

## ประสิทธิภาพของระบบกรีต และสารกระตุ้นต่อการกระจายตัวของปริมาณน้ำตาลซูโครส และอนินทรีย์ฟอสฟอรัสในน้ำยางบริเวณต้นและผลผลิตยางพารา

### Efficiency of tapping system and ethylene stimulation on the distribution of latex sucrose content and inorganic phosphorus content at the trunk level and rubber yield of *Hevea brasiliensis*

รวีร์รัชต์ รักขันธุ์<sup>1\*</sup>, ธงชัย ไทรน้อย<sup>2</sup>, เกศินี เอี่ยมสะอาด<sup>3</sup>, ณัฐพล คงดี<sup>4</sup> และ สายัณห์ สดุดี<sup>1</sup>

Raweerat Rukkhun<sup>1\*</sup>, Thongchai Sainoi<sup>2</sup>, Kesinee Iamsaard<sup>3</sup>, Nuttapon Khongdee<sup>4</sup> and Sayan Sdoodee<sup>1</sup>

<sup>1</sup> ภาควิชาพืชศาสตร์ คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ จังหวัดสงขลา 90112

<sup>1</sup> Department of Plant Science, Faculty of Natural Resources, Prince of Songkla University, Hat Yai, Songkhla 90112, Thailand

<sup>2</sup> สถาบันวิจัยพืชสวน กรมวิชาการเกษตร แขวงลาดยาว เขตจตุจักร กรุงเทพฯ 10900

<sup>2</sup> Horticulture Research Institute Lat Yao, Chatuchak, Bangkok 10900, Thailand

<sup>3</sup> Department of Soil and Environmental Sciences, National Chung Hsing University, Taichung, Taiwan

<sup>4</sup> Institute of Agricultural Sciences in the Tropics (Hans-Ruthenberg-Institute), University of Hohenheim, Stuttgart, Germany

**บทคัดย่อ:** การเพิ่มผลผลิตยางพาราด้วยการพัฒนาระบบกรีตร่วมกับการกระตุ้นด้วยแก๊สเอทิลีนมีอิทธิพลมากขึ้นในกลุ่มเกษตรกรที่ต้องการเพิ่มรายได้ต่อครั้งกรีต การศึกษาครั้งนี้ มีจุดประสงค์เพื่อประเมินประสิทธิภาพของระบบกรีตและสารกระตุ้นต่อการกระจายตัวของน้ำตาลซูโครสและอนินทรีย์ฟอสฟอรัสในน้ำยางบริเวณต้นยางและผลผลิตยางพารา โดยทำการศึกษาในพื้นที่จังหวัดสงขลา วางแผนการทดลองแบบ One Tree Plot Design (OTPD) จำนวน 4 ซ้ำ ทำการทดลองในแปลงยางอายุประมาณ 22 ปี ประกอบด้วย 4 ระบบกรีต คือ T1: ระบบกรีตหนึ่งในสามของลำต้น กรีตขึ้น กรีตสองวันเว้นวัน ( $S/3 \uparrow 2d/3$ ), T2: ระบบกรีตหนึ่งในแปดของลำต้น กรีตขึ้น กรีตวันเว้นสองวัน ( $S/8 \uparrow d3$ ), T3: ระบบกรีตหนึ่งในแปดของลำต้น กรีตขึ้น กรีตวันเว้นสองวันร่วมกับการใช้สารเคมีเร่งน้ำยางแก๊สเอทิลีน (ETG) 99% ชนิดอุปกรณ์ RRIMFLOW ปริมาณ 60 มิลลิลิตร ให้ 9 วัน/ครั้ง จำนวน 36 ครั้ง/ปี ( $S/8 \uparrow d3$  . ETG99% RRIMFLOW- 60 - 36/y (9d)) และ T4: ระบบกรีตหนึ่งในแปดของลำต้น กรีตขึ้น กรีตวันเว้นสองวันร่วมกับการใช้สารเคมีเร่งน้ำยางแก๊สเอทิลีน (ETG) 60% ชนิดผลิตภัณฑ์เอทิลีนทางการค้า LET ปริมาณ 40 มิลลิลิตร ให้ 6 วัน/ครั้ง จำนวน 48 ครั้งต่อปี ( $S/8 \uparrow d3$ . ETG60% LET - 40 - 48/y (6d)) ผลการทดลอง พบว่า การใช้ระบบกรีตแบบ T3 ( $S/8 \uparrow d3$ . ETG99% RRIMFLOW- 60 - 36/y (9d)) ให้ปริมาณผลผลิตยางแห้งเฉลี่ย/ครั้งกรีตและปริมาณผลผลิตยางแห้งสะสมเฉลี่ยสูงสุดแตกต่างทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับการใช้ระบบกรีตอื่นๆ นอกจากนี้ การกระจายตัวของปริมาณซูโครสเฉลี่ยในส่วนของลำต้นยางพาราของการใช้ระบบกรีตแบบ T3 มีค่าอยู่ในระดับปานกลาง ในขณะที่ การกระจายตัวของปริมาณอนินทรีย์ฟอสฟอรัสเฉลี่ยในลำต้นยางพารามีค่าเฉลี่ยอยู่ในระดับสูง ดังนั้น การใช้สารกระตุ้นเอทิลีนในแต่ละระบบกรีตควรพิจารณาให้เหมาะสมกับต้นยางพาราและควบคุมความสมดุลของปริมาณซูโครสและปริมาณอนินทรีย์ฟอสฟอรัสภายในน้ำยางบริเวณต้นและผลผลิตยางพารา

**คำสำคัญ:** ยางพารา; เอทิลีน; ผลผลิตยางพารา; น้ำตาลซูโครส; อนินทรีย์ฟอสฟอรัส

**ABSTRACT:** The increasing of latex yield by developing the tapping system with ethylene stimulation are influenced to rubber smallholder getting income per tapping. The objective of this study was to evaluate the efficiency of tapping system and ethylene stimulation on the distribution of latex sucrose content and inorganic phosphorus

\* Corresponding author: [jureerat.ru@psu.ac.th](mailto:jureerat.ru@psu.ac.th)

content at the trunk level and rubber yield of rubber trees. The tapping systems was tested in Songkhla province. The experiment was designed as One Tree Plot Design (OTPD) with 4 replications. In old tapping rubber tree plot (22 year-old), there were 4 treatments; T1: Third spiral cut upward at daily tapping, two days in tapping followed by one day of tapping rest in three days ( $S/3 \uparrow 2d/3$ ), T2: Eight spiral cut upward at daily tapping, one day in tapping followed by two days of tapping rest in three days ( $S/8 \uparrow d3$ ), T3: Eight spiral upward at daily tapping, one day in tapping followed by two days of tapping rest in three days; stimulated with ethylene gas of 99% RRIMFLOW system active quantity with 60 ml, 36 applications/year at 9-day interval ( $S/8 \uparrow d3$  . ETG99% RRIMFLOW- 60 - 36/y (9d)) and T4: Eight spiral upward at daily tapping, one day in tapping followed by two days of tapping rest in three days; stimulated with ethylene gas of 60% LET system active quantity with 40 ml, 48 applications/year at 6-day interval ( $S/8 \uparrow d3$  . ETG60% LET - 40 - 48/y (6d)). The results showed that the T3 ( $S/8 \uparrow d3$  . ETG99% RRIMFLOW- 60 - 36/y (9d)) tapping system gave the highest average cup lump yield per tapping and average cumulative cup lump yield. It was significantly different from the remaining tapping system. Besides, an average of sucrose distribution in the trunk level of the T3 treatment showed medium sucrose values, meanwhile, an average of inorganic phosphorus distribution in the trunk level showed high inorganic phosphorus values. Hence, it indicated that the use of ethylene stimulation in each tapping system should consider to appropriate for rubber trees and to control the balance of sucrose and inorganic phosphorus content at the trunk level and rubber yield of rubber trees.

