราะห์แสงของยางพาราในช่วงเวลาดังกล่าวมีปริมาณสูงตามไปด้วย แสดงให้เห็นว่ายางพารากลุ่มที่ให้ผลผลิตสูงมีค่าการชักนำปากใบสูง สอดคล้องกับ กฤษดา และคณะ (2546) ที่ศึกษาการชักนำปากใบในยางพารา 3 สายพันธุ์ พบว่า ยางพาราพันธุ์ RRIM 600 มีค่าการชักนำปากใบสูงสุด ($667 \text{ mmol H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$) รองลงมาคือ สายพันธุ์ RRIT 251 ($522 \text{ mmol H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$) ส่วนสายพันธุ์ RRH 105 มีค่าต่ำสุด ($436 \text{ mmol H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$) แต่ทั้งนี้ก็ขึ้นอยู่กับช่วงเวลาในรอบวันและสภาพแวดล้อมรอบใบยางพาราที่ทำการวัดขณะนั้นด้วย เนื่องจากการชักนำปากใบมีความแปรปรวนของสภาพแวดล้อมรอบ ๆ ผิวใบพืชมาก

การเปลี่ยนแปลงค่าศักย์ของน้ำในใบยางพาราในช่วงเวลา 10:00-14:00 น. มีค่าใกล้เคียงกัน โดยมีค่าเฉลี่ยประมาณ -0.91 ถึง -1.40 MPa โดยการเปลี่ยนแปลงนี้จะขึ้นกับการคายน้ำและน้ำในดินด้วย โดยปกติศักย์ของน้ำในใบสูงสุดในช่วงเช้านี้ เมื่อพืชสังเคราะห์แสงก็จะมีการคายน้ำออกทางปากใบทำให้น้ำในต้นพืชไหลเร็วขึ้น ค่าศักย์ของน้ำในใบมีค่าสูง เมื่อมีการสูญเสียน้ำไปมากกว่าน้ำที่มีในลำต้น พืชก็จะปรับตัวโดยการลดการเปิดปากใบโดยรักษาศักย์ของน้ำในใบไว้ แต่ถ้าหากมีการสูญเสียน้ำมากเกินไปเกิดสภาวะเครียดก็จะทำให้ค่าศักย์ของน้ำในใบลดลง (ชนศ, 2546) โดยที่สายพันธ์ (2534) รายงานว่า ศักย์ของน้ำในใบกล้วยเหลืองจะเปลี่ยนแปลงจาก -5 บาร์ ถึง -15 บาร์ ขณะที่ Sangsing และคณะ. (2004) รายงานว่า ค่าศักย์ของน้ำในใบยางพารามีค่า -1 ถึง -2.5 MPa ซึ่งจากการเปรียบเทียบศักย์ของน้ำในใบของยางพาราพันธุ์ SK 3 SK 1 และ RRIM 600 แสดงให้เห็นว่ายางพาราสามารถปรับตัวได้ดีโดยจะรักษาระดับค่าศักย์ของน้ำในใบไว้ค่อนข้างคงที่ตลอดวัน

การตอบสนองทางสรีรวิทยาในต้นกล้ายางพารานั้น อัตราการสังเคราะห์แสง การชักนำปากใบ และอัตราการคายน้ำ ขึ้นอยู่กับลักษณะประจำพันธุ์ ยางพารามีตอบสนองทางสรีรวิทยาได้ดีในช่วงความเข้มแสงประมาณ $800-1,500 \mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$ เมื่อความเข้มแสงสูงขึ้นก็จะทำให้การตอบสนองทั้งที่และค่อย ๆ ลดลง โดยยางพาราที่ให้ผลผลิตสูงนั้นมีอัตราการสังเคราะห์แสง การชักนำปากใบ และอัตราการคายน้ำเฉลี่ยมีค่าสูง การตอบสนองเพิ่มขึ้นตามปริมาณความเข้มแสงจนมีค่าก่อนข้างคงที่ที่ระดับความเข้มแสง $1,500 \mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$ สอดคล้องกับงานของ Sys และคณะ (1993) ที่รายงานว่า ยางพาราพันธุ์ RRIM 600 (กลุ่มที่ให้ผลผลิตสูง) มีอัตราการแลกเปลี่ยนคาร์บอนไดออกไซด์สูงกว่าพันธุ์อื่น ๆ จากการเปรียบเทียบการตอบสนองทางสรีรวิทยาในต้นกล้ายางพารานี้ พบว่า ยางพาราพันธุ์ SK 1 มีการตอบสนองสูงสุด รองลงมาคือพันธุ์ SK 3 และพันธุ์ RRIM 600 ตามลำดับ อนึ่งยางพาราพันธุ์ SK 3 กลับพบว่า เมื่อนำยางพันธุ์นี้มาทำการติดตามแล้วปลูกร่วมในแปลงเดียวกันกับพันธุ์ศึกษาอื่นแล้ว ยางพันธุ์ SK 3 มีการเจริญเติบโตช้า โดยมีลำต้นแคระแกร็นเมื่อเทียบกับพันธุ์อื่น ๆ และมีการตอบสนองทางสรีรวิทยาสูงจากพันธุ์ RRIM 600 ไม่มากนัก ตรงข้ามกับการเจริญเติบโตในแปลงเกษตรกรที่พบว่าพันธุ์ SK 3 มีการเจริญเติบโตทางลำต้นดีมาก โดยมีเส้นรอบลำต้นมากกว่าพันธุ์ RRIM 600 ผิวเปลือกลำต้นเรียบ จึงควรได้ทำการศึกษาอิทธิพลของต้นตอต่อการเจริญเติบโตของต้นกล้ายางพาราเพิ่มเติมต่อไป

3. องค์ประกอบทางชีวเคมีน้ำยางต่อการให้ผลผลิตน้ำยาง

จากผลการวิเคราะห์องค์ประกอบทางชีวเคมีน้ำยางของยางพาราพันธุ์ต่าง ๆ ช่วงเดือนพฤษภาคม ถึง เดือนกันยายน 2551 ต่อการให้ผลผลิตน้ำยาง แสดงให้เห็นการเปลี่ยนแปลงของปริมาณเนื้อยางแห้ง ซูโครส อนินทรีย์ฟอสฟอรัส และปริมาณไรฮอล ในแต่ละแปลงการทดลองพบว่า ปริมาณเนื้อยางแห้งในน้ำยาง มีค่าใกล้เคียงกับค่าเนื้อยางแห้งกว่า 90 เปอร์เซ็นต์ของปริมาณของแข็งทั้งหมด จากการเปรียบเทียบปริมาณเนื้อยางแห้งของยางพาราพันธุ์ SK 3 และ SK 1 กับพันธุ์ RRIM 600 พบว่า ปริมาณเนื้อยางแห้งมีปริมาณต่ำในช่วงที่มีปริมาณฝนมาก และมีปริมาณเนื้อยางแห้งสูงในเดือนที่มีปริมาณฝนน้อย ทั้งนี้ยางพาราในแปลงทดลองอำเภอหาดใหญ่มีค่าเฉลี่ยสูงกว่าในแปลงทดลองอำเภอนาทวี อาจเนื่องมาจากแปลงทดลองอำเภอหาดใหญ่ (21ปี) ยางพารามีอายุมากกว่าในแปลงทดลองอำเภอนาทวี (14 ปี) จากการวิเคราะห์น้ำยาง ยางพาราทั้ง 3 พันธุ์ มีปริมาณเนื้อยางแห้งเฉลี่ยอยู่ในระดับปานกลาง สอดคล้องกับงานของ นภาพรรณ และคณะ (2544) ที่รายงานว่า พันธุ์ยางที่ให้ผลผลิตสูงส่วนใหญ่เป็นพันธุ์ที่มีค่าปริมาณเนื้อยางแห้งอยู่ในระดับปานกลาง ในขณะที่ กาญจนา (2550) รายงานว่า ยางพาราพันธุ์ PB 235, GT 1 และ RRIM 600 มี

