

## การศึกษาค่า Stomatal Conductance ในใบยางพารา Study on Leaf Stomatal Conductance of Rubber

กฤษดา สังข์สิงห์<sup>1/</sup> กรรณิการ์ วีระวัฒน์สุข<sup>2/</sup> อารักษ์ จันทูมา<sup>2/</sup> ศรีปราชญ์ ธโนศวรรยางกูร<sup>3/</sup>  
กมุท สังข์ศิลา<sup>4/</sup> พูนพิภพ เกษมทรัพย์<sup>5/</sup>  
Krissada Sangsing<sup>1/</sup> Kannikar Teerawatanasuk<sup>2/</sup> Arak Chantuma<sup>2/</sup>  
Somprach Thanisawanyangkura<sup>3/</sup> Kumut Sangkhasila<sup>4/</sup> Poonpipope Kasemsap<sup>5/</sup>

### ABSTRACT

The stomatal conductance ( $g_s$ ) parameter was used as an index in rubber breeding programme for evaluation of high growth and high yield clone under non-water limited condition. This experiment was conducted at Chachoengsao Rubber Research Centre, Chachoengsao province during August to October 2002. The objectives were to study (1) the genetic and diurnal variations of  $g_s$  on three rubber parent clones namely, RRIM 600, RRIL 105 and RRIT 251 and the relationships between  $g_s$  and environmental factors (2) the frequency distribution of  $g_s$  on these clones and (3) the frequency distribution of  $g_s$  on their  $F_1$  progeny of RRIM 600 RRIL 105 and RRIM 600xRRIT 251. The results showed those wide variations in  $g_s$  were observed among three rubber clones and diurnal times. Mean  $g_s$  of clone RRIM 600 ( $667 \text{ mmolH}_2\text{O m}^{-2}\text{s}^{-1}$ ) was greater than those of RRIT 251 ( $522 \text{ mmolH}_2\text{O m}^{-2}\text{s}^{-1}$ ) and RRIL 105 ( $436 \text{ mmolH}_2\text{O m}^{-2}\text{s}^{-1}$ ). The diurnal variation of  $g_s$  was also found. The maximum potentials of  $g_s$  were exhibited during 09.30-11.30h due to the environmental effects. A strong correlation was found between  $g_s$  and vapour pressure deficit, where as relationship between  $g_s$  and temperature

<sup>1/</sup> ศูนย์วิจัยยางสุราษฎร์ธานี สำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตรเขตที่ 7 กรมวิชาการเกษตร ตำบลสุราษฎร์ธานี 84170

<sup>2/</sup> Surat Thani Rubber Research Centre, Office of Agricultural Research and Development 7, Department of Agriculture, Tha Chana district, Surat Thani province 84170

<sup>3/</sup> ศูนย์วิจัยยางฉะเชิงเทรา สำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตรเขตที่ 6 กรมวิชาการเกษตร สนาบชัยเขต ฉะเชิงเทรา 24160

<sup>4/</sup> Chachoengsao Rubber Research Centre, Office of Agricultural Research and Development 6, Department of Agriculture, Sanam Chai Khet district, Chachoengsao province 24160

<sup>5/</sup> ภาควิชาพฤกษศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ จตุจักร กทม. 10900

<sup>6/</sup> Department of Botany, Faculty of Science, Kasetsart University, Chatuchak, Bangkok 10900

<sup>7/</sup> ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ จตุจักร กทม. 10900

<sup>8/</sup> Department of Soil Science, Faculty of Agriculture, Kasetsart University, Chatuchak, Bangkok 10900

<sup>9/</sup> ภาควิชาพืชไร่ คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ จตุจักร กทม. 10900

<sup>10/</sup> Department of Agronomy, Faculty of Agriculture, Kasetsart University, Chatuchak, Bangkok 10900

was weak excepted in RRIT 251. The frequency distribution of  $g_s$  was the highest at 400 and 700  $\text{mmolH}_2\text{O m}^{-2}\text{s}^{-1}$  for RRIM 600, while it was the highest at 500  $\text{mmolH}_2\text{O m}^{-2}\text{s}^{-1}$  for RRII 105, and it was the highest at 600  $\text{mmolH}_2\text{O m}^{-2}\text{s}^{-1}$  for RRIT 251.  $F_1$  progeny showed wide variations in  $g_s$  when was compared with their parents. Moreover,  $g_s$  of some progenies were three times greater than that of their parents. Therefore, high  $g_s$  might be used as a selection trait in rubber breeding programme for high growth and high yield in rubber grown under non-water limited condition.

**Key words:** stomatal conductance, temperature, vapour pressure deficit, rubber

### บทคัดย่อ

เพื่อที่จะใช้ค่า stomatal conductance ( $g_s$ ) เป็นดัชนีหนึ่งในการคัดเลือกพันธุ์ยางโตเร็ว และให้ผลผลิตสูงในสภาพปลูกที่ไม่ขาดแคลนน้ำ จึงดำเนินการศึกษาที่ศูนย์วิจัยยางฉะเชิงเทรา ระหว่างเดือนสิงหาคมถึงตุลาคม พ.ศ. 2545 โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษา (1) ความแปรปรวนของค่า  $g_s$  ระหว่างพันธุ์ยาง ความแปรปรวนของ  $g_s$  ในแต่ละช่วงเวลาของรอบวัน และหาความสัมพันธ์ระหว่าง  $g_s$  กับปัจจัยทางสภาพแวดล้อม (2) การกระจายความถี่ของค่า  $g_s$  ในใบยางพารา ซึ่งใช้เป็นพ่อแม่พันธุ์ 3 พันธุ์คือ RRIM 600, RRII