**Keywords:** *Hevea brasiliensis*; ethylene; rubber yield; sucrose content; inorganic phosphorus content

## บทนำ

การปลูกยางพารานั้นมักประสบปัญหาเรื่องปริมาณผลผลิตน้ำยางต่อพื้นที่ปลูกต่ำกว่าที่ควร ส่งผลกระทบต่อรายได้ของเกษตรกรและทำให้ผลผลิตยางโดยรวมของประเทศสูญเสียไป ปัจจุบันเกษตรกรจึงนำเทคโนโลยีการเพิ่มผลผลิตน้ำยางด้วยแก๊สเอทิลีน (Ethylene gas: ETG) เข้ามาช่วยจัดการผลผลิตในสวนยาง ช่วยให้ผลผลิตน้ำยางเพิ่มขึ้น 2-3 เท่า คือ RRIMFLOW, ผลิตภัณฑ์เอทิลีนทางการค้า LET, Double TEX และ การทาด้วยสารเอทธิพอน (ethephon) มาใช้กับยางพารา ก่อนโค่น (พิชิต, 2536; พิชิต และคณะ, 2542; พันัส และ สมยศ 2546) โดยแก๊สเอทิลีนจะไปกระตุ้นการทำงานของเอนไซม์ ATPase ทำให้เกิดการเหนี่ยวนำของโปรตอนเข้าสู่เซลล์สังเคราะห์น้ำยาง และมีผลเร่งการเคลื่อนย้ายน้ำตาลซูโครส (Suc) ซึ่งเป็นสารตั้งต้นในการสังเคราะห์น้ำยาง เข้ามาในเซลล์ที่น้ำยาง ซึ่งแหล่งใช้อาหาร (sink) จะทำหน้าที่เก็บสะสมอาหาร ระบบกรีดโดยใช้สารกระตุ้นจึงใช้ประโยชน์จากแหล่งใช้อาหารที่เก็บสะสมนั้น นอกจากนี้ ยังสามารถเร่งการเคลื่อนย้ายโมเลกุลของน้ำในเซลล์ข้างเคียงเข้าสู่เซลล์สังเคราะห์น้ำยาง ทำให้น้ำยางไหลนานกว่าปกติ (Chrestin et al., 1997; Gohet and Chantuma, 1999; Jacob et al., 1988; 1989; 1997; Buttery and Boatman, 1966; อ้าง โดย พิศมัย, 2544) ซึ่งเป็นการเพิ่มประสิทธิภาพของระบบกรีดต่อครั้งกรีด จึงเป็นการช่วยเพิ่มรายได้ให้เกษตรกร การใช้แก๊สเอทิลีนมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยาของต้นยางและองค์ประกอบทางชีวเคมีในน้ำยาง โดยเฉพาะปริมาณน้ำตาลซูโครสที่จะลดลงด้วย (Sainoi et al., 2017)

ดังนั้นจึงมีความจำเป็นอย่างยิ่งที่ต้องมีการศึกษาถึงการกระจายตัวของปริมาณน้ำตาลซูโครสและอนินทรีย์ฟอสฟอรัส (Pi) ในน้ำยางบริเวณต้นยางภายใต้ระบบกรีดยางและสารกระตุ้นต่างกัน เพื่อใช้อธิบายสมดุลของน้ำตาลซูโครสระหว่างปริมาณที่เก็บสะสมกับปริมาณที่ใช้เพื่อสร้างผลผลิตน้ำยาง ตลอดจนการอธิบายปริมาณอนินทรีย์ฟอสฟอรัสบริเวณเปลือกยางที่มีความสัมพันธ์เกี่ยวเนื่องกับระบบกรีดและการใช้แก๊สเอทิลีนเร่งน้ำยาง เป็นตัวแปรที่บ่งชี้ถึงระดับกิจกรรมการสร้างน้ำยางที่เกิดขึ้นภายในต้นยางเพื่อใช้เป็นข้อมูลที่ต้องและสามารถใช้ประกอบการตัดสินใจเลือกใช้เทคโนโลยีที่เหมาะสมกับการเพิ่มผลผลิตยางได้

## วิธีการศึกษา

ทำการทดลองที่สถานีวิจัยเทพา คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ อ.เทพา จ.สงขลา ทดลองกับยางพาราพันธุ์ RRIM600 ในแปลงยางประมาณ อายุ 22 ปี โดยทดลองเกี่ยวกับอุปกรณ์ RRIMFLOW และ ผลิตภัณฑ์เอทิลีนทางการค้า LET ที่ส่งผลต่อผลผลิตน้ำยางและสรีรวิทยาของน้ำยาง วางแผนการทดลองแบบ One tree plot design จำนวน 4 สิ่งทดลอง (Treatment) ซ้ำละ 1 ต้น จำนวน 4 ซ้ำ คือ T1: ระบบกรีดหนึ่งในสามของลำต้น กรีดขึ้น กรีดสองวันเว้นวัน ( $S/3 \uparrow 2d/3$ ) ซึ่งเป็นระบบกรีดแบบที่เกษตรกรใช้, T2: ระบบกรีดหนึ่งในแปดของลำต้น กรีดขึ้น กรีดวันเว้นสองวัน ( $S/8 \uparrow d3$ ), T3: ระบบกรีดหนึ่งในแปดของลำต้น กรีดขึ้น กรีดวันเว้นสองวันร่วมกับการใช้สารเคมีเร่งน้ำยางแก๊สเอทิลีน (ETG) 99% ชนิดอุปกรณ์ RRIMFLOW ปริมาณ 60 มิลลิลิตร ให้ 9 วัน/ครั้ง จำนวน 36 ครั้ง/ปี ( $S/8 \uparrow d3$  . ETG99% RRIMFLOW-60-36/y (9d)) และ T4: ระบบกรีดหนึ่งในแปดของลำต้น กรีดขึ้น กรีดวัน

เว้นสองวันร่วมกับใช้สารเคมีเร่งน้ำยางแก่สเอทิสีน (ETG) 60% ชนิดผลิตภัณฑ์เอทิสีนทางการค้า LET ปริมาณ 40 มิลลิลิตร ให้ 6 วัน/ครั้ง จำนวน 48 ครั้ง/ปี (S/8<sup>↑</sup> d3. ETG60% LET-40-48/y (6d)) โดยบันทึกข้อมูลผลผลิตยางพาราจากน้ำหนักร่องยางก่อนทุกครั้ง กรีด (พิศมัย และคณะ, 2546) เก็บผลผลิตยางต้นต่อต้น, ผลรวมของยางก่อนทุกเดือนที่กรีดยางในรอบปี ของยางแต่ละต้น

โดยเลือกต้นยางพาราที่มีความสมบูรณ์โดยใช้เกณฑ์จากขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางลำต้นใกล้เคียงกันและมีการให้ผลผลิตที่สม่ำเสมอ มีตำแหน่งรอยกรีดอยู่ในระดับเดียวกัน หลังจากนั้นทำแผนที่ต้นยางพาราเพื่อสุ่มเก็บตัวอย่างน้ำยาง โดยลากเส้นแบ่งแนวระดับขนานกับรอยกรีดยาง มีเส้นแบ่งแนวระดับทั้งบริเวณเหนือรอยกรีดและใต้รอยกรีด เส้นแบ่งแนวระดับอยู่ห่างกัน 15 เซนติเมตร (Chantuma et al., 2006) ตั้งแต่จากระดับผิวดินตามความสูงของต้นยางพาราไปจนถึงระดับ 3 เมตร แต่ละระดับของเส้นแบ่งเก็บตัวอย่างน้ำยางตรงกึ่งกลางของหน้ากรีดทุกระดับโดยยกเว้นตำแหน่งบริเวณหน้ากรีดซึ่งเป็นเปลือกงอกใหม่ของต้นยาง เพื่อวิเคราะห์การกระจายตัวของปริมาณน้ำตาลซูโครส (Suc) และปริมาณนินทรีย์ฟอสฟอรัส (Pi) บริเวณต้นยางพาราโดยใช้เทคนิคการวิเคราะห์น้ำยาง (LD) ตามวิธีการของ Gohet and Chantuma, (1999) สำหรับระบบกรีดหนึ่งในสามของลำต้น กรีดขึ้น กรีดสองวันเว้นวัน ประกอบด้วย Panel A, Panel B และ Panel C ดังแสดงใน Figure 1A และสำหรับระบบกรีดหนึ่งในแปดของลำต้น กรีดขึ้น กรีดวันเว้นสองวัน ประกอบด้วย Panel A, Panel B, Panel C, Panel D, Panel E, Panel F, Panel G และ Panel H ดังแสดงใน Figure 1B