ปริมาณเนื้อยางแห้งไม่แตกต่างกัน เฉลี่ยประมาณ 48.02-52.36 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งให้ผลเช่นเดียวกันกับการศึกษาในครั้งนี้

ปริมาณซูโครส เป็นผลที่ได้จากการสังเคราะห์แสงและใช้เป็นสารตั้งต้นในขบวนการไกลโคไลซิส และขบวนการสร้างอนุภาคยาง จากการเปรียบเทียบปริมาณซูโครส พบว่า ยางพาราทั้ง 3 พันธุ์มีปริมาณซูโครสอยู่ในระดับปานกลาง ถึงระดับสูง ซึ่งสอดคล้องกับงานของ นภาพรรณ และคณะ (2544) รายงานว่า พันธุ์ Haiken, RRIT 226, RRII 118, RRIM 600 และ RRIC 121 เป็นพันธุ์ที่ให้ผลผลิตสูง และมีปริมาณซูโครสสูงกว่าค่าเฉลี่ย ซึ่งในการทดลองในครั้งนี้พบว่า ซูโครสอยู่ในระดับปานกลาง และระดับสูง แสดงว่ายางพาราทั้ง 3 พันธุ์นี้มีประสิทธิภาพในการสังเคราะห์แสงได้ดีสามารถนำน้ำตาลซูโครสไปใช้ในกระบวนการสร้างน้ำยางได้มาก นอกจากนี้ยังส่งผลถึงความทนทานต่อการเกิดอาการเปลือกแห้งอีกด้วย โดยต้นยางที่มีซูโครสในน้ำยางสูงนั้นมีความทนทานต่อการเปลือกแห้งได้มากกว่าต้นยางที่มีปริมาณซูโครสในน้ำยางน้อย (เพยาว์ และคณะ, 2546)

ปริมาณอินทรีย์ฟอสฟอรัส เป็นพารามิเตอร์ที่เกี่ยวข้องกับพลังงานในกระบวนการสร้างน้ำยาง โดยเป็นพลังงานที่ได้จากกระบวนการเปลี่ยน ADP ให้เป็น ATP และการเปลี่ยน NADP ให้เป็น NADPH ในกระบวนการสร้างน้ำยาง และต่อกันเป็นสายโพลีไอโซพรีน ซึ่งมีความสัมพันธ์ทางบวกกับผลผลิต จากการเปรียบเทียบ พบว่า ยางพารามีปริมาณซูโครสในน้ำยางอยู่ในระดับปานกลาง แสดงว่า ยางพารามีกระบวนการเมแทบอลิซึมในการสร้างน้ำยางได้ดี สอดคล้องกับ นภาพรรณ และคณะ (2544) ในขณะที่ พิศมัย และคณะ (2546) รายงานว่า ยางพาราพันธุ์ RRIM 600 อยู่ในกลุ่มยางที่ให้ผลผลิตปานกลาง โดยมีค่าอินทรีย์ฟอสฟอรัสอยู่ในระดับปานกลาง และมีปริมาณซูโครสอยู่ในระดับต่ำ และระดับปานกลาง

ปริมาณไธออล แสดงถึงสถานะของ antioxidant system ในกลไกการป้องกันตัวของต้นยาง ซึ่งไธออลนี้ประกอบด้วย cysteine, methionine และ glutathione ซึ่งโมเลกุลเหล่านี้ทำหน้าที่ในการจับกับออกซิเจนที่เป็นพิษ (toxic oxygen) ที่เกิดขึ้นภายในเซลล์ จากการเปรียบเทียบปริมาณไธออล พบว่า ในแปลงทดลองอำเภอหาดใหญ่ปริมาณไธออลแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ โดยยางพาราพันธุ์ SK 3 มีปริมาณสูงกว่าพันธุ์ RRIM 600 ขณะที่แปลงทดลองอำเภอนาทวีพบว่า ไม่มีความแตกต่างกัน อีกทั้งมีค่าเฉลี่ยต่ำกว่าในแปลงทดลองอำเภอหาดใหญ่ ซึ่งปริมาณไธออลที่ทำการศึกษา พบว่าอยู่ในระดับปานกลาง ถึงระดับสูง แสดงให้เห็นว่า ยางพารามีกลไกการป้องกันตัวจากออกซิเจนที่เป็นพิษต่อเซลล์ได้ดี มีช่วงเวลาในการไหลของน้ำยางได้นาน และมีบทบาทในการกระตุ้นเอนไซม์ invertase และ pyruvate kinase ในกระบวนการสร้างน้ำยางได้ดี (Jacob *et al.*, 1989 อ้างโดย นภาพรรณ และคณะ, 2544)

บทที่ 5

สรุป

จากการศึกษาลักษณะทางกายวิภาค การตอบสนองทางสรีรวิทยา และองค์ประกอบทางชีวเคมีน้ำยางของยางพาราพันธุ์ RRIM 600 และพันธุ์ที่ให้ผลผลิตสูง เพื่อประเมินหาปัจจัยที่กำหนดคุณภาพผลผลิตน้ำยาง เป็นแนวทางในการคัดเลือกพันธุ์สำหรับการพัฒนาการปลูกยางพารานั้น สรุปได้ดังนี้

1. เส้นผ่านศูนย์กลางท่อน้ำยาง และท่อน้ำ เป็นลักษณะทางกายวิภาค ที่สามารถใช้เป็นตัวแปรในการเปรียบเทียบพันธุ์ที่ให้ผลผลิตน้ำยางสูงได้ดี ยางพาราที่ให้ผลผลิตสูงมีเส้นผ่านศูนย์กลางท่อน้ำยางและท่อน้ำใหญ่ ซึ่งลักษณะนี้เป็นผลให้มีน้ำยางไหลออกมาได้มาก เกิดการอุดตันของน้ำยางช้าลง ทั้งนี้การศึกษาลักษณะทางกายภาพปัจจัยอื่น ๆ เช่น ความหนาแน่นท่อน้ำยางในวงเดียวกัน ความหนาแน่นท่อน้ำ ขนาด และความหนาแน่นปากใบเห็นข้อแตกต่างไม่เด่นชัดนัก อนึ่งยางพาราที่มีขนาดของปากใบเล็กแต่มีความหนาแน่นมากกว่า จะมีความสามารถในการให้ผลผลิตสูงกว่ายางพาราที่มีขนาดปากใบใหญ่แต่มีความหนาแน่นของปากใบน้อย