105 และ RRIT 251 และ (3) การกระจายความถี่ของค่า  $g_s$  ในใบยางลูกผสม  $F_1$  progeny ของคู่ผสม RRIM 600(RRII 105 และ RRIM 600(RRIT 251 ผลการศึกษาพบความแปรปรวนของค่า  $g_s$  ในระหว่างพันธุ์ยาง 3 พันธุ์ที่ใช้ในการทดลองนี้ โดยพันธุ์ RRIM 600 มีค่า  $g_s$  เฉลี่ยสูงสุด (667  $\text{mmolH}_2\text{O m}^{-2}\text{s}^{-1}$ ) รองลงมาคือ RRIT 251 (522  $\text{mmolH}_2\text{O m}^{-2}\text{s}^{-1}$ ) ส่วน RRII 105 มีค่า  $g_s$  ต่ำที่สุด (436  $\text{mmolH}_2\text{O m}^{-2}\text{s}^{-1}$ ) และยังพบความแปรปรวนของค่า  $g_s$  ในการวัดของแต่ละช่วงเวลาในรอบวัน โดยเฉลี่ย  $g_s$  มีค่าสูงในช่วงเวลาประมาณ 09:30-11:30 น. ทั้งนี้เกิดจากอิทธิพลของสภาพแวดล้อมอากาศ โดยค่าสหสัมพันธ์ (coefficient of correlation) ระหว่าง  $g_s$  กับความต้องการน้ำเพิ่มของอากาศ (VPD) มีค่าสูง แต่ค่าสหสัมพันธ์ระหว่าง  $g_s$  กับอุณหภูมิมีค่าต่ำกว่า ยกเว้นในพันธุ์ RRIT 251 ในใบยางพันธุ์ RRIM 600 ค่า  $g_s$  กระจายความถี่มากในช่วง 400 และ 700  $\text{mmolH}_2\text{O m}^{-2}\text{s}^{-1}$  ในใบยางพันธุ์ RRII 105 ค่า  $g_s$  กระจายความถี่มากในช่วง 500  $\text{mmolH}_2\text{O m}^{-2}\text{s}^{-1}$  ขณะที่ใบยางพันธุ์ RRIT 251 ค่า  $g_s$  กระจายความถี่มากในช่วง 600  $\text{mmolH}_2\text{O m}^{-2}\text{s}^{-1}$  สำหรับในสายพันธุ์ลูกผสม  $F_1$  พบการกระจายของค่า  $g_s$  ที่กว้างกว่าพันธุ์พ่อแม่ และมีบางสายพันธุ์ใน  $F_1$  ที่ใบมีค่า  $g_s$  สูงกว่าพันธุ์พ่อแม่ประมาณ 3 เท่า

**คำหลัก :** การนำไหลของปากใบ อุณหภูมิ ความต้องการน้ำเพิ่มของอากาศ ยางพารา

## คำนำ

การปรับปรุงพันธุ์พืชในอดีตที่ผ่านมา ประสบความสำเร็จเป็นอย่างดีในการเพิ่มผลผลิต โดยนักปรับปรุงพันธุ์จะเลือกลูกผสมที่ให้ผลผลิตสูงเป็นหลัก แต่สนใจลักษณะพิเศษอื่น ๆ น้อยทั้งที่ลักษณะดังกล่าว อาจเป็นสาเหตุสำคัญของการสนับสนุนและส่งเสริมให้ได้ผลผลิตที่สูงขึ้น เมื่อเปรียบเทียบพันธุ์พืชดั้งเดิมที่ให้ผลผลิตต่ำ กับพันธุ์พืชใหม่ที่ได้จากการปรับปรุงพันธุ์และให้ผลผลิตสูงพบว่าลักษณะทางสัณฐานวิทยา สรีรวิทยา หรือชีวเคมีบางประการมีการเปลี่ยนแปลง แสดงให้เห็นว่าลักษณะต่าง ๆ ที่เปลี่ยนแปลงไปเป็นผลจากการคัดเลือกที่ได้โดยทางอ้อม เช่น การศึกษาในฝ้ายพันธุ์ไพมา (Pima) และ ข้าวสาลี ที่ปลูกในสภาพเขตร้อนและมีระบบชลประทานพบว่าผลผลิตที่เพิ่มมีความสัมพันธ์ในทางบวกระหว่างการเพิ่มขึ้นของค่า stomatal conductance ( $g$ ) (Fischer *et al.*, 1998, Lu *et al.*, 1998) นอกจากนี้ยังพบว่าค่า stomatal conductance ถูกควบคุมโดยพันธุกรรมและสามารถถ่ายทอดสู่รุ่นลูกหลานได้ (Percy *et al.*, 1996) สำหรับค่า stomatal conductance ( $g$ ) นี้แสดงถึงการเปิดปิดของปากใบว่ามากน้อยเพียงใด ซึ่งปากใบ (stomata) ทำหน้าที่สำคัญต่อการปรับตัวของพืชต่อสภาพแวดล้อมที่พืชดำรงอยู่ (Taiz and Zeiger, 1998) โดยควบคุมการสังเคราะห์ด้วยแสงและการคายน้ำของพืช (Jones, 1998)

ยางพาราเป็นพืชที่สำคัญทางเศรษฐกิจชนิดหนึ่งของประเทศไทย แต่เนื่องจากยางพาราเป็นไม้ยืนต้น การปรับปรุงพันธุ์แบบดั้งเดิมต้องใช้ระยะเวลาแต่ละรอบของการคัดเลือกพันธุ์นานถึง