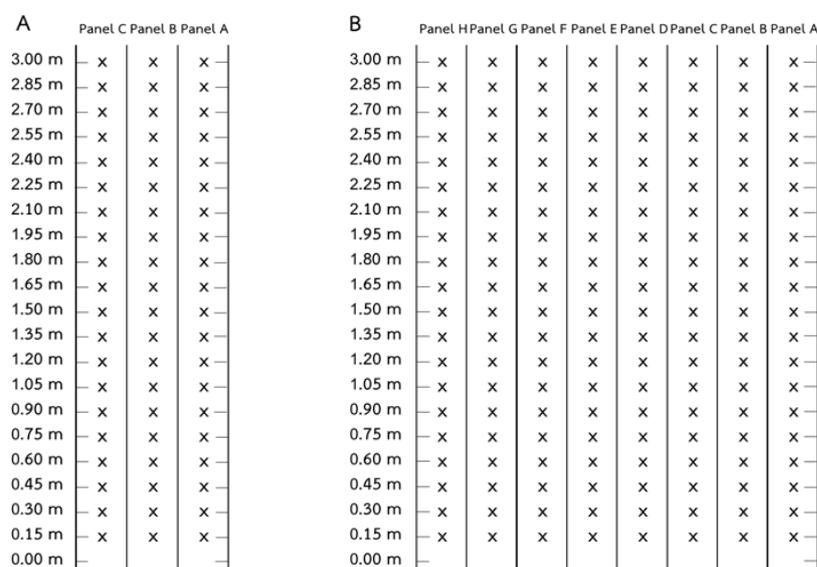


Figure 1 Management of tapping systems during experiment A: S/3<sup>↑</sup> 2d/3 (Panel A, Panel B and Panel C) B : S/8<sup>↑</sup> d3 (Panel A, Panel B and Panel C Panel D, Panel E, Panel F, Panel G and Panel H).

**ผลการทดลอง**

**ผลผลิตยางพารา**

ผลผลิตยางแห้งเฉลี่ยต่อครั้งกรีด ของระบบกรีด 4 สิ่งทดลอง พบว่า มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง การใช้ระบบกรีดแบบ T3 ให้ปริมาณผลผลิตยางแห้งเฉลี่ย/ครั้งกรีดสูงสุด คือ 155.33 กรัม/ต้น/ครั้งกรีด ขณะที่การใช้ระบบกรีดแบบ T2 ให้ปริมาณผลผลิตยางแห้งเฉลี่ย/ครั้งกรีดต่ำสุด คือ 46.98 กรัม/ต้น/ครั้งกรีด นอกจากนี้ การใช้ระบบกรีดที่ได้รับการกระตุ้นด้วยแก๊สเอทิสีนแต่ละชนิดอุปกรณ์ (T3 และ T4) ให้ปริมาณผลผลิตยางแห้งเฉลี่ย/ครั้งกรีดสูงกว่าการใช้ระบบกรีดแบบที่เกษตรกรใช้ (T1) อย่างไรก็ตาม การใช้ระบบกรีดแบบ T1 และ T2 ให้ปริมาณผลผลิตเฉลี่ยต่อครั้งกรีดไม่แตกต่างกันทางสถิติ (Table 1)

สำหรับปริมาณผลผลิตยางแห้งสะสมเฉลี่ยต่อต้น ของระบบกรีด 4 สิ่งทดลอง พบว่า มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง การใช้ระบบกรีดแบบ T3 ให้ปริมาณผลผลิตยางแห้งสะสมเฉลี่ยสูงสุดคือ 6.68 กิโลกรัม/ต้น การใช้ระบบกรีดแบบ T2 ให้ปริมาณผลผลิตยางแห้งสะสมเฉลี่ยต่ำสุดคือ 2.02 กิโลกรัม/ต้น อย่างไรก็ตาม การใช้ระบบกรีดที่ได้รับการกระตุ้นด้วยแก๊สเอทิสีนชนิดอุปกรณ์

LET (T4) ให้ปริมาณผลผลิตยางแห้งสะสมเฉลี่ยไม่แตกต่างกันทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับการใช้ระบบกรีตแบบที่เกษตรกรใช้ (T1) ดังแสดงใน Table 2

ระบบกรีตที่ได้รับการกระตุ้นด้วยแก๊สเอทิลีนชนิดอูปรกรณ์ RRIMFLOW และ ผลิตภัณฑ์เอทิลีนทางการค้า LET ให้ปริมาณผลผลิตยางแห้งเฉลี่ยต่อครั้งกรีตสูงกว่าระบบกรีตแบบที่เกษตรกรใช้รวมถึงระบบกรีตที่ไม่ได้รับการกระตุ้น เนื่องจากแก๊สเอทิลีนสามารถเพิ่มผลผลิตได้มากถึง 2 เท่า ซึ่งส่งผลให้ปริมาณผลผลิตสะสมเพิ่มขึ้นและเป็นการเพิ่มแหล่งพลังงานคาร์บอนเพื่อใช้ในการสร้างน้ำยาง (Yeang, 2005; Zhu and Zhang, 2009) นอกจากนี้ ผลผลิตที่เพิ่มขึ้นต่อครั้งกรีตจากการใช้แก๊สเอทิลีนในยางพาราอายุอ่อนที่เปิดกรีตแล้ว สามารถชดเชยจำนวนวันกรีตยางที่ลดลง (Sainoi และ Sdoodee, 2012) อย่างไรก็ตาม การเพิ่มขึ้นของผลผลิตยางพาราที่ได้รับการกระตุ้นด้วยแก๊สเอทิลีนจะมีการตอบสนองในพื้นที่อย่างพาราที่มีค่าปริมาณซูโครสสูงและมีค่าอนินทรีย์ฟอสฟอรัสต่ำ (Lacote et al., 2010) ยางพาราพันธุ์ RRIM600 เป็นพันธุ์ที่ให้ผลผลิตปานกลาง ดังนั้นเมื่อใช้สารเร่งน้ำยางมากระตุ้นเพื่อเพิ่มผลผลิต ทำให้ค่าอนินทรีย์ฟอสฟอรัสเพิ่มขึ้นในระดับปานกลางจนถึงค่อนข้างสูง นอกจากนี้ การชำระตัวของตัวอุปกรณ์อัดแก๊สเอทิลีนหลังจากการติดตั้งมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นของแก๊สเอทิลีน ส่งผลให้ผลผลิตยางพาราภายใต้ระบบกรีตที่ได้รับการกระตุ้นมีความแตกต่างกัน

**Table 1** Comparison of average cup lump yield (g tree<sup>-1</sup>tapping<sup>-1</sup>) of rubber trees in different treatments.