2. การตอบสนองทางสรีรวิทยาของยางพาราพันธุ์ที่ให้ผลผลิตสูง มีการเจริญเติบโตทางลำต้นที่สมบูรณ์โดยมีเส้นรอบลำต้นสูง ค่าคลอโรฟิลล์มีเตอร์ในใบและดัชนีพื้นที่ใบมาก ค่าการชักนำปากใบสูง มีการปรับตัวต่อการสูญเสียน้ำได้ดีโดยการรักษาศักย์ของน้ำในใบไว้ และลดการเปิดปากใบ อีกทั้งมีประสิทธิภาพในการสังเคราะห์แสงเพื่อสร้างสารอาหารที่จำเป็นต่อการเจริญเติบโต และการให้ผลผลิต

3. องค์ประกอบทางชีวเคมีน้ำยางที่ทำการวิเคราะห์ ได้แก่ ปริมาณเนื้อยางแห้ง ซูโครส อนินทรีย์ฟอสฟอรัส และปริมาณไขมัน สามารถนำมาใช้ในการประเมินพันธุ์ยางเพื่อระยะเวลาในโครงการปรับปรุงพันธุ์ยางได้ ซึ่งยางพาราพันธุ์ SK 3 และ SK 1 เป็นยางพาราที่มีประสิทธิภาพในการสร้างอนุภาคยาง และทนทานต่อการเกิดอาการหน้าแห้งได้ดี โดยมีปริมาณซูโครสอยู่ในระดับปานกลางถึงระดับสูง มีกระบวนการเมแทบอลิซึมที่ดี โดยมีปริมาณอนินทรีย์ฟอสฟอรัสอยู่ในระดับปานกลาง และมีกลไกในการป้องกันเซลล์จากออกซิเจนที่เป็นพิษได้ดี โดยมีปริมาณไขมันอยู่ในระดับปานกลาง ถึงระดับสูง

จากการศึกษาแสดงให้เห็นว่า ยางพาราพันธุ์ SK 3 และ SK 1 เป็นพันธุ์ยางที่มีคุณสมบัติที่น่าสนใจ ให้ผลผลิตน้ำยางสูงเมื่อเทียบกับพันธุ์ RRIM 600 ซึ่งเป็นยางพันธุ์แนะนำชั้นที่ 1 ที่มีเกษตรกรนิยมปลูกมากที่สุดในปัจจุบันนี้ และสมควรนำไปทำการปรับปรุงพันธุ์หรือขยายพันธุ์เพื่อพัฒนาศักยภาพในการผลิตพันธุ์ยางต่อไป ทั้งนี้สมควรได้ศึกษาเพิ่มเติมในส่วนอิทธิพลของความเข้ากันได้ระหว่างต้นตอตา และกิ่งตาพันธุ์ดีต่อการเจริญเติบโต และการให้ผลผลิตของยางพาราพันธุ์ SK 3 และ SK 1 เพิ่มเติม

เอกสารอ้างอิง

- กฤษดา สังข์สิงห์, วรรณิการ์ ชีระวัฒนสุข, อารักษ์ จันทูมา, ศรีปราชญ์ ชโนศวรรยางกูร, กุมุท สังข์ศิลา และ พูนพิภพ เกษมทรัพย์. 2546. การศึกษา Stomatal conductance ในใบยางพารา. ว.วิชาการเกษตร 21: 248-258.
- กาญจนา ลุงเกี. 2550. การศึกษาด้านทุนด้านพลังงานในการสร้างมวลชีวภาพและองค์ประกอบทางชีวเคมีน้ำยางของน้ำยาง. วิทยานิพนธ์ วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- จันทร์จิรา สมจันทร์. 2552. ผลของการให้น้ำต่อการตอบสนองทางสรีรวิทยาและผลผลิตน้ำยางของยางพารา (*Hevea brasiliensis*) ในช่วงรอบปี. วิทยานิพนธ์ วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.
- เจษฎา โสภารัตน์. 2552. การใช้ภาพถ่ายเทียม SPOT-5 เพื่อประเมินดัชนีพื้นที่ใบของยางพารากรณีศึกษา อำเภอนาหม่อม จังหวัดสงขลา. วิทยานิพนธ์ วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.
- ชวนพิศ แดงสวัสดิ์. 2542. ความสัมพันธ์ระหว่างพืชและน้ำ. ใน สรีรวิทยาของพืช หน้า 40-114. กรุงเทพฯ: พัฒนาศึกษา.
- ธเนศ ถาวรพานิชย์โรจน์. 2546. ผลของการให้น้ำต่อผลผลิตน้ำยาง และการเปลี่ยนแปลงในรอบวันขององค์ประกอบสัคคิ์ของน้ำในใบยาง (*Hevea brasiliensis* Muell. Arg.). วิทยานิพนธ์ วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- นภาพรรณ เลขะวิวัฒน์, รัชนิ รัตตวงศ์ และอนุสรณ์ แรมลี. 2544. การศึกษาชีวเคมีของยางพันธุ์แลกเปลี่ยนระหว่างประเทศในเขตภูมิอากาศที่ 1. รายงานการวิจัย. กรุงเทพฯ: สถาบันวิจัยยาง กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.
- นรินาม. 2545. ฐานข้อมูลเชื้อพันธุ์พืช: ยางพารา. กรุงเทพฯ: สำนักงานคุ้มครองพันธุ์พืชแห่งชาติ กรมวิชาการ เกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

นิรนาม. 2550. สถิติยางประเทศไทย. กรุงเทพฯ: สถาบันวิจัยยาง กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

ปีทมา ชนะสงคราม, ภัทรารุช จิวตระกูล, นุชนารถ กังพิศดาร และ โชคชัย อนนชัย. 2537.