30 ปี การคัดเลือกลูกผสมที่ผ่านมา ใช้วิธีการวัดเส้นรอบวงของลำต้นและการกรีดทดสอบผลผลิตเป็นหลัก (กรรณิการ์, 2540) แต่ยังมีศึกษาลักษณะทางสรีรวิทยาเทียบกับการเจริญเติบโตหรือเทียบกับผลผลิตน้อยมาก มีรายงานของ Chandrashekar (1997) พบว่าค่า stomatal conductance มีความสัมพันธ์ทางบวกกับอัตราการเจริญเติบโตของยางพาราจากการศึกษาในยางพารา 9 พันธุ์ ( $r^2=0.79$ ) แต่พบความผันแปรของค่านี้กับช่วงเวลาในรอบวันและในแต่ละเดือน นอกจากนี้ยังพบว่าค่า stomatal conductance มีความผันแปรในระหว่างพันธุ์ยาง (Samsuddin, 1980; Nataraja and Jacob, 1999) และอายุใบ (Samsuddin and Impens, 1979)

ในการศึกษานี้เลือกพันธุ์ RRIM 600 ซึ่งเป็นพันธุ์ยางชั้น 1 ตามคำแนะนำพันธุ์ยางสถาบันวิจัยยางปี พ.ศ. 2542 และเป็นพันธุ์ลูกผสมของ Tjir 1 x PB 86 จากประเทศมาเลเซีย มีการเจริญเติบโตปานกลางแต่ให้ผลผลิตสูง เลือกพันธุ์ RRIT 251 ซึ่งเป็นพันธุ์ยางชั้น 1 ตามคำแนะนำพันธุ์ยางสถาบันวิจัยยางปี พ.ศ. 2542 เช่นกัน แต่ไม่ระบุมแม่พันธุ์และพ่อพันธุ์ได้ พบที่จังหวัดสงขลา พันธุ์นี้มีการเจริญเติบโตปานกลาง ให้ผลผลิตสูงมาก (นิรนาม, 2542) และพันธุ์ RRIT 105 เป็นพันธุ์ยางจากสาธารณรัฐอินเดีย มีการเจริญเติบโตปานกลางใกล้เคียงกับพันธุ์ RRIM 600 แต่ผลผลิตในระยะยางอ่อนสูงกว่าพันธุ์ RRIM 600 (Varghese *et al.*, 1993) และจัดเป็นพันธุ์ยางทนแล้งของสาธารณรัฐอินเดีย (Devakumar *et al.*, 1988) ค่าสัมประสิทธิ์ความเหมือนกันทางพันธุกรรม (similarity coefficient) ระหว่างพันธุ์ RRIM

600 กับ RRIT 251 มีค่า 0.69 สำหรับระหว่าง พันธุ์ RRIM 600 และ RRIT 251 กับพันธุ์ RRIL 105 มีค่า 0.49 (Lekawipat *et al.*, 2003) การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อหาช่วงเวลาที่เหมาะสมในการวัดค่า  $g_s$  และการตอบสนองของ  $g_s$  ต่อสภาพแวดล้อม เปรียบเทียบค่า stomatal conductance ระหว่างพันธุ์ที่ใช้เป็นพ่อและแม่พันธุ์ รวมถึงการศึกษาความถี่การกระจายตัวของค่านี้ใน ลูกผสม ทั้งนี้เพื่อเป็นแนวทางในการนำค่านี้ไปใช้ ประโยชน์กับโปรแกรมการปรับปรุงพันธุ์ต่อไป

### อุปกรณ์และวิธีการ

วัดค่า stomatal conductance ( $g_s$ ) ใน ใบที่สมบูรณ์และขยายตัวเต็มที่แล้ว ด้วยเครื่อง AP4 Porometer (Delta-T Devices Ltd., Cambridge, England) ในยางพาราที่ใช้เป็นพ่อ แม่พันธุ์ 3 พันธุ์คือ RRIM 600, RRIL 105 และ RRIT 251 วัดใน 6 ช่วงเวลาคือ 08:30-09:30 น., 09:30-10:30 น., 10:30-11:30 น., 12:30-13:30 น., 13:30-14:30 น. และ 14:30-15:30 น. โดยเลือก ต้นยางพันธุ์ละ 20 ต้น สุ่มวัดต้นละ 1 ใบรวม 20 ใบ ในแต่ละช่วงเวลา (สุ่มในฉัตรเดียวกันของแต่ละ ต้น) นอกจากนี้ยังวัดค่า  $g_s$  ในลูกผสมของพันธุ์ RRIM 600 x RRIL 105 และ RRIM 600 ( RRIT 251 คู่ผสมละ 30 สายพันธุ์ ๆ ละ 1 ใบในแต่ละ ช่วงเวลา (สุ่มในฉัตรเดียวกันของแต่ละต้น) ขณะที่วัดค่า  $g_s$  ทุกครั้ง บันทึกค่าอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์อากาศด้วยเครื่อง RadioShack® (Thermometer and humidity gauge) และนำมาคำนวณค่า vapour pressure deficit (VPD) ศึกษาในเดือน สิงหาคม ถึง ตุลาคม พ.ศ. 2545

ณ แปลงทดลองภายในศูนย์วิจัยยางฉะเชิงเทรา อ. สนาบชัยเขต จ. ฉะเชิงเทรา วิเคราะห์ข้อมูล ทางสถิติด้วยโปรแกรม SAS (Anon, 1988)