Treatments	Average cup lump yield (g tree <sup>-1</sup> tapping <sup>-1</sup> )
T1: S/3↑ 2d/3	58.61 <sup>c</sup>
T2: S/8↑ d3	46.98 <sup>c</sup>
T3: S/8↑ d3. ETG99% RRIMFLOW- 60 - 36/y (9d)	155.33 <sup>a</sup>
T4: S/8↑ d3. ETG60% LET- 40 – 48/y (6d)	107.88 <sup>b</sup>
F-Test	**
C.V. (%)	25.45

\*\* significant difference at P ≤ 0.01

Means with different letters in the same column indicate significant difference, DMRT

**Table 2** Comparison of cumulative cup lump yield (kg tree<sup>-1</sup>) of rubber trees in different treatments.

Treatments	Cumulative cup lump (kg tree <sup>-1</sup> )
T1: S/3↑ 2d/3	4.92 <sup>b</sup>
T2: S/8↑ d3	2.02 <sup>c</sup>
T3: S/8↑ d3. ETG99% RRIMFLOW- 60 - 36/y (9d)	6.68 <sup>a</sup>
T4: S/8↑ d3. ETG60% LET- 40 – 48/y (6d)	4.64 <sup>b</sup>
F-Test	**
C.V. (%)	22.90

\*\* significant difference at P ≤ 0.01

Means with different letters in the same column indicate significant difference, DMRT

### การกระจายตัวของปริมาณซูโครสบริเวณต้นยางพาราที่ระดับความสูง 0-3 เมตร

น้ำตาลซูโครสเป็นสารตั้งต้นสำหรับการสร้างน้ำยาง ซึ่งเป็นผลที่ได้จากการสังเคราะห์แสง ปริมาณซูโครสในน้ำยางเป็นค่าที่แสดงถึงกิจกรรมการสังเคราะห์ซูโครสและการนำซูโครสไปใช้ในกระบวนการผลิตน้ำยาง การกระจายตัวของปริมาณซูโครสภายในลำต้นยางพาราที่ระดับความสูง 0-3 เมตร ภายใต้ระบบกรีดแบบ T1 ( $S/3 \uparrow 2d/3$ ) พบว่า ค่าเฉลี่ยของปริมาณซูโครสภายในลำต้นยางพารามีค่าอยู่ในระดับสูง คือ 18.2 มิลลิโมล/ลิตร (Figure 4) ในขณะที่ panel B มีค่าเฉลี่ยของปริมาณซูโครสสูงสุด คือ 18.9 มิลลิโมล/ลิตร และ panel A มีค่าต่ำสุด คือ 17.6 มิลลิโมล/ลิตร นอกจากนี้ค่าเฉลี่ยปริมาณซูโครสบริเวณเหนือรอยกรีดใน panel A ที่ระดับความสูง 2.4-3.0 เมตร มีค่าอยู่ในระดับปานกลาง คือ 11.7 มิลลิโมล/ลิตร ซึ่งต่ำกว่าบริเวณใต้รอยกรีดที่ระดับความสูง 0-1.95 เมตร ซึ่งมีปริมาณซูโครสอยู่ในระดับสูง คือ 20.1 มิลลิโมล/ลิตร การกระจายตัวของปริมาณซูโครสภายใต้ระบบกรีดแบบ T2 ( $S/8 \uparrow d3$ ) พบว่า ค่าเฉลี่ยของปริมาณซูโครสภายในต้นยางพารามีค่าอยู่ในระดับปานกลาง คือ 12.0 มิลลิโมล/ลิตร (Figure 4) ขณะที่ panel F มีค่าเฉลี่ยของปริมาณซูโครสสูงสุด คือ 14.5 มิลลิโมล/ลิตร และ panel A มีค่าต่ำสุด คือ 9.7 มิลลิโมล/ลิตร สำหรับค่าปริมาณซูโครสบริเวณเหนือรอยกรีดมีค่า 12.9 มิลลิโมล/ลิตร ซึ่งสูงกว่าบริเวณใต้รอยกรีดที่มีปริมาณซูโครส 8.4 มิลลิโมล/ลิตร

การกระจายตัวของปริมาณซูโครสภายใต้ระบบกรีดแบบ T3 ( $S/8 \uparrow d3$  ร่วมกับ RRIMFLOW) พบว่า ค่าเฉลี่ยของปริมาณซูโครสภายในลำต้นยางพารามีค่าอยู่ในระดับปานกลาง คือ 13.1 มิลลิโมล/ลิตร (Figure 5) ขณะที่ panel G มีค่าเฉลี่ยของปริมาณซูโครสสูงสุด คือ 17.1 มิลลิโมล/ลิตร และ panel A มีค่าต่ำสุด คือ 10.7 มิลลิโมล/ลิตร สำหรับค่าปริมาณซูโครสบริเวณเหนือรอยกรีดใน panel A ที่ระดับความสูง 2.4-3.0 เมตร มีค่าอยู่ในระดับปานกลาง คือ 10.0 มิลลิโมล/ลิตร เช่นเดียวกับบริเวณใต้รอยกรีดที่มีปริมาณซูโครสมีค่าอยู่ในระดับปานกลาง คือ 11.0 มิลลิโมล/ลิตร และการกระจายตัวของปริมาณซูโครสภายใต้ระบบกรีด T4 ( $S/8 \uparrow d3$  ร่วมกับ LET) พบว่า มีค่าเฉลี่ยของปริมาณซูโครสภายในลำต้นยางพารามีค่าอยู่ในระดับสูง คือ 19.3 มิลลิโมล/ลิตร (Figure 5) ปริมาณซูโครสใน panel C มีค่าสูงสุด คือ 22.2 มิลลิโมล/ลิตร และ panel A มีค่าต่ำสุด คือ 14.6 มิลลิโมล/ลิตร นอกจากนี้ ปริมาณซูโครสบริเวณเหนือรอยกรีดใน panel A ที่ระดับความสูง 2.4-3.0 เมตร มีค่าอยู่ในระดับปานกลาง คือ 11.2 มิลลิโมล/ลิตร ต่ำกว่าบริเวณใต้รอยกรีดที่มีปริมาณซูโครสอยู่ในระดับสูง คือ 16.0 มิลลิโมล/ลิตร อย่างไรก็ตาม การกระจายตัวของปริมาณซูโครสภายในต้นยางพาราที่ความสูงระหว่าง 0-3 เมตร ของการใช้ระบบกรีดแบบ T4 ( $S/8 \uparrow d3$  ร่วมกับ LET) และระบบกรีดแบบ T1 ( $S/3 \uparrow 2d/3$ ) มีปริมาณซูโครสสูงกว่าการใช้ระบบกรีดแบบ T2 ( $S/8 \uparrow d3$ ) และ T3 ( $S/8 \uparrow d3$  ร่วมกับ RRIMFLOW)

