

การตอบสนองของต้นยางพาราต่อการใช้เอทิลีนในช่วง 3 ปี ต่อเนื่อง

Response of rubber trees to ethylene stimulation during the three consecutive years

สุทธิดา ขุนทอง¹ และ สายัณห์ สดุดี^{1*}

Sutdacha Khunthong¹ and Sayan Sdoodee^{1*}

บทคัดย่อ: การตอบสนองของต้นยางพาราต่อการใช้เอทิลีนด้วยระบบต่างๆ ได้แก่ RRIMFLOW, LET, Double Tex, เอทิลฟอน และการกรีดด้วยระบบปกติ ในช่วง 3 ปี ต่อเนื่อง พบว่าการใช้เอทิลีนชนิดแก๊สทุกระบบ ส่งผลให้ต้นยางมีผลผลิตเฉลี่ย/ต้น/ครั้ง กรีดสูงกว่าการใช้อีเอทิลฟอน และระบบกรีดปกติ ระบบ RRIMFLOW มีแนวโน้มให้ผลผลิตเฉลี่ย/ต้น/ครั้ง กรีดสูงสุด ส่วนการใช้ระบบ LET และ Double Tex ให้ผลผลิตเฉลี่ย/ต้น/ครั้ง กรีดไม่แตกต่างกัน การใช้แก๊สเอทิลีนทำให้ปริมาณน้ำตาลซูโครสและปริมาณของแข็งทั้งหมดลดลง ปริมาณอินทรีย์ฟอสฟอรัสเพิ่มขึ้น โดยเฉพาะการใช้ระบบกรีดแบบ RRIMFLOW สามารถเห็นผลได้ชัดเจน อย่างไรก็ตาม การใช้แก๊สเอทิลีนส่งผลให้ต้นยางแสดงอาการเปลือกแห้งสูงกว่าการกรีดด้วยระบบปกติ โดยเฉพาะการใช้ระบบ LET ส่งผลให้ต้นยางมีการแสดงอาการเปลือกแห้งสูงสุด 18.5% **คำสำคัญ:** ยางพารา, เอทิลีน, เอทิลฟอน, สรีรวิทยาของน้ำยาง, อาการเปลือกแห้ง

ABSTRACT: The response of rubber trees to ethylene stimulation (RRIMFLOW, LET, Double Tex, ethephon application and conventional tapping system) were investigated over three consecutive years of the study. The results showed that the rubbers in the ethylene stimulation treatments provided higher latex yield/tree/tapping than those of ethephon application and conventional tapping system. In comparison, among all treatments, rubber trees with the RRIMFLOW tended to give the highest yield per tree per tapping. There was no significant difference in latex yield between Double Tex and LET stimulation. However, sucrose content and total solids content were reduced in ethylene stimulated – trees, while inorganic phosphorus content was increased particularly with the highest in RRIMFLOW system. The tapping panel dryness was observed in the ethylene gas stimulated – trees, the LET stimulation revealed the highest tapping panel dryness (18.5%).

Keywords: rubber tree, ethylene, ethephon, latex physiology, tapping panel dryness

¹ ภาควิชาพืชศาสตร์ คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา 90112

¹ Department of Plant Science, faculty of Natural Resource, prince of Songkla University, Hat Yai, Songkhla 90112