### ผลการทดลองการวิจารณ์

#### 1. อิทธิพลของพันธุ์ยางและช่วงเวลาต่อค่า stomatal conductance ( $g_s$ ) ของใบ

ช่วงเวลาในรอบวันมีอิทธิพลต่อค่า stomatal conductance ของใบยางพารา โดย ยางพันธุ์ RRIM 600 มีค่า  $g_s$  เฉลี่ยสูงที่สุด (666.7  $\text{mmolH}_2\text{O m}^{-2}\text{s}^{-1}$ ) รองลงมาคือ พันธุ์ RRIT 251 (521.8  $\text{mmolH}_2\text{O m}^{-2}\text{s}^{-1}$ ) ในขณะที่พันธุ์ RRIL 105 มีค่าเฉลี่ยต่ำสุดในการทดลองนี้ (436.0  $\text{mmolH}_2\text{O m}^{-2}\text{s}^{-1}$ ) (Table 1) ความแปรปรวน ของค่า  $g_s$  ระหว่างพันธุ์ยางที่พบเป็นไปในทำนอง เดียวกันกับรายงานของ Samsuddin (1980) และ Nataraja และ Jacob (1999) ที่พบความแปรปรวน สูงของค่าพารามิเตอร์ที่เกี่ยวข้องกับการสังเคราะห์ด้วย แสงระหว่างพันธุ์ยางเช่นกัน ซึ่งความแตกต่างของ  $g_s$  ในยางทั้ง 3 พันธุ์นี้ เกิดเนื่องจากความแตกต่าง กันในด้านพันธุกรรม (Lekawipat *et al.*, 2003) เมื่อพิจารณาค่า  $g_s$  ของยางแต่ละพันธุ์ในแต่ละช่วง เวลาพบว่าในช่วงเวลา 08:30-09:30 น. พันธุ์ RRIM 600 และ RRIT 251 มีค่า  $g_s$  สูงกว่า RRIL 105 ขณะที่ในช่วงเวลา 09:30-10:30 น. ทั้ง 3 พันธุ์มี ค่าเฉลี่ยใกล้เคียงกัน ส่วนช่วงเวลาตั้งแต่ 10:30 น. ไปจนถึงเวลา 15:30 น. พันธุ์ RRIM 600 มีค่าสูง กว่า RRIT 251 และ RRIL 105 แต่เมื่อเปรียบเทียบระหว่างพันธุ์ RRIT 251 กับ RRIL 105 ค่า  $g_s$  ไม่แตกต่างกัน (Table 1) ค่า  $g_s$  เฉลี่ยรวมทั้ง 3 พันธุ์ในแต่ละช่วงเวลาก็แตกต่างกัน โดยการวัด

ในช่วงเวลา 09:30-10:30 น. และ 10:30-11:30 น. ได้ค่า  $g_s$  เฉลี่ยจาก ทั้ง 3 พันธุ์สูงที่สุด ( $721 \text{ mmolH}_2\text{O m}^{-2}\text{s}^{-1}$ ) รองลงมาคือช่วงเวลา 08:30-09:30น. และ 12:30-13:30 น. ส่วนช่วงเวลา 13:30-14:30 น. และ 14:30-15:30 น. ได้ค่า  $g_s$  ต่ำที่สุด (Figure 1) เมื่อพิจารณาแต่ละพันธุ์ในเวลาต่างๆ กันพบว่า พันธุ์ RRIM 600 มีความแปรปรวนต่อเวลามากกว่าพันธุ์อื่น ๆ โดยช่วง 09:30-10:30 น. และ 10:30-11:30 น. มีค่าสูงกว่าช่วง 08:30-09:30 น., 12:30-13:30 น. และ 13:30-14:30 น. ส่วนช่วงเวลา 14:30-15:30 น. มีค่า  $g_s$  ต่ำที่สุด พันธุ์ RRII 105 มีความแปรปรวนต่อเวลาน้อยกว่าพันธุ์อื่น ๆ คือช่วงเวลา 09:30-10:30 น. และ 10:30-11:30 น. มีค่า  $g_s$  สูงกว่าช่วงอื่น ๆ แต่ในช่วงเวลาอื่นไม่ค่อยแตกต่างกัน พันธุ์ RRIT

251 มีความแปรปรวนต่อเวลาแบ่งเป็น 3 ระดับ คือ 08:30-09:30 น.และ 09:30-10:30 น. มีค่า  $g_s$  สูงที่สุด รองลงมาคือช่วง 10:30-11:30 น. และ 12:30-13:30 น. ส่วนช่วงเวลา 13:30-14:30 น. และ 14:30-15:30 น. มีค่า  $g_s$  ต่ำสุด (Table 1) ดังนั้น การศึกษาค่า  $g_s$  ในยางพาราครั้งต่อไปเพื่อที่จะให้ได้ศักยภาพสูงสุดของ  $g_s$  จึงควรวัดค่านี้ในช่วงเวลา 09:30 น. ถึงช่วงเวลา 11:30 น.

สำหรับความแปรปรวนของค่า  $g_s$  ในยางพาราต่อช่วงเวลาในรอบวัน อันเนื่องจากอิทธิพลของสภาพแวดล้อม เช่น ความชื้นสัมพัทธ์ อุณหภูมิ และ VPD อากาศ ในการทดลองนี้ได้หาความสัมพันธ์ของ  $g_s$  กับอุณหภูมิอากาศขณะ ที่วัดด้วยสมการ polynomial ตาม Le Roux และ คณะ (1999)

$$g_s = a+bT+cT^2 \quad (1)$$

เมื่อ T คืออุณหภูมิอากาศ (°ซ)

a, b และ c คือค่าพารามิเตอร์ในสมการ

จากการ fit สมการที่ 1 พบว่าอุณหภูมิที่เหมาะสมในการเปิดปากใบมากที่สุดในพันธุ์ RRIM 600, RRII 105 และ RRIT 251 ที่ 33, 33 และ 30 °ซ ตามลำดับ (Figure 5) ซึ่งแนวโน้มการตอบสนองของ  $g_s$  ต่ออุณหภูมิในยางพาราเป็นไปในทำนองเดียวกับที่พบใน walnut (Le Roux *et al.*,

1999) และจากสมการนี้พอที่จะชี้ได้ว่าในสภาพแวดล้อมที่อุณหภูมิสูงพันธุ์ RRIM 600 และ RRII 105 เหมาะสมกว่า RRIT 251 นอกจากนี้ยังหาความสัมพันธ์ของค่า  $g_s$  กับค่า VPD อากาศ ตามสมการของ Wullschlegel และคณะ (2002)

$$g_s = -m \ln(\text{VPD}) + b \quad (2)$$

เมื่อ b คือค่า  $g_s$  อ้างอิงที่ VPD 1 kPa ( $\text{mmolH}_2\text{O m}^{-2}\text{s}^{-1}$ )

m คือการตอบสนองของปากใบต่อค่า VPD 1 ( $\text{mmolH}_2\text{O m}^{-2}\text{s}^{-1} \ln(\text{kPa})-1$ )