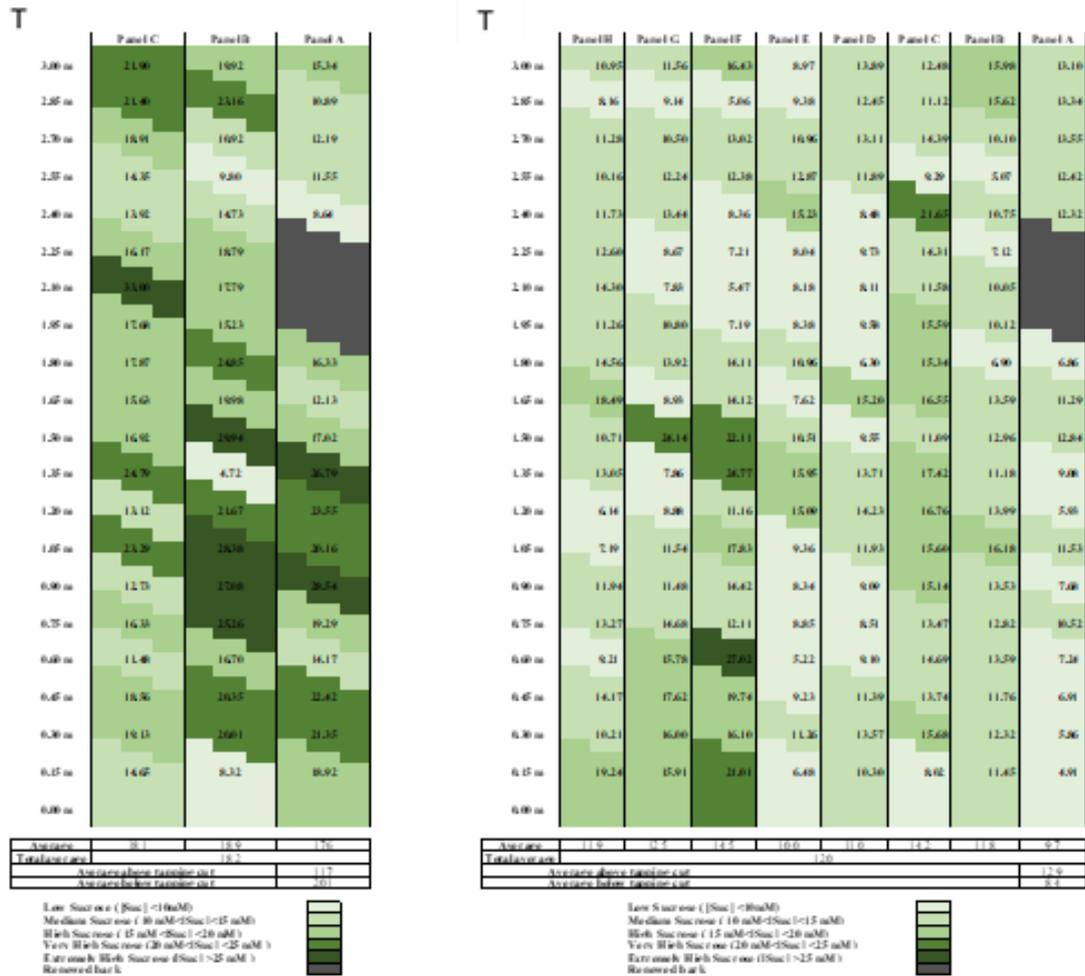


Figure 4 Distribution of latex sucrose content at the trunk level (T1): S/3↑ 2d/3 and (T2): S/8↑ d3.

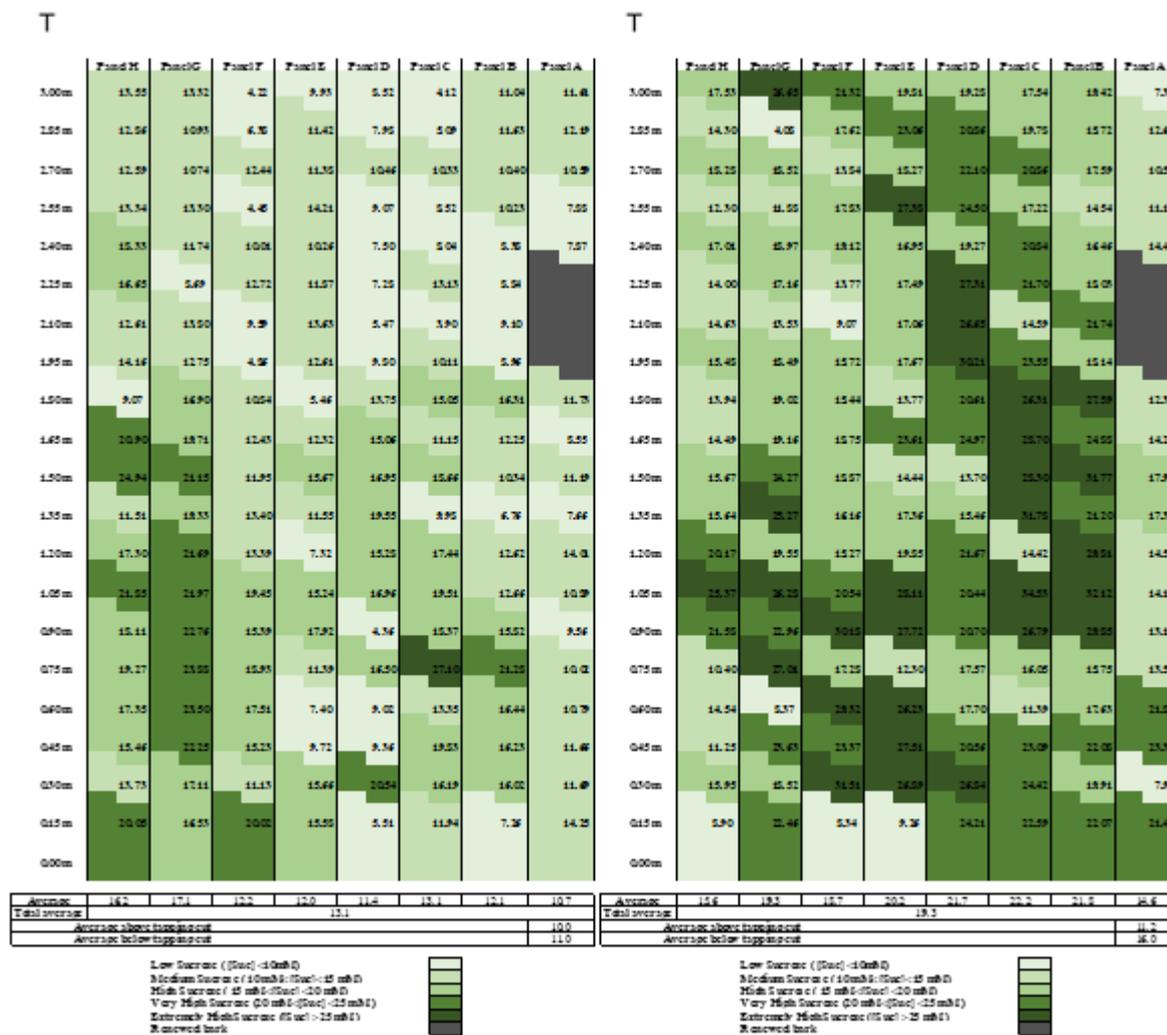


Figure 5 Distribution of latex sucrose content at the trunk level (T3): S/8↑ d3. ETG99% RRIMFLOW- 60 - 36/y (9d) and (T4): S/8↑ d3. ETG60% LET-40 - 48/y (6d)

การกระจายตัวของปริมาณนินทรีย์ฟอสฟอรัสบริเวณต้นยางพาราที่ระดับความสูง 0-3 เมตร

ปริมาณนินทรีย์ฟอสฟอรัสแสดงถึงกระบวนการเมตาบอลิซึมของน้ำยางในเซลล์ท่อน้ำยางและเกี่ยวข้องในรูปของพลังงานที่ใช้ในการผลิตน้ำยาง ซึ่งมีผลต่อการให้ผลผลิตของน้ำยาง จากการวิเคราะห์การกระจายตัวของปริมาณ นินทรีย์ฟอสฟอรัสภายในลำต้นยางพาราระดับความสูง 0-3 เมตร ภายใต้ระบบกรีตแบบ T1 (S/8↑ 2d/3) พบว่า ค่าเฉลี่ยของปริมาณนินทรีย์ฟอสฟอรัสภายในลำต้นยางพารามีค่าอยู่ในระดับสูงปานกลาง คือ 18.1 มิลลิโมล/ลิตร (Figure 6) ในขณะที่ panel A มีค่าเฉลี่ยของปริมาณนินทรีย์ฟอสฟอรัสสูงสุด คือ 19.6 มิลลิโมล/ลิตร และ panel C มีค่าต่ำสุด คือ 17.3 มิลลิโมล/ลิตร นอกจากนี้ค่าเฉลี่ยปริมาณนินทรีย์ฟอสฟอรัสบริเวณเหนือรอยกรีตใน panel A ที่ระดับความสูง 2.4-3.0 เมตร มีค่าอยู่ในระดับสูงปานกลาง คือ 18.4 มิลลิโมล/ลิตร ซึ่งต่ำกว่าบริเวณใต้รอยกรีตที่มีปริมาณนินทรีย์ฟอสฟอรัส 20.0 มิลลิโมล/ลิตร สำหรับการกระจายตัวของปริมาณนินทรีย์ฟอสฟอรัสภายใต้ระบบกรีตแบบ T2 (S/8↑ d3) พบว่า ค่าเฉลี่ยของปริมาณนินทรีย์ฟอสฟอรัสภายในลำต้นยางพารามีค่าอยู่ในระดับต่ำปานกลาง คือ 9.4 มิลลิโมล/ลิตร (Figure 6) ขณะที่ panel F มีค่าเฉลี่ยของปริมาณนินทรีย์ฟอสฟอรัสสูงสุด คือ 11.3 มิลลิโมล/ลิตร และ panel B มีค่าต่ำสุด คือ 7.9 มิลลิโมล/ลิตร นอกจากนี้ ค่าปริมาณนินทรีย์ฟอสฟอรัสบริเวณเหนือรอยกรีตมีค่า 12.3 มิลลิโมล/ลิตร ซึ่งสูงกว่าบริเวณใต้รอยกรีตที่มีปริมาณนินทรีย์ฟอสฟอรัส 8.6 มิลลิโมล/ลิตร