* Corresponding author: sayan.s@psu.ac.th

บทนำ

ในปัจจุบันขนาดของสวนยางส่วนใหญ่เป็นสวนขนาดเล็กของเกษตรกรรายย่อย (Chantuma et al., 2011) ส่งผลให้เกษตรกรได้ผลผลิตต่อครั้งกรีดย่อย การเพิ่มปริมาณผลผลิตต่อครั้งกรีดย่อยจึงเป็นสิ่งจำเป็นสำหรับเกษตรกร การใช้แก๊สเอทิลีน หรือสารเคมีเร่งน้ำยางเป็นทางเลือกหนึ่งที่เกษตรกรนิยมใช้เพิ่มปริมาณผลผลิตต่อครั้งกรีดย่อย Jetro and Simon (2007) รายงานว่าการใช้สารเคมีเร่งน้ำยางสามารถเพิ่มปริมาณผลผลิตต่อครั้งกรีดย่อยได้ถึง 74% เมื่อเปรียบเทียบกับระบบกรีดย่อยตามธรรมชาติ ส่วน รณชัย (2553) รายงานว่าการใช้สารเคมีเร่งน้ำยางในแต่ละวิธีให้ผลผลิตแตกต่างกันจากการศึกษาการใช้สารเคมีเร่งน้ำยางในยางพันธุ์ RRIM 600 โดยวิธีที่แตกต่างกันพบว่ากรีดยางหน้าสูง รอยกรีดสั้น และใช้แก๊สให้ผลผลิตสูงสุด ส่วนการกรีดยางหน้าสูงและทาสารเคมีเร่งน้ำยาง ความเข้มข้น 2.5% ให้ผลผลิตต่ำสุดเมื่อเปรียบเทียบกับสิ่งทดลองที่ใช้สารเคมีเร่งน้ำยางอื่นๆ อย่างไรก็ตาม ในปัจจุบันระบบการใช้แก๊สเอทิลีนมีหลายระบบ แต่ละระบบอาศัยหลักการเดียวกัน คือ บรรจุแก๊สในภาชนะบรรจุและอัดแก๊สบริเวณเปลือกหน้ายางที่ต้องการกรีดย่อย เช่น ระบบ RRIMFLOW เป็นระบบที่ใช้ฝาคครอบพลาสติกลง เป็นตัวเก็บแก๊สเอทิลีน จะติดอุปกรณ์ดังกล่าวกับผิวเปลือกต้นยางที่ขูดเปลือกจนเรียบด้วยกาบสองหน้าชนิดพิเศษที่ติดมาบริเวณฝาคครอบ ตำแหน่งที่ติดฝาคครอบพลาสติกลงจะเป็นด้านขวาเหนือรอยกรีดเล็กน้อย ทำการอัดแก๊สประมาณ 50 มิลลิลิตรทุกๆ 9 วัน (กรีดย่อย 3 ครั้ง อัดแก๊ส 1 ครั้ง) หลังจากอัดแก๊สแล้วไม่น้อยกว่า 24 ชั่วโมง จึงทำการกรีดยาง ระบบ LET เป็นระบบที่ใช้ฝาคครอบเหล็กเป็นตัวเก็บฮอร์โมนและส่งผ่านแก๊สเอทิลีนโดยติดอุปกรณ์ดังกล่าวกับผิวเปลือกต้นยางที่ขูดเปลือกด้วยขอบของฝาคครอบประมาณ 8-9 ครั้ง ตำแหน่งที่ติดฝาคครอบอาจเป็นด้านซ้ายต่ำกว่ารอยกรีดเล็กน้อยทำการอัดแก๊สประมาณ 40 มิลลิลิตรทุกๆ 6 วัน (กรีดย่อย 2 ครั้ง อัดแก๊ส 1 ครั้ง) หลังจากอัดฮอร์โมนแล้วไม่น้อยกว่า 24 ชั่วโมง จึงทำการกรีดยาง ส่วนระบบ Double Tex คือ ระบบที่ใช้หัวปล่อย

พลาสติกลงเป็นตัวเก็บแก๊สและส่งผ่านแก๊สเอทิลีนโดยติดอุปกรณ์ดังกล่าวกับผิวเปลือกต้นยางที่ผ่านการขูดเปลือกยางแล้ว ทำการอัดฮอร์โมนประมาณ 60 มิลลิลิตรทุกๆ 9 วัน (กรีดย่อย 3 ครั้ง อัดแก๊ส 1 ครั้ง) หลังจากอัดแก๊สแล้วไม่น้อยกว่า 24 ชั่วโมง จึงทำการกรีดยาง จากการศึกษาวิธีการอัดแก๊สด้วยระบบต่างๆ ในต้นยางอ่อนพันธุ์ RRIM 600 ของ Sainoi and Sdoodee (2012) พบว่า การใช้ระบบ RRIMFLOW, LET และ Double Tex ให้ผลผลิตไม่แตกต่างกัน ส่วน Doungmusik and Sdoodee (2012) พบว่า การใช้ระบบ RRIMFLOW ในต้นยางอายุมากให้ผลผลิตต่อครั้งกรีดย่อยและผลผลิตสะสมสูงกว่าการใช้ระบบ LET, Double Tex และการใช้เอทิลีน แต่ส่งผลให้มีปริมาณเนื้อยางแห้งต่ำกว่าระบบกรีดอื่นๆ