โครงสร้างของเปลือกและท่อน้ำยางของต้นยางหลังเปิดกรีดที่ได้รับปุ๋ยระดับต่าง ๆ. รายงานการวิจัย. กรุงเทพฯ: สถาบันวิจัยยาง กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

เพียวว์ ร่มรินสุขารมย์, ชีรชาติ วิจิตชลชัย และบุตรี พุทธรักษ์. 2546ก. ศึกษาอาการเปลือกแห้งของยางพารา. รายงานการวิจัย. กรุงเทพฯ: สถาบันวิจัยยาง กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

เพียวว์ ร่มรินสุขารมย์, รัชณี รัตนวงศ์, นภาพรรณ เลขะวิวัฒน์, กรรณิการ์ ชีระวัฒนาสุข, บุตรี พุทธรักษ์ และ สมบัติ พิงกุศล. 2546ข. การใช้เทคนิคทางชีวเคมีระบุคุณสมบัติพันธุ์ยาง. รายงานการวิจัย. กรุงเทพฯ: สถาบันวิจัยยาง กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

พิศมัย จันทูมา, อารักษ์ จันทูมา และสว่างรัตน์ สมนาค. 2546ก. การเปลี่ยนแปลงองค์ประกอบทางชีวเคมีในน้ำยางต่อระบบกรีดและผลผลิตยางพารา. รายงานการวิจัย. กรุงเทพฯ: สถาบันวิจัยยาง กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

พิศมัย จันทูมา, พิชิต สพโชค, วิทยา พรหมมี, พันธ์ แพชนะ, พรรษา อุดลยธรรม, นอง ยกถาวร, พิบูลย์ เพ็ชรยิ่ง และ สว่างรัตน์ สมนาค. 2546ข. การใช้องค์ประกอบทางชีวเคมีของน้ำยางตรวจสอบความสมบูรณ์ของต้นยางสำหรับระบบกรีดที่เหมาะสม. รายงานการวิจัย. กรุงเทพฯ: สถาบันวิจัยยาง กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

รพีพรรณ วิทิตสุวรรณ. 2540. กระบวนการทางชีวเคมีที่เกี่ยวข้องกับการอุดต้นของท่อน้ำยางในต้นยางพารา. รายงานการวิจัย. คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

ศรปราชญ์ ฐโนสวรรณยางกูร, พูนพิภพ เกษมทรัพย์ และ กฤษดา สังข์สิงห์. 2544. ลักษณะเรือนพุ่มกับการรับแสง กระบวนการสร้างและสลายสารประกอบคาร์บอนของยางพารา. ใน รายงานการวิจัยสรีรวิทยาการผลิตยางพารา. หน้า 75-87. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

สถาบันวิจัยยาง. 2545. ข้อมูลวิชาการยางพารา. เอกสารวิชาการ. กรุงเทพฯ: สถาบันวิจัยยาง กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

สถาบันวิจัยยาง. 2547. ข้อมูลวิชาการยางพารา. เอกสารวิชาการ. กรุงเทพฯ: สถาบันวิจัยยาง กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

สถาบันวิจัยยาง. 2549. ข้อมูลวิชาการยางพารา. เอกสารวิชาการ. กรุงเทพฯ: สถาบันวิจัยยาง กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

สถาบันวิจัยยาง. 2550. ข้อมูลวิชาการยางพารา. เอกสารวิชาการ. กรุงเทพฯ: สถาบันวิจัยยาง กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

สถาบันวิจัยยาง. 2551. ข้อมูลวิชาการยางพารา. เอกสารวิชาการ. กรุงเทพฯ: สถาบันวิจัยยาง กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

สมบุญ เตชะภิญญาวัฒน์. 2548. สรีรวิทยาของพืช. กรุงเทพฯ: จามจุรีโปรดักท์.

สมพร จอนด้วง. 2549. การศึกษาลักษณะทางสัณฐานวิทยาและกายวิภาคของยางพารา. วิทยานิพนธ์ วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยทักษิณ.

сайन्छ์ สดุดี. 2534. สภาวะขาดน้ำในการผลิตพืช. สงขลา: ภาควิชาพืชศาสตร์ คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

สุนทรีย์ ยิ่งชัชวาล. 2535. ชลศาสตร์ในระบบดิน-พืช. นครปฐม: มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กำแพงแสน.

- สำนักงานกองทุนสงเคราะห์การทำสวนยาง. 2550. โครงสร้างของเปลือกยางและท่อน้ำยาง.
สำนักงานกองทุนสงเคราะห์การทำสวนยาง.
Online Available: <http://www.thailandrubber.thaigov.net>. [เข้าถึงเมื่อ 18 เมษายน 2550].
- สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 2551. ยางพารา : เปรียบเทียบ เนื้อที่ขึ้นต้น เนื้อที่กรีดยางได้ ผลผลิต และ
ผลผลิตต่อไร่ ปี 2550 กับปี 2551 รวมทั้งประเทศ ภูมิภาคและรายจังหวัด.
Online Available: <http://www2.oae.go.th/Prcai/area.php>. [เข้าถึงเมื่อ 26 กันยายน 2552].
- เสาวนีย์ ก่อวุฒิภูรังสี. 2547. การผลิตยางธรรมชาติ. คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตปัตตานี. Online Available: <http://th.wikipedia.org>.
[เข้าถึงเมื่อ 8 มิถุนายน 2551].
- อารักษ์ จันทูมา และพิศมัย จันทูมา. 2546. การเคลื่อนย้ายน้ำตาลซูโครสในต้นยาง การสะสมมวล
ชีวภาพและดัชนีการเก็บเกี่ยวน้ำยางในยางพาราบางพันธุ์. รายงานการวิจัย. กรุงเทพฯ:
สถาบันวิจัยยาง กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.
- อารักษ์ จันทูมา, พิศมัย จันทูมา, สมจินตนา รุเดอรัมแมน, สว่างรัตน์ สมណาค และพิบูลย์ เพ็ชรยิ่ง.
2546. ความสัมพันธ์ของกระบวนการสังเคราะห์น้ำยางจากการสังเคราะห์แสงของยางพารา.
รายงานการวิจัย. กรุงเทพฯ: สถาบันวิจัยยาง กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและ
สหกรณ์.
- อุดม พูลเกษ. 2541. พฤกษศาสตร์พืชเศรษฐกิจ. กรุงเทพฯ: ภาควิชาพืชไร่ฯ คณะเกษตร
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- Bristow, J. M. and Looi, A. S. 1968. Effect of carbon dioxide on the growth and morphogenesis of
Marsilea. Am. J. Bot. 55: 884-889.
- Chantuma, P., Thaniswanyangura, S., Kasemsap, P., Gohet, E. and Thaler, P. 2006. Distribution
pattern of latex sucrose content and concurrent metabolic activity at the trunk level on

different tapping systems and in latex producing bark of *Hevea brasiliensis*. Kasetart J. (Nat. Sci.) 40: 643-642.

Cockbain, E. G. and Philpott, M. W. 1963. Colloid properties of latex. *In* The Chemistry and Physics of Rubber-Like Substances (ed. L. Bateman) p. 73. London: Maclaren and Sons Ltd.

Cooper, C. S. and Qualls, M. 1967. Morphology and chlorophyll content of shade and sun leaves of two legumes. *Journal of Crop Science*. 7: 672-673.

Dickenson, P. B. 1969. Electron microscopical studies of latex vessel system of *Hevea brasiliensis*. *Journal of Rubber Research Institute of Malaysia* 21: 543-551.

Friend, D. J. C. and Pomeroy, M. E. 1970. Change in cell size and number associated with effect of light intensity and temperature on the leaf morphology of wheat. *Can. J. Bot.* 48: 85-90.

Gomez, J. B. 1976. Comparative ultracytology of young and mature latex vessels in *Hevea brasiliensis*. *Proceedings International Rubber Conference 1975, Kuala Lumpur* 2: 143-164.