การกระจายตัวของปริมาณอินทรีย์ฟอสฟอรัสภายใต้ระบบกริดแบบ T3 (S/8 ↑ d3 ร่วมกับ RRIMFLOW) พบว่า ค่าเฉลี่ยของปริมาณอินทรีย์ฟอสฟอรัสภายในลำต้นยางพารามีค่าอยู่ในระดับสูง คือ 28.4 มิลลิโมล/ลิตร (Figure 7) ขณะที่ panel C มีค่าเฉลี่ยของปริมาณอินทรีย์ฟอสฟอรัสสูงสุด คือ 30.4 มิลลิโมล/ลิตร และ panel G มีค่าต่ำสุด คือ 26.4 มิลลิโมล/ลิตร สำหรับค่าปริมาณอินทรีย์ฟอสฟอรัสบริเวณเหนือรอยกริดมีค่า 20.9 มิลลิโมล/ลิตร ซึ่งต่ำกว่าบริเวณใต้รอยกริดที่มีปริมาณอินทรีย์ฟอสฟอรัส 31.7 มิลลิโมล/ลิตร และการกระจายตัวของปริมาณอินทรีย์ฟอสฟอรัสภายใต้ระบบกริดแบบ T4 (S/8 ↑ d3 ร่วมกับ LET) พบว่า มีค่าเฉลี่ยของปริมาณอินทรีย์ฟอสฟอรัสภายในลำต้นยางพารามีค่าอยู่ในระดับสูง คือ 23.3 มิลลิโมล/ลิตร (Figure 7) ปริมาณอินทรีย์ฟอสฟอรัสใน panel D มีค่าสูงสุด คือ 26.0 มิลลิโมล/ลิตร และ panel A มีค่าต่ำสุด คือ 19.0 มิลลิโมล/ลิตร นอกจากนี้ ปริมาณอินทรีย์ฟอสฟอรัสบริเวณเหนือรอยกริดมีค่า 19.2 มิลลิโมล/ลิตร สูงกว่าบริเวณใต้รอยกริดที่มีปริมาณอินทรีย์ฟอสฟอรัสเท่ากับ 18.9 มิลลิโมล/ลิตร อย่างไรก็ตามการกระจายตัวของปริมาณอินทรีย์ฟอสฟอรัสภายในลำต้นยางพาราภายใต้การใช้ระบบกริดแบบ T3 (S/8 ↑ d3 ร่วมกับ RRIMFLOW) และแบบ T4 (S/8 ↑ d3 ร่วมกับ LET) ซึ่งเป็นระบบกริดที่ได้รับการกระตุ้นด้วยแก๊สเอทิลีน มีค่าสูงกว่าการใช้ระบบกริดที่เหลือที่ไม่ได้รับการกระตุ้น

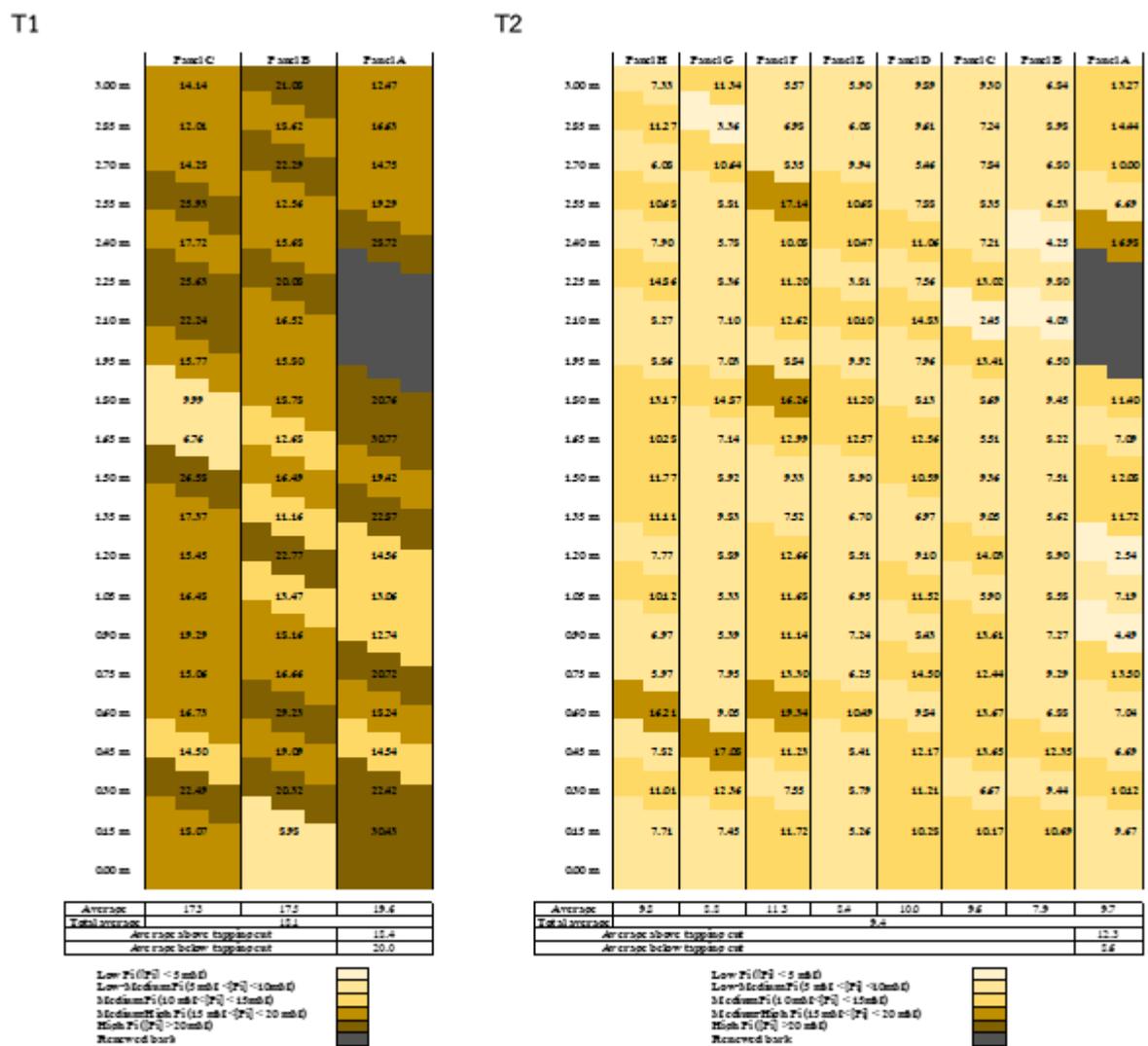


Figure 6 Distribution of latex Inorganic phosphorus content at the trunk level (T1): S/3 ↑ 2d/3 and (T2): S/8 ↑ d3.