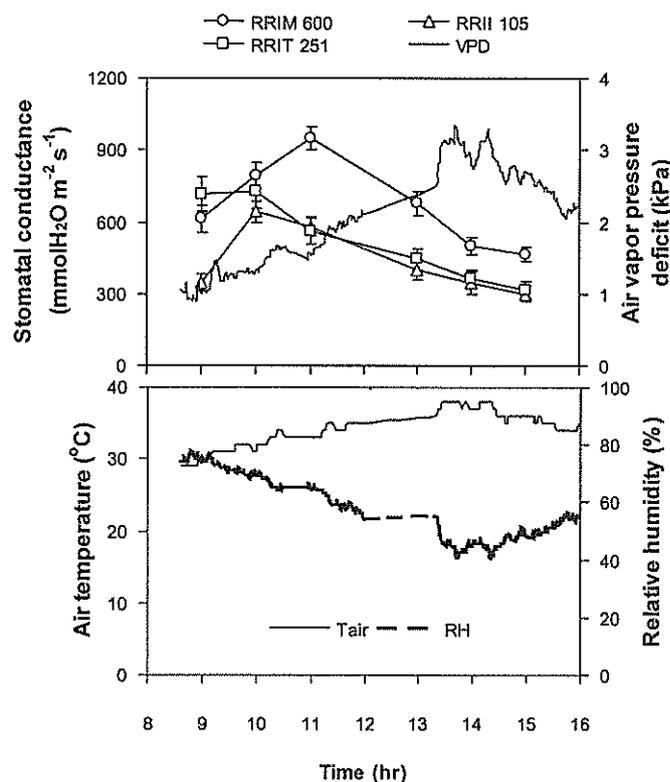
$e^{b/m}$  คือค่า VPD จากสมการที่คาดว่าปากใบจะปิด (kPa)

จากการ fit สมการที่ 2 และคำนวณค่า  $e^{b/m}$  พบว่า พันธุ์ RRIM 600 มีค่า  $g_s$  อ้างอิงที่ 944  $\text{mmol H}_2\text{O m}^{-2}\text{s}^{-1}$  มีค่าการตอบสนองต่อ VPD ที่ 391  $\text{mmol H}_2\text{O m}^{-2}\text{s}^{-1} \ln(\text{kPa})^{-1}$  และคาดว่าปากใบจะปิดที่ VPD 11 kPa สำหรับพันธุ์ RRII 105 มีค่า  $g_s$  อ้างอิงที่ 602  $\text{mmol H}_2\text{O m}^{-2}\text{s}^{-1}$  มีค่าการตอบสนองต่อ VPD ที่ 243  $\text{mmol H}_2\text{O m}^{-2}\text{s}^{-1} \ln(\text{kPa})^{-1}$  และคาดว่าปากใบจะปิดที่ VPD 12 kPa

ส่วนพันธุ์ RRIT 251 มีค่า  $g_s$  อ้างอิงที่ 662  $\text{mmol H}_2\text{O m}^{-2}\text{s}^{-1}$  มีค่าการตอบสนองต่อ VPD ที่ 254  $\text{mmol H}_2\text{O m}^{-2}\text{s}^{-1} \ln(\text{kPa})^{-1}$  และคาดว่าปากใบจะปิดที่ VPD 14 kPa (ภาพที่ 6) ซึ่งการตอบสนองของค่า  $g_s$  ต่อปัจจัยทางสภาพแวดล้อมดังกล่าวเป็นไปในทิศทางเดียวกับที่พบในฝ้าย ถั่วเหลือง (Willmer and Fricker, 1996; Yong *et al.*, 1997) poplar (Meinzer *et al.*, 1997)

**Table 1.** Stomatal conductance of 3 rubber clones measured at 6 times of day (mean  $\pm$  standard error of mean).

Clone	Time						Mean
	08:30-09:30	09:30-10:30	10:30-11:30	12:30-13:30	13:30-14:30	14:30-15:30	
RRIM 600	613 $\pm$ 56	793 $\pm$ 54	950 $\pm$ 47	678 $\pm$ 52	502 $\pm$ 35	465 $\pm$ 27	667
RRII 105	347 $\pm$ 38	643 $\pm$ 43	581 $\pm$ 41	400 $\pm$ 45	344 $\pm$ 47	301 $\pm$ 33	436
RRIT 251	714 $\pm$ 71	727 $\pm$ 72	561 $\pm$ 52	445 $\pm$ 48	367 $\pm$ 33	318 $\pm$ 37	522



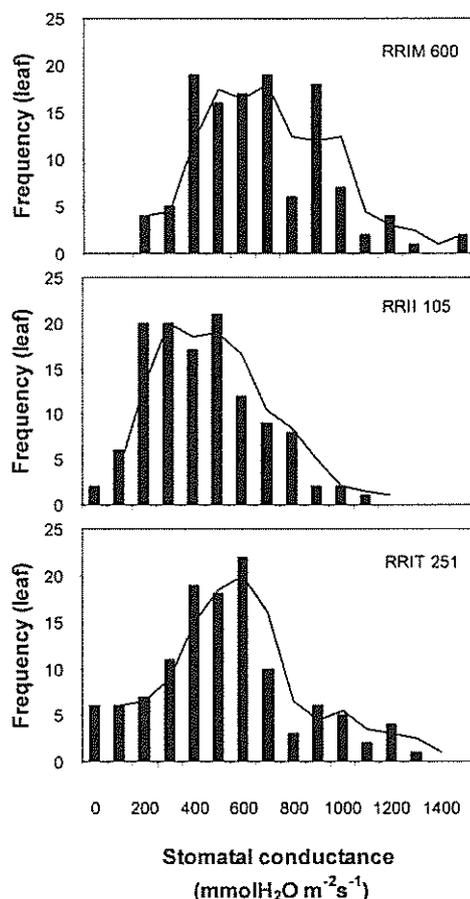
**Figure 1.** Diurnal variation of stomatal conductance on 3 rubber clones and air vapour pressure deficit (upper panel), air temperature and relative humidity during measurement (lower panel). Vertical bars represent standard error of mean.