นอกจากนี้การใช้แก๊สเอทิลีนหรือการใช้สารเคมีเร่งน้ำยางยังมีผลต่อคุณสมบัติทางสรีรวิทยาของน้ำยาง ส่งผลให้ปริมาณน้ำตาลซูโครสลดลง ปริมาณอินนทรีฟอสฟอรัสเพิ่มขึ้นเมื่อเปรียบเทียบกับระบบกรีดย่อยตามธรรมชาติ (Lacote et al., 2010) คุณสมบัติดังกล่าวเป็นปัจจัยสำคัญที่มีผลต่อกระบวนการต่างๆ ภายในต้นยาง ทั้งในด้านการเจริญเติบโต กระบวนการสังเคราะห์น้ำยาง หรือการแสดงอาการเปลือกแห้งของต้นยางพารา (Obouayeba et al., 2011) อย่างไรก็ตาม ยังไม่มีการศึกษาการตอบสนองของต้นยางพาราจากการใช้แก๊สเอทิลีนด้วยระบบต่างๆ ในระยะยาว การศึกษาครั้งนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของการใช้แก๊สเอทิลีนด้วยระบบต่างๆ ที่ส่งผลต่อ ปริมาณผลผลิต คุณสมบัติทางสรีรวิทยาของน้ำยาง และการแสดงอาการเปลือกแห้งของต้นยางอายุ 23 ปี ในช่วง 3 ปีต่อเนื่อง เพื่อใช้เป็นแนวทางในการคัดเลือกระบบกรีดย่อยที่เหมาะสมสำหรับการเพิ่มปริมาณผลผลิตต่อหน่วยพื้นที่ของเกษตรกร อันจะนำไปสู่การจัดการดูแลสวนยางอย่างยั่งยืนต่อไป

วิธีการศึกษา

ศึกษาการตอบสนองของต้นยางพาราจากการใช้เอทิลีนด้วยระบบต่างๆ ที่สถานีวิจัยและฝึกภาคสนาม