Gomez, J. B. 1983. *Physiology of Latex (Rubber) Production*. Malaysian Rubber Research and Development Board Monograph No. 8. Rubber Research Institute of Malaysia.

Gomez, J. B. and Hamzah, S. 1980. Variation in leaf morphology and anatomy between clones of *Hevea*. *Journal of the Rubber Research Institute of Malaysia* 28: 157-182.

Gomez, J. B. and Hamzah, S. 1989. Particle size distribution in *Hevea* latex-some observation on the electronmicroscopic method. *Journal of Natural Rubber Research* 4: 204-211.

- Hasma, N. 1987. Proteolipids of natural rubber particles. *Journal of Natural Rubber Research* 2: 129-133.
- Gohet, E. and Chantuma, P. 1999. Microdiagnostic Latex/Field Methodology RRIT-CRRC Standard Procedure. Microdiagnostic Latex Training RRIT-DOA. Chachoengsao Rubber Research Center 22-26 November 1999.
- Miskin, K. E. and Rasmusson, D. C. 1970. Frequency and distribution of stomata in barley. *Journal of Crop Science*. 10: 575-578.
- Nataraja, K. N. and Jacob, J. L. 1999. Clonal differences in photosynthesis in *Hevea brasiliensis* Muell. Arg. *Journal of Photosynthetica* 36: 89-98.
- Penfound, W. T. 1931. Plant anatomy as conditioned by light intensity and soil moisture. *Am. J. Bot.* 18: 197-209.
- Salisbury, E. J. 1927. On the causes and ecological significance of stomatal frequency with special reference to woodland flora. *Phil. Trans. Roy. Soc. Lond. Ser. B*. 216: 1-65.
- Samsuddin, Z. and Impen, I. 1978. Comparative net photosynthesis of four *Hevea brasiliensis* clonal seedling. *Experimental Agriculture* 14: 337-340.
- Samsuddin, Z. and Impen, I. 1979a. Relationship between leaf age and some carbon dioxide exchange characteristics of four *Hevea brasiliensis* clones. *Journal of Photosynthetica* 13: 208-10.
- Samsuddin, Z. and Impen, I. 1979b. The development of photosynthetic rate with leaf age in *Hevea brasiliensis* clonal seedlings. *Journal of Photosynthetica* 13: 267-270.

- Sangsing, K., Roux, X. L., Kasemsap, P., Thanisawanyangura, S., Sangkhasila, K., Gohet, E. and Thaler, P. 2004. Photosynthetic capacity and effect of drought on leaf gas exchange in two rubber (*Hevea brasiliensis*) clones. *Kasetsart J. (Nat. Sci.)* 38: 111-122.
- Senanayake, Y. D. and Samaranayake, P. 1970. Intraspecific variation in stomatal density in *Hevea brasiliensis*. *Quarterly Journal of the Rubber Research Institute of Ceylon* 46: 61-65.
- Spencer, H. J. 1939. On the nature of the blocking of the laticiferous system at the leaf base of *Hevea brasiliensis*. *Annals of Botany* 3: 231-235.
- Sys, C., Van, R. E., Debaveye, J. and Beernaert, F. 1993. Land evaluation part I: Principles in land evaluation and crop production calculations. *In Agricultural Publication No.7*
Brussel: General Administration for Development Cooperation. 274 P.
- Turner, N. C. and Burch, G. J. 1983. The role of water in plants. *In Crop-Water Relationships* (eds. M. Tear and M. Peet) pp. 73-117. New York: John Wiley and Sons Inc.
- Webster, C. C. and Paardekooper, E. C. 1989. The botany of the rubber tree. *In Rubber* (eds. C. C. Webster and W. J. Baulkwill) pp. 57-84. New York: John Wiley and Sons Inc.
- Wild, A. and Wolf, G. 1980. The effect of different light intensities on the frequency and size of stomata, the size of cell, the number, size and chlorophyll content of chloroplasts in the mesophyll and the guard cell during the ontogeny of primary leaves of *Sinapis alba*. *Z. Pflanzen.* 97: 325-342.
- Woodward, F. I. and Bazzaz, F. 1988. The responses of stomatal density to CO₂ partial pressure. *J. Exp. Bot.* 39: 1771-1781.

Yusof, F. and See, C. H. 2003. The biosynthesis of rubber in *Hevea brasiliensis*. Malaysian Rubber Board Monograph No. 4. Rubber Research Institute of Malaysia.

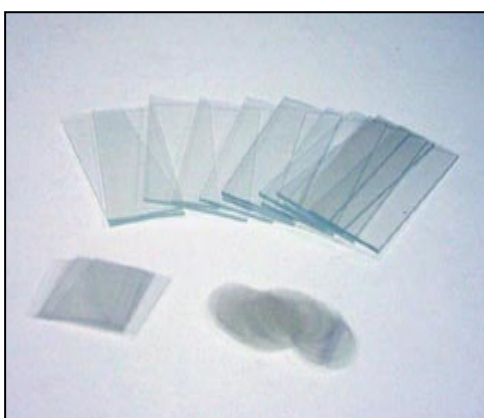
ภาคผนวก



ภาพผนวกที่ 1 ต้นยางพาราพันธุ์ RRIM 600 (ชาย) และพันธุ์ SK 3 (ขวา) อายุ 21 ปี แปลงทดลอง
อำเภอหาดใหญ่



ภาพผนวกที่ 2 ต้นยางพาราพันธุ์ RRIM 600 (ชาย) และพันธุ์ SK 1 (ขวา) อายุ 14 ปี แปลงทดลอง
อำเภอนาทวี



ภาคผนวกที่ 3
 ก) กล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอน (ก)
 ข) แผ่นสไลด์ แผ่นปิดสไลด์ (ค)
 ค) มีดตัดชิ้นส่วนเนื้อเยื่อ (จ)

เครื่องตัดชิ้นส่วนเนื้อเยื่อ (Microtome) (ข)
 เครื่องเจาะเยื่อเยื่อพืช (Increment borer) (ง)
 กล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสง (ค)



(ก)



(ข)



(ค)



(ง)



(จ)



(ฉ)

ภาพผนวกที่ 4 เครื่องวัดปริมาณความเข้มแสง (Light meter) (ก) อุปกรณ์เจาะดิน (ข)
 กล้องเลนส์ตาปลา (Fish eye) (ค) เครื่องวัดค่าคลอโรฟิลล์มีเตอร์ไนโบ
 (Chlorophyll meter, SPAD-502) (ง) เครื่องวัดอัตราการสังเคราะห์แสง (จ)
 และเครื่องมือวัดศักย์ของน้ำไนโบ (Pressure chamber) (ฉ)



(ก)



(ข)



(ค)



(ง)



(จ)



(ฉ)

ภาพผนวกที่ 5 เครื่องวัดอัตราการสังเคราะห์แสง (ก)
อ่างน้ำควบคุมอุณหภูมิ (ค)
สารเคมีในการวิเคราะห์น้ำยาง (จ)