**2. การกระจายความถี่ของค่า stomatal conductance ในยางพันธุ์พ่อแม่ และสายพันธุ์ลูกผสม**

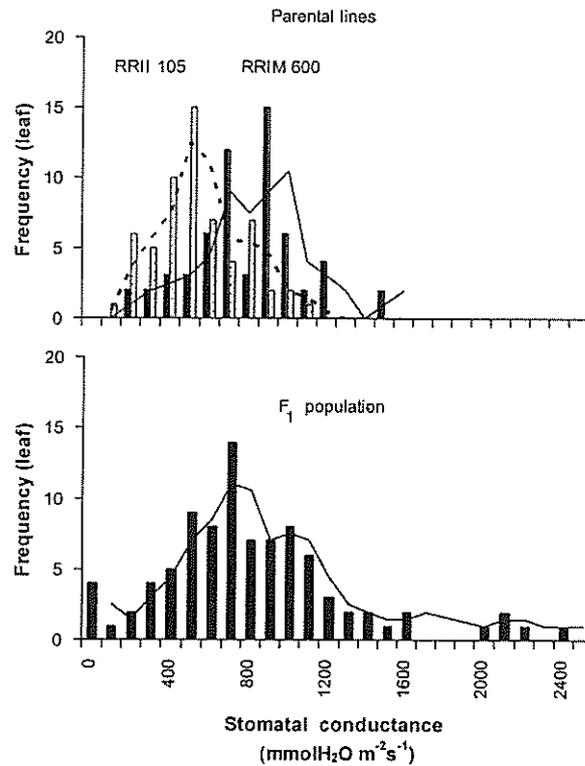
การกระจายความถี่ของค่า  $g_s$  จากการวัด 120 ใบในแต่ละพันธุ์พบว่าในยางพันธุ์ RRIM 600 มีการกระจายความถี่มากที่สุดที่ 400 และ 700  $\text{mmolH}_2\text{O m}^{-2}\text{s}^{-1}$  (19 ใบ) ยางพันธุ์ RRIT 105 กระจายความถี่มากที่สุดที่ 50  $\text{mmolH}_2\text{O m}^{-2}\text{s}^{-1}$  (21 ใบ) ขณะที่ในยางพันธุ์ RRIT 251 กระจายความถี่มากที่สุดที่ 600  $\text{mmolH}_2\text{O m}^{-2}\text{s}^{-1}$  (22 ใบ) (Figure 2)

การกระจายความถี่ของค่า  $g_s$  ในลูกผสม  $F_1$  จำนวน 90 ใบเปรียบเทียบกับพ่อแม่ที่วัดในตอนเช้าซึ่งเป็นเวลาเดียวกันพบว่าค่า  $g_s$  ของ  $F_1$  progeny ของ RRIM 600 x RRIT 105 มีการกระจายความถี่มากที่สุดที่ 700  $\text{mmolH}_2\text{O m}^{-2}\text{s}^{-1}$

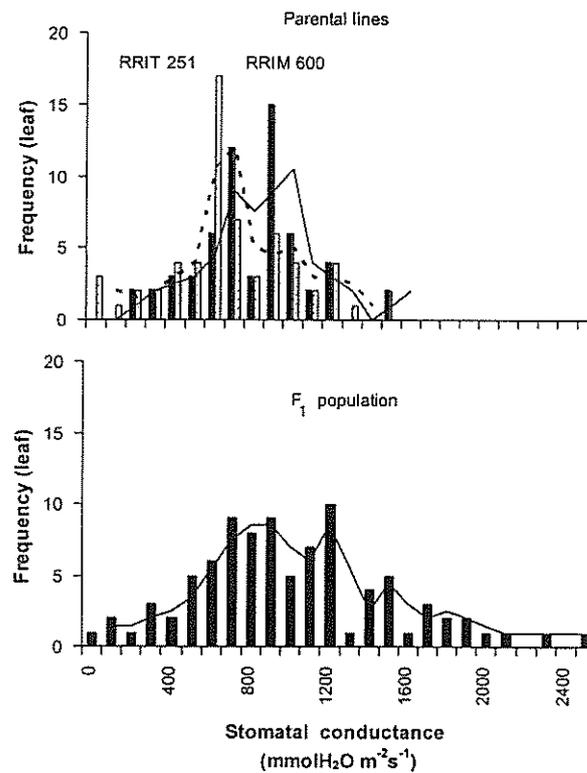
(14 ใบ) และมี 1 ใบที่มีค่าสูงถึง 2400  $\text{mmolH}_2\text{O m}^{-2}\text{s}^{-1}$  ขณะที่พันธุ์แม่คือ RRIM 600 มีการกระจายความถี่ของใบมากที่สุดที่ 900  $\text{mmolH}_2\text{O m}^{-2}\text{s}^{-1}$  และ พันธุ์พ่อคือ RRIT 105 มีการกระจายความถี่ของใบสูงสุดที่ 500  $\text{mmolH}_2\text{O m}^{-2}\text{s}^{-1}$  (Figure 3) ส่วน  $F_1$  progeny ของ RRIM 600 x RRIT 251 ค่า  $g_s$  มีการกระจายความถี่มากที่สุดที่ 1200  $\text{mmolH}_2\text{O m}^{-2}\text{s}^{-1}$  (10 ใบ) และมี 1 ใบที่มีค่าสูงถึง 2500  $\text{mmolH}_2\text{O m}^{-2}\text{s}^{-1}$  ขณะที่พันธุ์แม่คือ RRIM 600 ค่า  $g_s$  มีการกระจายความถี่มากที่สุดที่ 900  $\text{mmolH}_2\text{O m}^{-2}\text{s}^{-1}$  และ พันธุ์พ่อ RRIT 251 ค่า  $g_s$  มีการกระจายความถี่มากที่สุดที่ 600  $\text{mmolH}_2\text{O m}^{-2}\text{s}^{-1}$  (Figure 4)