เทพา คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ อำเภอเทพา จังหวัดสงขลา ใช้ต้นยางพาราพันธุ์ RRRIM 600 อายุ 23 ปี ปลูกในดินร่วนปนทราย ใช้ระยะปลูก 3x7 เมตร ดินมีค่าความเป็นกรด-ด่างประมาณ 5.5 (โครงการจัดตั้งฝ่ายวิจัยและบริการ, 2543) ซึ่งเป็นแปลงทดลองที่ผ่านการใช้แก๊สเอทธิลีนมาแล้ว 2 ปี จึงทำการศึกษาต่อเนื่องเป็นปีที่ 3 ในปี พ.ศ. 2555 (2012) เพื่อมุ่งศึกษาการตอบสนองของต้นยางพาราจากการใช้แก๊สเอทธิลีนในช่วง 3 ปีต่อเนื่อง วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Completely randomized design) จำนวน 6 สิ่งทดลอง ซ้ำละหนึ่งต้น จำนวน 20 ซ้ำ ดังนี้ สิ่งทดลอง 1 : การกรีดหนึ่งในสามของลำต้นกรีดสองวันเว้นวัน (S/3U d1 2d/3), สิ่งทดลอง 2 : การกรีดหนึ่งในแปดของลำต้นกรีดวันเว้นสองวัน (S/8U d3), สิ่งทดลอง 3 : การกรีดหนึ่งในแปดของลำต้นกรีดวันเว้นสองวันร่วมกับการใช้ระบบ RRIMFLOW (S/8U d3. ETG99% RRIMFLOW - 50 - 36/y (9d)), สิ่งทดลอง 4 : การกรีดหนึ่งในแปดของลำต้นกรีดวันเว้นสองวันร่วมกับการใช้ระบบ LET (S/8U d3. ETG60% LET - 40 - 48/y (6d)), สิ่งทดลอง 5 : การกรีดหนึ่งในแปดของลำต้นกรีดวันเว้นสองวันร่วมกับการใช้ระบบ Double Tex (S/8U d3. ETG99% Double Tex - 60 - 36/y (9d)) และ สิ่งทดลอง 6 : การกรีดหนึ่งในแปดของลำต้นกรีดวันเว้นสองวันร่วมกับการใช้เอทธิฟอน (S/8U d3. ET5% Pa 1(2) 12/y (m)) เพื่อศึกษาการตอบสนองของต้นยางพาราคู่คุณสมบัติทางสรีรวิทยาของน้ำยาง โดยการเก็บตัวอย่างน้ำยางในทุกเดือนที่มีการกรีดยาง วิเคราะห์หาปริมาณน้ำตาลซูโครส, อนินทรีย์ฟอสฟอรัส, ไธออล และของแข็งทั้งหมด ตามวิธีการของ (พเยาว์ และคณะ, 2546) นำข้อมูลรายเดือนมาเฉลี่ยเป็นข้อมูลรายปี เมื่อสิ้นสุดการทดลองประเมินอาการเปลือกแห้งของต้นยางพาราใช้วิธีกรีดยางแล้วประเมินความยาวของรอยกรีดที่น้ำยางไหลด้วยสายตา ผู้ประเมินต้องสังเกตการไหลของน้ำยางทันทีที่กรีด และต้องแน่ใจว่ารอยกรีดที่ไม่มีน้ำยางไหลออกมานั้นไม่ได้เกิดจากรอยกรีดตื้น ตามวิธีการของ (พเยาว์ และคณะ, 2542) เก็บผลผลิตยางก้อนถ้วยทุกครั้งกรีด โดยเก็บผลผลิตต้นต่อต้น น้ำยางก้อน

ไปฝั่งแดดให้แห้ง จนน้ำหนักคงที่ใช้เวลาประมาณ 30 - 40 วัน บันทึกน้ำหนักแห้งในหน่วย กรัม/ต้น/ครั้งกรีด (g/t) นำข้อมูลมาเฉลี่ยเป็นข้อมูลรายปี หลังจากนั้นนำผลการทดลองไปเปรียบเทียบกับข้อมูลในปี พ.ศ. 2553 (2010) และปี พ.ศ. 2554 (2011) วิเคราะห์ความแปรปรวนและทดสอบความแตกต่างทางสถิติด้วยวิธี Duncan Multiple Range Test (DMRT)