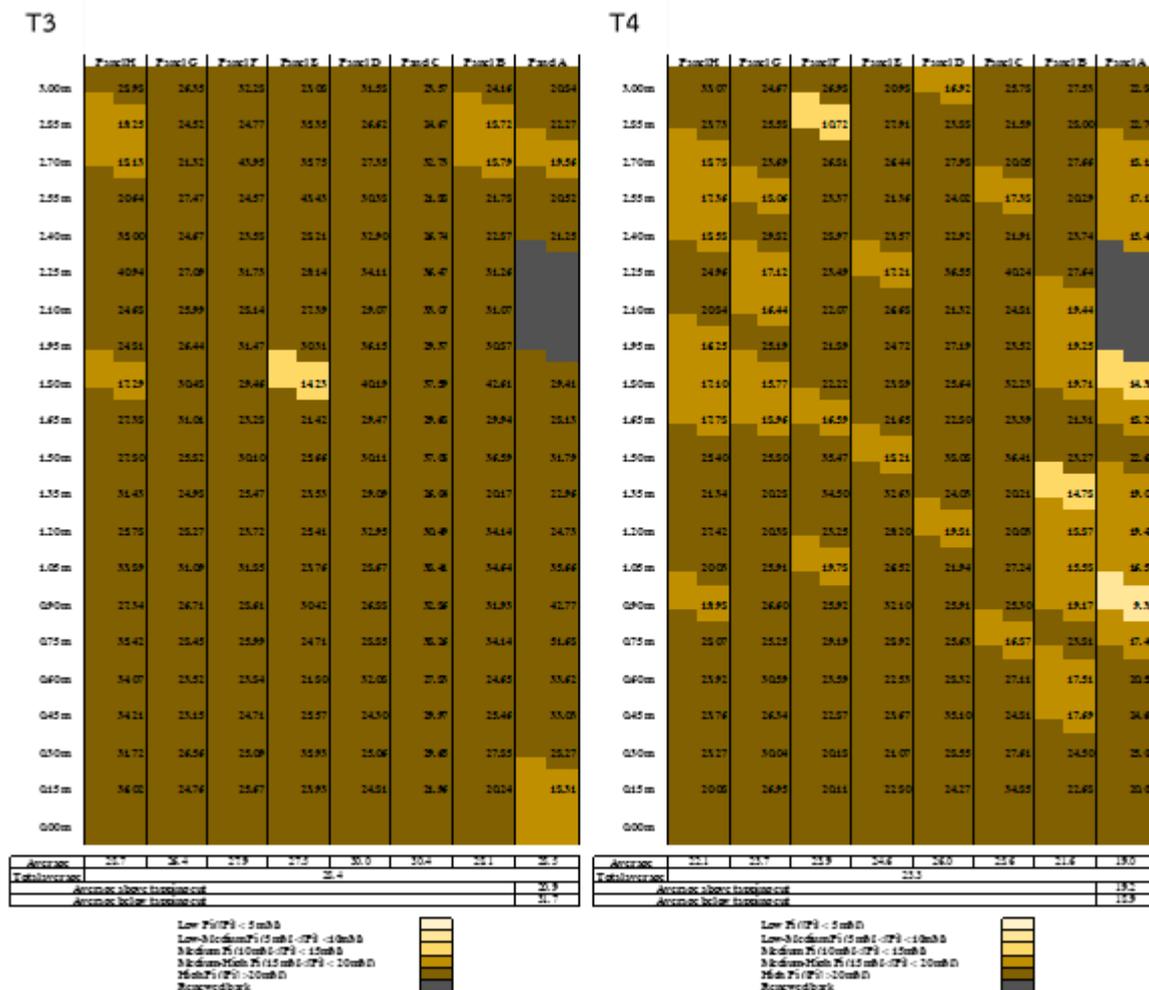


Figure 7 Distribution of latex inorganic phosphorus content at the trunk level (T3): S/8 ↑ d3. ETG99% RRIMFLOW - 60 - 36/y (9d) and (T4): S/8 ↑ d3. ETG60% LET- 40 - 48/y (6d).

วิจารณ์ผลการทดลอง

การกระจายตัวของปริมาณธาตุฟอสฟอรัสภายในลำต้นยางพาราของระบบกรีด 4 สิ่งทดลอง พบว่า ปริมาณธาตุฟอสฟอรัสบริเวณเหนือรอยกรีดมีค่าต่ำกว่าบริเวณใต้รอยกรีด ยกเว้นการใช้ระบบกรีดแบบ T2 (S/8 ↑ d3) นอกจากนี้ ปริมาณธาตุฟอสฟอรัสของการใช้ระบบกรีด 4 สิ่งทดลองมีปริมาณธาตุฟอสฟอรัสสะสมมากในตำแหน่งด้านล่างของลำต้นซึ่งอยู่ห่างจากรอยกรีด ต้นยางพารามีการใช้ธาตุฟอสฟอรัสในบริเวณด้านบนมากกว่าด้านล่างของลำต้น เนื่องจากอยู่ใกล้รอยกรีด แต่การใช้แก๊สเอทิลีน ก็มีผลต่อการดึงปริมาณธาตุฟอสฟอรัสไปใช้ในการสร้างน้ำยางของต้นยางพารามากกว่าต้นที่ไม่ได้รับการกระตุ้น ทำให้มีปริมาณธาตุฟอสฟอรัสอยู่ในระดับต่ำ โดยเฉพาะการใช้ระบบกรีดแบบ T3 (S/8 ↑ d3 ร่วมกับ RRIMFLOW) สอดคล้องกับรายงานของ Tang et al. (2010) จากการศึกษาการใช้สารเคมีเร่งน้ำยางในยางพันธุ์ PR107 พบว่า เมื่อผลผลิตยางเพิ่มขึ้น จะส่งผลให้ปริมาณน้ำตาลฟอสฟอรัสลดลง ซึ่งสอดคล้องกับรายงานของ Lacote et al. (2010) พบว่า ปริมาณน้ำตาลฟอสฟอรัสจะลดลงแปรผันกับปริมาณผลผลิตยางที่เพิ่มขึ้น ทั้งนี้ เนื่องจากน้ำตาลฟอสฟอรัสเป็นหนึ่งในสารตั้งต้นที่สำคัญสำหรับการนำไปใช้ในกระบวนการสังเคราะห์น้ำยาง (Coucaud et al., 2009) การกระจายตัวของปริมาณอนินทรีย์ฟอสฟอรัสภายในลำต้นยางพาราของระบบกรีด 4 สิ่งทดลอง พบว่า การใช้ระบบกรีดแบบที่เกษตรกรใช้มีการกระจายสะสมปริมาณอนินทรีย์ฟอสฟอรัสอยู่ในระดับปานกลางถึงระดับสูงภายในลำต้น การใช้ระบบกรีดแบบ T2 (S/8 ↑ d3) พบว่า มีปริมาณอนินทรีย์ฟอสฟอรัสอยู่ในระดับปานกลางถึงระดับต่ำภายในลำต้น ในขณะที่การใช้ระบบกรีดที่ได้รับการกระตุ้นด้วยเอทิลีนชนิดอนุกรม RRIMFLOW(T3) และผลิตภัณฑ์เอทิลีนการค้า LET