**Figure 2.** Frequency distribution of stomatal conductance on 3 rubber clones measured at 6 times a day.



**Figure 3.** Frequency distribution of stomatal conductance on parents clones; RRIM 600 (black bars, line) and RR11 105 (white bars, dash line) (upper panel) and F<sub>1</sub> progeny of RRIM 600 (RR11 105) (lower panel) measured in the morning



**Figure 4.** Frequency distribution of stomatal conductance on parents clones; RRIM 600 (black bars, line) and RRIT 251 (white bars, dash line) (upper panel) and F<sub>1</sub> progeny of RRIM 600 (RRIT 251) (lower panel) measured in the morning

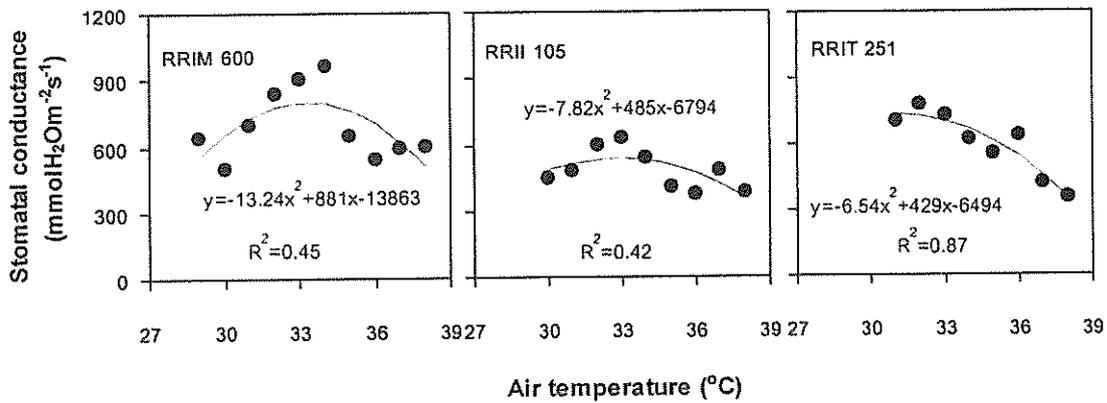


Figure 5. Relationship between mean of stomatal conductance and air temperature during measurement. Best fit lines and parameters correspond to equation 1

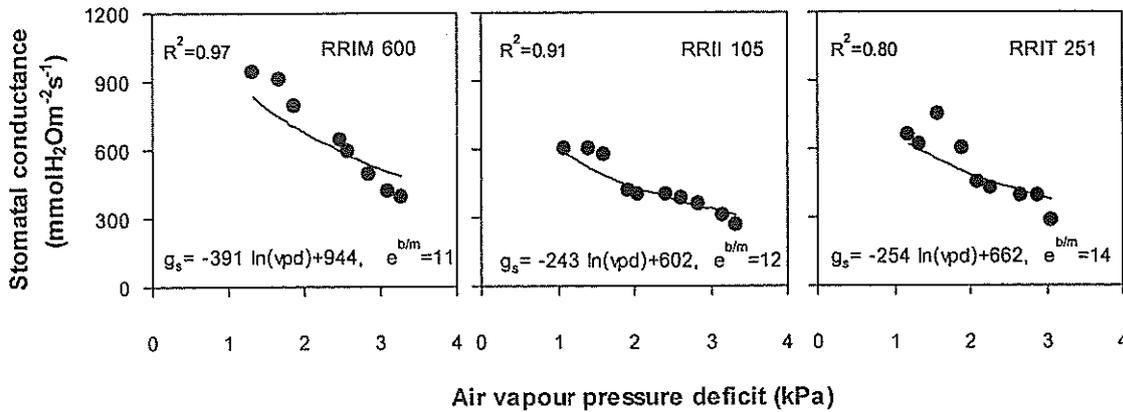


Figure 6. Relationship between mean of stomatal conductance and air vapour pressure deficit during measurement. Best fit lines and parameters correspond to equation 2

### สรุปผลการทดลอง

ความแปรปรวนค่า  $g_s$  ระหว่างพันธุ์ยางและช่วงเวลาการวัดในรอบวัน โดยที่พันธุ์ RRIM 600 มีค่า  $g_s$  สูงที่สุด รองลงมาคือ RRIT 251 ส่วน RRII 105 มีค่า  $g_s$  ต่ำที่สุด ในสภาพแวดล้อมของศูนย์วิจัยยางจะเชิงเทราพบว่าค่า  $g_s$  แสดงศักยภาพได้สูงสุดอยู่ในช่วงเวลาประมาณ 09:30-11:30 น. สายพันธุ์ลูกผสมใบมีการกระ

จ่ายความถี่ของค่า  $g_s$  ที่กว้างกว่าพันธุ์พ่อแม่ และพบบางสายพันธุ์ที่ค่า  $g_s$  สูงกว่าพ่อแม่ประมาณ 3 เท่า ดังนั้นในโปรแกรมการปรับปรุงพันธุ์ยางจึงเป็นไปได้ที่จะใช้ค่า  $g_s$  เป็นดัชนีหนึ่งในการคัดเลือกพันธุ์ และการตัดพันธุ์ที่มีค่า  $g_s$  สูงนี้มีโอกาสที่จะประสบความสำเร็จในการพัฒนาพันธุ์ยางที่เจริญเติบโตดีและให้ผลผลิตสูงในอนาคต