ผลการศึกษาและวิจารณ์

การตอบสนองต่อปริมาณผลผลิต

จากการศึกษาการใช้เอทธิลีนด้วยระบบต่างๆ ในยางพาราพันธุ์ RRRIM 600 อายุ 23 ปี ต่อเนื่องเป็นเวลา 3 ปี (Table 1) พบว่าผลผลิตในแต่ละปีของแต่ละสิ่งทดลองมีแนวโน้มเป็นไปในทิศทางเดียวกัน สิ่งทดลองที่มีการใช้แก๊สเอทธิลีน (T3, T4 และ T5) ให้ผลผลิตยางก้อนถ้วย/ครั้ง กรีดเฉลี่ย 3 ปี 134.30, 106.80 และ 106.10 g/t สูงกว่าการใช้เอทธิฟอน (T6) ซึ่งให้ผลผลิตเฉลี่ย 55.68 g/t อาจเนื่องจากการใช้เอทธิลีนชนิดแก๊สเป็นการบรรจุเอทธิลีนเข้าไปภายในลำต้นโดยตรง ส่วนการใช้เอทธิฟอนต้องทาบริเวณเปลือกต้นยาง อาจสูญเสียเอทธิลีนในรูปเอทธิฟอนจากการระเหย หรือการชะล้างโดยน้ำฝนจึงทำให้มีประสิทธิภาพต่ำกว่าการใช้เอทธิลีนชนิดแก๊ส สอดคล้องกับรายงานของ รณชัย (2553) รายงานว่า การใช้สารเคมีเร่งน้ำยางในแต่ละวิธีให้ผลผลิตแตกต่างกัน จากการศึกษาการใช้แก๊สเอทธิลีนในยางพันธุ์ RRRIM 600 โดยวิธีที่แตกต่างกันพบว่า การกรีดยางหน้าสูง รอยกรีดสั้น และใช้แก๊สให้ผลผลิตสูงสุด ส่วนการกรีดยางหน้าสูงและทาสารเคมีเร่งน้ำยาง 2.5% ให้ผลผลิตต่ำสุดเมื่อเปรียบเทียบกับตำรับการทดลอง การใช้สารเคมีเร่งน้ำยางอื่นๆ นอกจากนี้ยังพบว่า การใช้ระบบ RRIMFLOW (T3) มีแนวโน้มให้ผลผลิตสูงกว่าการใช้ระบบ LET (T4) และระบบ Double Tex (T5) เนื่องจากการใช้ระบบ RRIMFLOW ในขั้นตอนการติดตั้งไม่ต้องทำลายในบริเวณส่วนของเปลือกและมีพื้นที่สัมผัสของแก๊สมากกว่าการใช้ระบบอื่น ทำให้สามารถช่วยกระตุ้นกระบวนการเมแทบอลิซึมในการสังเคราะห์น้ำยางได้ดี (สายัณห์ และคณะ, 2553)

Table 1 Average cup lump yields (g/t/t) of rubber trees in the all treatments during 2010 – 2012.

Treatments	Average cup lump yield (g/t/t)			
	2010 ^{1/}	2011 ^{1/}	2012 ^{1/}	Average ^{1/}
T1 : S/3U d1 2d/3	52.04cd	68.55b	63.73c	46.43c
T2 : S/8U d3	45.54d	68.11b	83.96c	45.36c
T3 : S/8U d3.ETG99% RRIMFLOW - 50 - 36/y (9d)	137.70a	201.30a	207.00a	134.80a
T4 : S/8U d3. ETG60%LET - 40 - 48/y (6d)	114.90b	157.90a	152.60b	106.80b
T5 : S/8U d3.ETG99% Double Tex - 60 - 36/y (9d)	106.6b	188.00a	167.50b	106.10b
T6 : S/8U d3. ET5% Pa 1(2) 12/y (m)	63.53c	74.21b	94.85c	55.68c
F-test	**	**	**	**
C.V. (%)	21.67	40.27	28.08	22.26

^{1/} Means with different letters in the same column indicate significant difference at $P < 0.01$, DMRT.

การตอบสนองต่อคุณสมบัติทางสรีรวิทยาของน้ำยาง

การตอบสนองต่อปริมาณน้ำตาลซูโครส

ปริมาณซูโครสในน้ำยางเป็นค่าที่แสดงถึงกิจกรรมการสังเคราะห์ซูโครส เป็นสารตั้งต้นในกระบวนการผลิตน้ำยาง จากการนำข้อมูลปริมาณน้ำตาลซูโครสของแต่ละปีมาเปรียบเทียบกัน (Table 2) พบว่า ในปี พ.ศ. 2553 การใช้ระบบกรีตแบบต่างๆ มีปริมาณน้ำตาลซูโครสอยู่ในช่วง 9.98 – 15.48 มิลลิโมลาร์/ลิตร ในปี พ.ศ. 2554 การใช้ระบบกรีตแบบต่างๆ มีปริมาณน้ำตาลซูโครสอยู่ในช่วง 4.03 – 12.26 มิลลิโมลาร์/ลิตร ทุกระบบกรีตมีปริมาณน้ำตาลซูโครสลดลงจาก ปี พ.ศ. 2553 โดยเฉพาะระบบกรีตแบบ T4 และ T5 มีปริมาณน้ำตาลซูโครสลดลงอย่างเห็นได้ชัด ส่วนในปี พ.ศ. 2555 การใช้ระบบกรีตแบบต่างๆ มีปริมาณน้ำตาลซูโครสอยู่ในช่วง 6.78 – 11.55 มิลลิโมลาร์/ลิตร เมื่อเปรียบเทียบปริมาณน้ำตาลซูโครสกับปี พ.ศ. 2554 พบว่าทุกระบบกรีตมีปริมาณน้ำตาลซูโครสลดลง ยกเว้นระบบกรีตแบบ T5 มีปริมาณน้ำตาลซูโครสเพิ่มขึ้นเล็กน้อย อาจเนื่องจากในปี พ.ศ. 2554 ระบบกรีตแบบ T5 มีปริมาณน้ำตาลซูโครสอยู่ในระดับต่ำ ในปี พ.ศ. 2555 จึงมีการสะสมน้ำตาลซูโครสเพื่อใช้สำหรับเจริญเติบโต และผลิตน้ำยาง สอดคล้องกับรายงานของ พยัวร์ และคณะ (2546) ซึ่งรายงานว่าต้นยางจะเริ่มมีการสะสมน้ำตาลซูโครสเมื่อปริมาณ