อุปกรณ์วิเคราะห์เนื้อยางแห้ง (ข)
สเปกโตรโฟโตมิเตอร์ (ง)
และหลอดเก็บน้ำยาง (ฉ)

การเตรียมสารเคมีและการทำ Standard curve สำหรับการวิเคราะห์ห้องค์ประกอบทางชีวเคมีน้ำยาง

1. การเตรียม Stock solution

1.1	EDTA ความเข้มข้น 0.01%	ปริมาตร 1,000 มิลลิลิตร
	EDTA	0.1 กรัม
	H ₂ O	1,000 มิลลิลิตร

วิธีการ: ชั่ง EDTA มา 0.1 กรัม ละลายกับน้ำกลั่น 1,000 มิลลิลิตร ใช้ magnetic stirrer ช่วยคน อุณหภูมิห้องจนสารละลายเพื่อให้ละลายได้ดียิ่งขึ้น จากนั้นนำมาปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่นให้ครบ 1,000 มิลลิลิตร เก็บไว้ในขวดเก็บสารสีใส

1.2	TCA ความเข้มข้น 20%	ปริมาตร 1,000 มิลลิลิตร
	TCA	200 กรัม
	H ₂ O	1,000 มิลลิลิตร

วิธีการ: ชั่ง TCA มา 200 กรัม (รีบชั่งเพราะละลายง่าย) ละลายกับน้ำกลั่น 1,000 มิลลิลิตร ใช้แท่งแก้วคนสารละลายให้เข้ากันเก็บไว้ในขวดสีใส

1.3	TCA ความเข้มข้น 2.5%	ปริมาตร 1,000 มิลลิลิตร
	TCA ความเข้มข้น 20%	125 มิลลิลิตร
	H ₂ O	875 มิลลิลิตร

วิธีการ: ตวงน้ำกลั่นมา 875 มิลลิลิตร รินใส่บีกเกอร์ขนาด 1,000 มิลลิลิตร จากนั้นรินสารละลาย TCA ความเข้มข้น 20% ปริมาตร 125 มิลลิลิตร เติมลงในบีกเกอร์ที่มีน้ำกลั่น ใช้แท่งแก้วคนให้สารละลายเข้ากัน เก็บใส่ขวดสีใส

1.4 Anthrone reactive ปริมาตร 1,000 มิลลิลิตร

H ₂ O	290	มิลลิลิตร
กรดซัลฟูริกเข้มข้น (Conc. H ₂ SO ₄)	710	มิลลิลิตร
Anthrone	1.0	กรัม

วิธีการ: เตรียมในตู้ควัน โดยวางกระบอกตวงปริมาตร 1,000 มิลลิลิตร ลงในกะละมังที่น้ำความสูงอยู่ประมาณครึ่งกะละมัง รินน้ำกลั่น 290 มิลลิลิตร ลงในกระบอกตวง หลังจากนั้นค่อย ๆ ริน H₂SO₄ 710 มิลลิลิตร ลงไป ทิ้งสารละลายให้เย็น เทใส่บีกเกอร์ปริมาตร 1,000 มิลลิลิตร ใส่ Anthrone 1.0 กรัม ลงไป ใช้ magnetic stirrer ความเร็วสูงช่วยคน เทใส่กระบอกตวงอีกครั้งหากปริมาตรไม่ครบ 1,000 มิลลิลิตร ปรับปริมาตรให้ครบ 1 ลิตรด้วย H₂SO₄ รินใส่ขวดสีชา และห่อด้วยกระดาษฟลอยด์ เก็บไว้ในตู้เย็น

หมายเหตุ: ห้าม! เติมน้ำลงในกรดโดยเด็ดขาด

1.5 Sucrose standard solution 2 mM ปริมาตร 100 มิลลิลิตร

Sucrose	0.0685	กรัม
TCA ความเข้มข้น 2.5%	100	มิลลิลิตร

วิธีการ: ชั่ง Sucrose มา 0.0685 กรัม เทใส่บีกเกอร์ปริมาตร 100 มิลลิลิตร ตวง TCA ความเข้มข้น 2.5% ปริมาตร 100 มิลลิลิตร ใส่ลงในบีกเกอร์ ใช้ magnetic stirrer ช่วยคน สามารถเก็บสารละลายนี้ได้ไม่เกิน 1 สัปดาห์ในที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส

1.6 Molybdate / Metavanadate / IN reactive ปริมาตร 1,000 มิลลิลิตร

(NH ₄) ₆ Mo ₇ O ₂₄ ·4H ₂ O	6.0	กรัม
NH ₄ VO ₃	0.3	กรัม
Nitric acid	60	มิลลิลิตร
H ₂ O	940	มิลลิลิตร

วิธีการ: เตรียมบีกเกอร์ขนาด 500 มิลลิลิตร 2 บีกเกอร์ บีกเกอร์ที่ 1 ละลาย(NH₄)₆Mo₇O₂₄·4H₂O 6.0 กรัม กับน้ำกลั่นประมาณ 300 มิลลิลิตร ใช้ magnetic stirrer ช่วยคน บีกเกอร์ที่ 2 รินน้ำกลั่นลงไปประมาณ 300 มิลลิลิตร จากนั้นเติม Nitric acid ผ่านแท่งแก้วคนลงไป 60 มิลลิลิตร เติม

NH_4VO_3 0.3 กรัม อุณหภูมิละลายเล็กน้อย เมื่อสารละลายเย็นลงนำสารละลายทิ้ง 2 ปีกเกอร์ใส่ลงในกระบอกตวงขนาด 1,000 มิลลิลิตร โดยใส่สารละลายในปีกเกอร์ที่ 2 ก่อน เติมน้ำกลั่นจนปริมาตรครบ 1,000 มิลลิลิตร ใช้ magnetic stirrer ช่วยคนและอุณหภูมิละลายเล็กน้อย

1.7 Standard KH_2PO_4 / 5 mM Pi standard solution ปริมาตร 100 มิลลิลิตร

KH_2PO_4 (MW = 136.09)	0.0680	กรัม
H_2O	90	มิลลิลิตร
TCA ความเข้มข้น 2.5%	10	มิลลิลิตร

วิธีการ: ตวงน้ำ 50 มิลลิลิตร ใส่ปีกเกอร์ขนาด 100 มิลลิลิตร เติม KH_2PO_4 0.068 กรัม จากนั้นเติม TCA ความเข้มข้น 2.5% ปริมาตร 10 มิลลิลิตร และน้ำกลั่นอีก 40 มิลลิลิตร ลงในปีกเกอร์ สามารถเก็บสารละลายนี้ได้ไม่เกิน 1 สัปดาห์ในที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส

1.8 0.5 M Tris ปริมาตร 1,000 มิลลิลิตร

TRIS (MW = 121.14)	60.60	กรัม
H_2O	1,000	มิลลิลิตร

วิธีการ: ตวงน้ำกลั่น 1,000 มิลลิลิตร ใส่ปีกเกอร์ เติม Tris 60.60 กรัม ใช้ magnetic stirrer ช่วยคน