## คำขอบคุณ

ขอขอบคุณ นายรัตนพร ชูมาก นาย  
วรานนท์ วงษ์ปัญญา และ นางสาวดวงรัตน์  
ศตคุณ ที่ช่วยเก็บข้อมูลในภาคสนามและวิเคราะห์  
ข้อมูล ขอขอบคุณเจ้าหน้าที่ศูนย์วิจัยยางฉะเชิงเทรา  
ทุกท่านที่ช่วยอำนวยความสะดวกในช่วงทำงาน  
วิจัย

## เอกสารอ้างอิง

- กรรณิการ์ วีระวัฒน์สุข. 2540. การปรับปรุงพันธุ์  
ยาง. หน้า 9-27 ใน เอกสารประกอบการ  
ฝึกอบรมหลักสูตรวิทยาการ. ศูนย์วิจัยยาง  
ฉะเชิงเทรา, สถาบันวิจัยยาง, กรมวิชาการ  
เกษตร.
- นิรนาม. 2542. คำแนะนำพันธุ์ยางปี 2542.  
สถาบันวิจัยยาง, กรมวิชาการเกษตร,  
กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 30 หน้า.
- Anon. 1988. SAS/STAT User's Guide,  
Release 6.03 Edition. Cary, NC: SAS  
Institute Inc., North Carolina. 1028 p.
- Chandrashekar, T.R. 1997. Stomatal  
responses of *Hevea* to atmospheric  
and soil moisture stress under dry  
subhumid climatic conditions. *J. of  
Planta. Crops.* 25 (2) : 146-151.
- Devakumar, A.S., G.G. Rao, R. Rajagopal,  
P.S. Rao, M.J. George, K.R. Vijayakumar  
and M.R. Sethuraj. 1988. Studies on  
soil-plant-atmosphere system in *Hevea*:  
II. Seasonal effects on water relations  
and yield. *Indian J. Nat. Rubb. Res.* 1  
(2) : 45-60.
- Fischer, R.A., D. Rees, K.D. Sayer, Z.M. Lu,  
A.G. Condon and A.L. Saavedra. 1998.  
Wheat yield progress associated with  
higher stomatal conductance and  
photosynthetic rate, and cooler canopy.  
*Crop Sci.* 38: 1467-1475.
- Jone, H.G. 1998. Stomatal control of  
photosynthesis and transpiration. *J.  
Exp. Bot.* 49: 387-398.
- Lakawipat, N., K. Teerawatanasuk, M. Rodier-  
goud, M. Seguin, A. Vanavichit, T.  
Toojinda and S. Tragoonrung. 2003.  
Genetic diversity analysis of wild  
germplasm and cultivated clones of  
*Hevea brasiliensis* Muell. Arg. by using  
microsatellite markers. *J. Rubb. Res.*  
6 (1) : 36-47.
- Le Roux, X., S. Grand, E. Dreyer and F.A.  
Daudet. 1999. Parameterization and  
testing of a biochemically based  
photosynthesis model for walnut  
(*Juglans regia*) trees and seedlings.  
1999. *Tree Physiol.* 19: 481-492.
- Lu, Z.M., R.G. Percy, C.O. Qualset and E.  
Zeiger. 1998. Stomatal conductance  
predicts yields in irrigated Pima cotton  
and bread wheat grown at high  
temperature. *J. Exp. Bot.* 49: 453-460.
- Meinzer, F.C., T.M. Hinckley and R.  
Ceulemans. 1997. Apparent responses  
of stomata to transpiration and  
humidity in a hybrid poplar canopy.

- Plant Cell Env.* 20: 1301-1308.
- Nataraja, K.N. and J. Jacob. 1999. Clonal differences in photosynthesis in *Hevea brasiliensis* Mull. Arg. *Photosynthetica* 36 (1-2) : 89-98.
- Percy, R.C., Z.M. Lu, J.W. Radin, E.L. Turcotte and E. Zeiger. 1996. Inheritance of stomatal conductance in Pima cotton (*Gossypium barbadense*). *Physiol. Plantarum* 96: 389-394.
- Samsuddin, Z. 1980. Differences in stomatal density, dimension and conductances to water vapour diffusion in seven *Hevea* species. *Biologia Plantarum* 22 (2) : 154-156.
- Samsuddin, Z. and I. Impens. 1979. Relationship between leaf age and some carbon dioxide exchange characteristics of four *Hevea brasiliensis* Muell. Arg. Clones. *Photosynthetica* 13 (2) : 208-210.
- Taiz, L. and E. Zeiger. 1998. *Plant Physiology*. Sinauer Associates, Inc., Publishers. U.S.A. 792 p.
- Varghese, Y.A., A. John, D. Premakumari, A.O.N. Panikkar and M.R. Sethuraj. 1993. Early evaluation in Hevea: growth and yield at the juvenile phase. *Indian J. Nat. Rubb. Res.* 6 (1 and 2) : 19-23.
- Willmer, C. and M. Fricker. 1996. *Stomata*. Chapman & Hall, London. 375 p.
- Wullschlegel, S.D., C.A. Gunderson, P.J. Hanson, K.B. Wilson and R.J. Norby. 2002. Sensitivity of stomatal conductance and canopy conductance to elevated CO<sub>2</sub> concentration-interacting variables and perspectives of scale. *New Phytologist* 153: 485-496.
- Yong, J.W.H., S.C. Wong and G.D. Farquhar. 1997. Stomatal responses to changes in vapour pressure difference between leaf and air. *Plant Cell Env.* 20: 1213-1216.