น้ำตาลซูโครสอยู่ในระดับต่ำ ส่วนปริมาณน้ำตาลซูโครสเฉลี่ยทั้ง 3 ปี พบว่าอยู่ในช่วง 8.78 – 13.64 มิลลิโมลาร์/ลิตร การใช้ระบบกรีตแบบ T2 มีปริมาณน้ำตาลซูโครสสูงสุด 13.64 มิลลิโมลาร์/ลิตร รองลงมาคือ การใช้ระบบกรีตแบบ T6, T4, T1, T5 และ T3 มีปริมาณน้ำตาลซูโครสเท่ากับ 11.71, 10.69, 10.43, 9.45 และ 8.78 มิลลิโมลาร์/ลิตร ตามลำดับ ซึ่งมีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ แสดงให้เห็นว่าในช่วงระยะเวลา 3 ปี การใช้แก๊สเอทิลีนด้วยระบบต่างๆ และการใช้ระบบกรีตที่แบบ T1 ส่งผลให้ต้นยางมีปริมาณน้ำตาลซูโครสต่ำกว่าการใช้ระบบกรีตแบบ T2 เนื่องจากปริมาณน้ำตาลซูโครสมีความสัมพันธ์กับปริมาณผลผลิต จากการศึกษาการใช้สารเคมีเร่งน้ำยางเพื่อเพิ่มปริมาณผลผลิตในยางพันธุ์ PR107 ของ Tang et al. (2010) พบว่าเมื่อผลผลิตน้ำยางเพิ่มขึ้นจะส่งผลให้ปริมาณน้ำตาลซูโครสมีปริมาณลดลง สอดคล้องกับรายงานของ Lacote et al. (2010) ซึ่งพบว่า ปริมาณน้ำตาลซูโครสมีความสัมพันธ์เชิงลบกับปริมาณผลผลิต โดยมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r) เท่ากับ -0.869 เนื่องจากน้ำตาลซูโครสถูกนำไปใช้ในกระบวนการสังเคราะห์น้ำยาง ยังมีการสังเคราะห์น้ำยางมากเท่าไร ปริมาณน้ำตาลซูโครสยิ่งมีปริมาณลดลงมากเท่านั้น

Table 2 Average of sucrose content of rubber trees in the all treatments during 2010 – 2012.

Treatments	Sucrose content (mM L ⁻¹)			
	2010 ^{1/}	2011 ^{1/}	2012 ^{1/}	Average ^{2/}
T1 : S/3U d1 2d/3	11.98bc	9.04a	8.25b	10.43b
T2 : S/8U d3	15.48a	12.26a	11.55a	13.64a
T3 : S/8U d3.ETG99% RRIMFLOW - 50 - 36/y (9d)	9.98c	9.56a	6.81b	8.78b
T4 : S/8U d3. ETG60%LET - 40 - 48/y (6d)	13.86ab	8.80ab	6.78b	10.69b
T5 : S/8U d3.ETG99% Double Tex - 60 - 36/y (9d)	13.65ab	4.03b	6.82b	9.45b
T6 : S/8U d3. ET5% Pa 1(2) 12/y (m)	14.15ab	11.14a	7.91b	11.71ab
F-test	**	**	**	*
C.V. (%)	13.30	25.68	16.03	19.09

^{1/} Means with different letters in the same column indicate significant difference at P < 0.01, DMRT.