1.9 10 mM DTNB ปริมาตร 100 มิลลิลิตร

DTNB (MW = 396.36)	0.3964	กรัม
EDTA (MW = 292.2)	0.710	กรัม
H_2O	80	มิลลิลิตร
Tris	20	มิลลิลิตร

วิธีการ: ตวง 0.5 M Tris ปริมาตร 20 มิลลิลิตร เติม DTNB 0.3964 กรัม และ EDTA 0.710 กรัม ใช้ magnetic stirrer ช่วยคนจากนั้นเติมน้ำกลั่นลงไป 50 มิลลิลิตร ปรับ pH ให้ได้ 6.7 ด้วย TCA ความเข้มข้น 20% จากนั้นปรับ pH ให้ได้ 6.5 ด้วย TCA ความเข้มข้น 2.5% หลังจากนั้นเติมน้ำกลั่นจนปริมาตรครบ 100 มิลลิลิตร เก็บสารละลายใส่ขวดสีชาห่อด้วยกระดาษฟลอยด์เก็บไว้ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส

1.10 Glutathion standard solution; 1 mM GSH ปริมาตร 100 มิลลิลิตร

วิธีการ: ชั่ง GSH 0.0307 กรัม จากนั้นตวง TCA ความเข้มข้น 2.5% รินใส่ในบีกเกอร์ เติม GSH ที่ชั่งไว้ลงในบีกเกอร์ คนให้สารละลายเข้ากัน เก็บสารละลายในขวดสีชาสามารถเก็บรักษาสารละลายนี้ได้ไม่เกิน 1 สัปดาห์ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส

2. การทำ Standard curve สำหรับการวิเคราะห์ห่อองค์ประกอบทางชีวเคมีน้ำยาง

2.1 Sucrose standard curve

ในการทำ Sucrose standard curve จะทำทั้งในกรณีที่มีปริมาณซูโครสปกติ ปริมาณซูโครสต่ำและปริมาณซูโครสสูง โดยความเข้มข้นสุดท้ายของน้ำตาลซูโครสจะแปรผันจาก 0 mM ถึง 1.75 ใน TCA ความเข้มข้น 2.5% ที่ความยาวคลื่น 627 นาโนเมตร การเตรียมสารสำหรับทำ standard ดังตารางแสดงข้างล่าง

ตารางผนวกที่ 1 การเตรียมสารเคมีสำหรับการทำ Standard curve เพื่อการวิเคราะห์ปริมาณซูโครสในน้ำยาง

Tube	blank	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Suc. Std. Sol (ml)	0.000	0.500	1.000	1.500	2.000	3.000	4.000	5.000	6.000	7.000
2.5% TCA (ml)	0.000	7.500	7.000	6.500	6.000	5.000	4.000	3.000	2.000	1.000
[Suc] (mM)	0.000	0.125	0.250	0.375	0.500	0.750	1.000	1.250	1.500	1.750

เมื่อเตรียมสารใส่หลอด centrifuged ดังตารางแล้วนำหลอดทั้งหมดไปเขย่าด้วย vortex จากนั้นเตรียมหลอดแก้วที่มีฝาปิด 9 หลอด เติมสารต่าง ๆ ในแต่ละหลอด เพื่อนำไปอ่านค่าการดูดกลืนแสง ดังนี้

TCA ความเข้มข้น 2.5%	400	ไมโครลิตร
สารละลายน้ำยาง	100	ไมโครลิตร
Anthrone reactive	3	มิลลิลิตร

สำหรับ blank ของสารละลายซูโครส ใช้ทั้งในกรณีที่มีซูโครสปกติ ซูโครสต่ำ และซูโครสสูง โดยเติมสารต่างๆ ดังนี้

TCA ความเข้มข้น 2.5%	1	มิลลิลิตร
----------------------	---	-----------

Anthrone reactive 6 มิลลิลิตร

กรณีที่มีปริมาณซูโครสต่ำ ใ้ใช้ในกรณีที่ทำกรวิเคราะห์น้ำยางแล้ววัดค่าการดูดกลืนแสงของตัวอย่างน้ำยางแบบปกติได้ค่าต่ำกว่า 0.200 โดยทำการปรับปริมาตรสารต่าง ๆ ใหม่ดังนี้

TCA ความเข้มข้น 2.5% 250 ไมโครลิตร

สารละลายน้ำยาง 250 ไมโครลิตร

Anthrone reactive 3 มิลลิลิตร

กรณีที่มีปริมาณซูโครสสูง ใ้ใช้ในกรณีที่ทำกรวิเคราะห์น้ำยางแล้ววัดค่าการดูดกลืนแสงของตัวอย่างน้ำยางแบบปกติได้ค่าสูงกว่า 0.800 โดยทำการปรับปริมาตรสารต่าง ๆ ใหม่ดังนี้

TCA ความเข้มข้น 2.5% 450 ไมโครลิตร

สารละลายน้ำยาง 50 ไมโครลิตร

Anthrone reactive 3 มิลลิลิตร

เมื่อเตรียมสารต่างๆ ข้างต้นแล้ว นำแต่ละหลอดไปเขย่าด้วย vortex จากนั้นนำไปแช่ใน water bath ที่อุณหภูมิ 90 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 นาที นำตัวอย่างมาแช่ในน้ำที่อุณหภูมิห้อง ทิ้งให้เย็นประมาณ 5 นาที นำไปอ่านค่าการดูดกลืนแสง บันทึกค่าการดูดกลืนแสงในแต่ละความเข้มข้นของซูโครส ทำการ plot กราฟการกระจาย หาค่าสหสัมพันธ์และจุดตัดแกน x และ y จะได้สมการ $y = aX$ จากนั้นคำนวณหาค่า K โดย

$$K_{SUC} = 1/y$$

ตัวอย่างการหาค่า K_{SUC}

ตารางผนวกที่ 2 การหาค่าสัมประสิทธิ์การดูดกลืนแสงกรณีปริมาณซูโครสอยู่ในระดับต่ำ

Conc	ABS1	ABS2	Y1	Y2
0.000	0.000	0.000		
0.125	0.099	0.166	1.0358	1.0906
0.250	0.643	0.233	K1	K2
0.375	0.419	0.372	0.97	0.92
0.500	0.607	0.561		
0.750	1.560	1.068		
1.000	1.017	1.144		
1.250	1.221	1.404		
1.500	1.472	1.612		
1.750	1.526	1.769		

ตารางผนวกที่ 3 การหาค่าสัมประสิทธิ์การดูดกลืนแสงกรณีปริมาณซูโครสอยู่ในระดับปกติ

Conc	ABS1	ABS2		
0.000	0.000	0.000	Y1	Y2
0.125	0.086	0.050	0.5044	0.4898
0.250	0.076	0.104	K1	K2
0.375	0.135	0.175	1.98	2.04
0.500	0.207	0.264		
0.750	0.447	0.526		
1.000	0.449	0.513		
1.250	0.418	0.596		
1.500	0.678	0.712		
1.750	1.134	0.807		