(T4) มีการสะสมของปริมาณอนินทรีย์ฟอสฟอรัสอยู่ในระดับสูงภายในลำต้น แสดงให้เห็นว่า ต้นยางพาราในแปลงอายุประมาณ 22 ปีที่ได้รับการกระตุ้นด้วยเอทิลีน มีการใช้พลังงานในกระบวนการเมแทบอลิซึมของการสร้างน้ำยางภายในท่อน้ำยาง เพื่อตอบสนองต่อการเพิ่มผลผลิตของยางพาราต่อครั้งกรีต สอดคล้องกับการทดลองของ Obouayeba et al. (2011) นอกจากนี้การศึกษาการใช้สารเคมีเร่งน้ำยางในยางพันธุ์ PB 217 และ PB 210 ของ Jetro and Simon (2007) ซึ่งพบว่า อนินทรีย์ฟอสฟอรัสในยางทั้งสองพันธุ์มีค่าสูงกว่าระบบกรีตปกติ เนื่องจากปริมาณอนินทรีย์ฟอสฟอรัสเป็นองค์ประกอบสำคัญของโปรตีนในท่อน้ำยาง ช่วยรักษาเสถียรภาพการไหลของน้ำยาง (She et al., 2013) แสดงให้เห็นว่าปริมาณอนินทรีย์ฟอสฟอรัสที่เพิ่มขึ้นมีความสัมพันธ์เชิงลบกับปริมาณน้ำตาลซูโครส แต่มีความสัมพันธ์เชิงบวกกับปริมาณผลผลิต (Lacote et al., 2010)

## สรุป

การใช้ระบบกรีตแบบ S/8<sup>↑</sup> d3 . ETG99% RRIMFLOW- 60 - 36/y (9d) ให้ปริมาณผลผลิตยางแห้งเฉลี่ย/ครั้งกรีตและให้ปริมาณผลผลิตยางแห้งสะสมเฉลี่ยสูงสุดและมีความแตกต่างทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับการใช้ระบบกรีตแบบที่เกษตรกรใช้ นอกจากนี้การกระจายตัวของปริมาณซูโครสเฉลี่ยภายในลำต้นยางพาราของแปลงอายุประมาณ 22 ปี โดยใช้ระบบกรีตแบบ S/8<sup>↑</sup> d3. ETG99% RRIMFLOW- 60 - 36/y (9d) มีค่าอยู่ในระดับปานกลางในขณะที่การใช้ระบบกรีตแบบที่เกษตรกรใช้ (S/3<sup>↑</sup> 2d/3) มีค่าปริมาณซูโครสอยู่ในระดับสูง สำหรับการกระจายตัวของปริมาณอนินทรีย์ฟอสฟอรัสเฉลี่ยภายในลำต้นยางพารามีค่าอนินทรีย์ฟอสฟอรัสโดยใช้ระบบกรีตแบบ S/8<sup>↑</sup> d3. ETG99% RRIMFLOW- 60 - 36/y (9d) มีค่าเฉลี่ยอยู่ในระดับสูง ในขณะที่การใช้ระบบกรีตแบบที่เกษตรกรใช้ (S/3<sup>↑</sup> 2d/3) มีค่าปริมาณอนินทรีย์ฟอสฟอรัสอยู่ในระดับสูงปานกลาง

## คำขอบคุณ

ขอขอบคุณ นายสุทธิเดช ขุนทอง นายธวัชชัย ทองแป้น ที่ให้ความร่วมมือและความช่วยเหลือในการศึกษาการวิจัยเป็นอย่างดี พร้อมทั้งนี้ใคร่ขอขอบคุณมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ ที่ได้ให้ทุนสนับสนุนโครงการวิจัย

## เอกสารอ้างอิง

- พนัส แพชนะ และ สมยศ สันธูระหัส. 2546. เปรียบเทียบผลผลิตยางดดยวิธีการกรีตกับวิธีการเจาะในยางพันธุ์ RRIM 600 เปิดกรีตใหม่. รายงานวิจัยศูนย์วิจัยยางสุราษฎร์ธานี กรมวิชาการเกษตร.
- พิชิต สฟโชค. 2536. การเพิ่มผลผลิตยางพาราหลังการผลัดใบโดยการหยุดพักกรีตและการใช้สารเคมีเร่งน้ำยางเมื่อเปิดกรีต. วิทยานิพนธ์ วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาวิชาพืชศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.
- พิชิต สฟโชค โชคชัย เอนกชัย นอง ยกถาวร เพิ่มพันธ์ ค่านคร และ สุริยะ คงศิลป์. 2542. การกรีตร่วมกับการใช้สารเคมีเร่งน้ำยางบางระยะ. รายงานผลโครงการวิจัยย่อยประจำปี 2542. สถาบันวิจัยยาง กรมวิชาการเกษตร.
- พิศมัย จันทุม่า. 2544. สรีรวิทยาของต้นยางกับระบบกรีต. น. 78-89. ใน: การประชุมวิชาการยางพาราประจำปี 2544 ครั้งที่ 1 วันที่ 20-22 กุมภาพันธ์ 2544 ณ โรงแรมเชียงใหม่ฮิลล์ อ.เมือง จ.เชียงใหม่. สถาบันวิจัยยาง กรมวิชาการเกษตร.
- Chantuma, P., S. Thaniswanyangkura, P. Kasemap, E. Gohet, and P. Thaler. 2006. Distribution pattern of latex sucrose content and concurrent metabolic activity at the trunk level on different tapping systems ad in latex producing bark of *Hevea brasiliensis*. Kasetsart Journal (Natural Science). 40: 634-642.
- Coucaud, A. D., N. Brunel, P. Kongsawadworakul, U. Viboonjun, A. Lacoite, J. L. Julien, H. Chrestin, and S. Sakr. 2009. Sucrose importation into laticifers of *Hevea brasiliensis*, in relation to ethylene stimulation of latex production. Annals of Botany. 104: 635-647.

- Gohet, E., and P. Chantuma. 1999. Microdiagnostic latex training RRIT-DOA, Chachoengsao Rubber Research Center, 22-26 November 1999.
- Jetro, N. N., and G. M. Simon. 2007. Effect of 2-chloroethylphosphonic acid formulations as yield stimulants on *Hevea brasiliensis*. *African Journal of Biotechnology*. 6: 523-528.
- Lacote, R., O. Gabla, S. Obouayeba, J. M. Eschbach, F. Rivano, K. Dian, and E. Gohet. 2010. Long-term effect of ethylene stimulation on the yield of rubber trees is linked to latex cell biochemistry. *Field Crops Research*. 115: 94-98.
- Obouayeba, S., E. F. Soumahin, K. M. Okoma, A. E. B. N'Guessan, R. Lacote, L. F. Coulibaly, and S. Ake. 2011. Relationship between the tapping cut length and the parameters of vegetative growth and rubber yield of *Hevea brasiliensis*, clones GT1 and PB 235 in south-eastern Cote D'Ivoire. *Journal of Crop Science*. 2: 27-44.
- Sainoi, T., and S. Sdoodee. 2012. The impact of ethylene gas application on young- tapping rubber trees. *Journal of Agricultural Technology*. 8: 1497-1507.
- Sainoi, T., S. Sdoodee, R. Lacote, and E. Gohet, E. 2017. Low frequency tapping systems applied to young-tapped trees of *Hevea brasiliensis* (Willd. ex A. Juss.) Müll. Arg. in Southern Thailand. *Agriculture and Natural Resources*. 51: 268-272.
- She, F., D. Zhu, L. Kong, J. Wang, F. An, and W. Lin. 2013. Ultrasound-assisted tapping of latex from Para rubber tree *Hevea brasiliensis*. *Industrial Crops and Products*. 50: 803-808.
- Tang, C., D. Huang, J. Yang, S. Liu, S. Sakr, H. Li, Y. Zhou, and Y. Qin. 2010. The sucrose transporter *HbSUT3* plays an active role in sucrose loading to laticifer and rubber productivity in exploited trees of *Hevea brasiliensis* (para rubber tree). *Plant, Cell and Environment*. 33: 1708-1720.
- Yeang, H.Y. 2005. The kinetics of latex flow from the rubber tree in relation to latex vessel plugging and turgor pressure. *Journal of Rubber Research*. 8: 160-181.
- Zhu, J., and Z. Zhang. 2009. Ethylene stimulation of latex production in *Hevea brasiliensis*. *Plant Signaling and Behavior* 4: 1072-1074.