ตารางผนวกที่ 4 การหาค่าสัมประสิทธิ์การดูดกลืนแสงกรณีปริมาณซูโครสอยู่ในระดับสูง

Conc	ABS1	ABS2		
0.000	0.000	0.000	Y1	Y2
0.125	0.062	0.063	0.2438	0.2545
0.250	0.050	0.062	K1	K2
0.375	0.070	0.066	4.10	3.93
0.500	0.142	0.119		
0.750	0.225	0.281		
1.000	0.243	0.220		
1.250	0.307	0.302		
1.500	0.369	0.371		
1.750	0.403	0.454		

2.2 Inorganic phosphorus standard curve

ในการทำ standard Pi ความเข้มข้นสุดท้ายของ Pi จะแปรผันจาก 0 mM ถึง 5 mM ใน TCA ความเข้มข้น 2.5% ที่ความยาวคลื่น 410 นาโนเมตร การเตรียมสารสำหรับทำ standard ดังตารางแสดงข้างล่าง

ตารางผนวกที่ 5 การเตรียมสารเคมีสำหรับการทำ Standard curve เพื่อการวิเคราะห์ปริมาณอินทรีย์ฟอสฟอรัส

Tube	Blank	1	2	3	4	5
Pi. Std. Sol. (ml)	0.000	2.000	4.000	6.000	8.000	10.000
2.5% TCA (ml)	0.000	8.000	6.000	4.000	2.000	0.000
[Pi] (mM)	0.000	1.000	2.000	3.000	4.000	5.000

เมื่อเตรียมสารใส่หลอด centrifuged ดังตารางแล้วนำหลอดทั้งหมดไปเขย่าด้วย vortex จากนั้นเตรียมหลอดแก้วที่มีฝาปิด 6 หลอด เติมสารต่าง ๆ ในแต่ละหลอด เพื่อนำไปอ่านค่าการดูดกลืนแสง ดังนี้

TCA ความเข้มข้น 2.5%	1	มิลลิลิตร
สารละลายน้ำยา	500	ไมโครลิตร
IN reactive	3	มิลลิลิตร
การเตรียม Blank ของ Pi เตรียมดังนี้		
TCA ความเข้มข้น 2.5%	3	มิลลิลิตร
IN Reactive	6	มิลลิลิตร

เมื่อเตรียมสารต่าง ๆ ข้างต้นแล้ว นำแต่ละหลอดไปเขย่าด้วย vortex ทิ้งไว้ประมาณ 5 นาที นำไปอ่านค่าการดูดกลืนแสง บันทึกค่าการดูดกลืนแสงในแต่ละความเข้มข้นของ Pi ทำการ plot กราฟการกระจาย หาค่าสหสัมพันธ์และจุดตัดแกน x และ y จะได้สมการ $y = aX$ จากนั้นคำนวณหาค่า K โดย

$$K_{Pi} = 1/y$$

ตัวอย่างการหาค่า K_{pi}

ตารางผนวกที่ 6 การหาค่าสัมประสิทธิ์การดูดกลืนแสงของอนินทรีย์ฟอสฟอรัส

Conc	ABS1	ABS2	Y1	Y2
0.000	0.000	0.000		
1.000	0.242	0.246	0.264	0.2441
2.000	0.503	0.501	K1	K2
3.000	0.781	0.742	3.79	4.10
4.000	1.007	0.980		
5.000	1.380	1.206		

2.3 Glutathion standard curve (R-SH)

ในการทำ standard R-SH ความเข้มข้นสุดท้ายของ R-SH จะแปรผันจาก 0 mM ถึง 0.1 mM ใน TCA ความเข้มข้น 2.5% ที่ความยาวคลื่น 412 นาโนเมตร การเตรียมสารสำหรับทำ standard ดังตารางแสดงข้างล่าง

ตารางผนวกที่ 7 การเตรียมสารเคมีสำหรับการทำ Standard curve เพื่อการวิเคราะห์หาปริมาณไรซอล

Tube	Blank	1	2	3	4	5
GSH Std. Sol. (ml)	0.000	0.100	0.200	0.300	0.400	0.500
2.5% TCA (ml)	0.000	4.900	4.800	4.700	4.600	4.500
[R-SH] (mM)	0.000	0.02	0.04	0.06	0.08	0.10

เมื่อเตรียมสารใส่หลอด **centrifuged** ดังตารางแล้วนำหลอดทั้งหมดไปเขย่าด้วย vortex จากนั้นเตรียมหลอดแก้วที่มีฝาปิด 6 หลอด เตรียมสารต่าง ๆ ในแต่ละหลอด เพื่อนำไปอ่านค่าการดูดกลืนแสง ดังนี้

0.5M Tris	1	มิลลิลิตร
สารละลายน้ำยาง	1.5	มิลลิลิตร
20 mM DTNB reactive	50	ไมโครลิตร

การเตรียม Blank ของ Pi เตรียมดังนี้

TCA ความเข้มข้น 2.5%	3	มิลลิลิตร
Tris	2	มิลลิลิตร
20 mM DTNB Reactive	100	ไมโครลิตร

เมื่อเตรียมสารต่าง ๆ ข้างต้นแล้ว นำแต่ละหลอดไปเขย่าด้วย vortex ทิ้งไว้ประมาณ 5 นาที นำไปอ่านค่าการดูดกลืนแสง บันทึกค่าการดูดกลืนแสงในแต่ละความเข้มข้นของ R-SH ทำการ plot กราฟการกระจาย หาค่าสหสัมพันธ์และจุดตัดแกน x และ y จะได้สมการ $y = aX$ จากนั้นคำนวณหาค่า K โดย

$$K_{R-SH} = 1/y$$

ตัวอย่างการหาค่า K_{R-SH}

ตารางผนวกที่ 8 การหาค่าสัมประสิทธิ์การดูดกลืนแสงของไรออล

Conc	ABS1	ABS2	Y1	Y2
0.000	0.000	0.000		
0.020	0.149	0.152	7.8	7.7855
0.040	0.288	0.305	K1	K2
0.060	0.454	0.450	0.13	0.13
0.080	0.622	0.628		
0.100	0.801	0.788		

หมายเหตุ: ค่าสัมประสิทธิ์ของการแปลงค่า (K) ของ Standard curve พารามิเตอร์ต่าง ๆ คือ

$K_{Sucปกติ}$	=	1.90 – 2.00
$K_{Sucต่ำ}$	=	ใกล้เคียง 0.9
$K_{Sucสูง}$	=	ใกล้เคียง 4.0
K_{Pi}	=	4.00 – 4.20
K_{R-SH}	=	0.12 – 0.14

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ สกุล	นางสาวพิมพ์ภิดา สุขเจริญกุล	
รหัสประจำตัวนักศึกษา	5010620019	
วุฒิการศึกษา		
วุฒิ	ชื่อสถาบัน	ปีที่สำเร็จการศึกษา
วิทยาศาสตร์บัณฑิต (เกษตรศาสตร์)	มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์	2549