^{2/} Means with different letters in the same column indicate significant difference at P < 0.05, DMRT.

การตอบสนองต่อปริมาณอนินทรีย์ฟอสฟอรัส

ปริมาณอนินทรีย์ฟอสฟอรัสแสดงถึงขบวนการเมแทบอลิซึมของน้ำยาง จากการนำข้อมูลปริมาณอนินทรีย์ฟอสฟอรัสของแต่ละปีมาเปรียบเทียบกัน (Table 3) พบว่า ในปี พ.ศ. 2553 การใช้ระบบกรีดแบบต่างๆ มีปริมาณอนินทรีย์ฟอสฟอรัสอยู่ในช่วง 9.17 – 11.93 มิลลิโมลาร์/ลิตร แต่เมื่อนำข้อมูลของแต่ละระบบกรีดมาเปรียบเทียบความแตกต่างทางสถิติ พบว่าไม่มีความแตกต่างทางสถิติ ในปี พ.ศ. 2554 การใช้ระบบกรีดแบบต่างๆ มีปริมาณอนินทรีย์ฟอสฟอรัสอยู่ในช่วง 9.00 – 18.14 มิลลิโมลาร์/ลิตร ระบบกรีดที่ใช้แก๊สเอทิลีนมีปริมาณอนินทรีย์ฟอสฟอรัสเพิ่มขึ้นจากปี พ.ศ. 2553 อย่างเห็นได้ชัด สอดคล้องกับปริมาณผลผลิตที่เพิ่มขึ้นในปี พ.ศ. 2554 (Table 1) อาจเนื่องจากการปรับสภาพของต้นยางพาราในการตอบสนองต่อเอทิลีน ซึ่งยางพันธุ์ RRIM 600 เป็นพันธุ์ที่สามารถปรับตัวเข้ากับสภาพแวดล้อมต่างๆ ได้ดี (สถาบันวิจัยยาง, 2554ก) ในปี พ.ศ. 2555 การใช้ระบบกรีดแบบต่างๆ มีปริมาณอนินทรีย์ฟอสฟอรัสอยู่ในช่วง 9.12 – 21.02 มิลลิโมลาร์/ลิตร ทุกระบบกรีดมีปริมาณอนินทรีย์ฟอสฟอรัสเพิ่มขึ้นจากปี พ.ศ. 2554 ส่วนปริมาณ

อนินทรีย์ฟอสฟอรัสเฉลี่ยทั้ง 3 ปี พบว่าอยู่ในช่วง 8.50 – 15.67 มิลลิโมลาร์/ลิตร การใช้ระบบกรีดแบบ T3 มีปริมาณอนินทรีย์ฟอสฟอรัสสูงสุด 15.67 มิลลิโมลาร์/ลิตร รองลงมาคือ การใช้ระบบกรีดแบบ T5, T4, T6, T2 และ T1 มีปริมาณอนินทรีย์ฟอสฟอรัสเท่ากับ 14.75, 12.62, 11.01, 10.15 และ 8.50 มิลลิโมลาร์/ลิตร ตามลำดับ มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง แสดงให้เห็นว่าในช่วงระยะเวลา 3 ปี การใช้แก๊สเอทิลีนด้วยระบบ RRIMFLOW ส่งผลให้มีปริมาณอนินทรีย์ฟอสฟอรัสไม่แตกต่างกับการใช้แก๊สเอทิลีนด้วยระบบอื่น แต่เมื่อเปรียบเทียบกับระบบกรีดแบบ T1 และ T2 พบว่า การใช้ระบบ RRIMFLOW มีปริมาณอนินทรีย์ฟอสฟอรัสสูงกว่า เนื่องจากเอทิลีนช่วยเร่งกระบวนการเมแทบอลิซึมในกระบวนการสังเคราะห์น้ำยาง (Obouayeba et al., 2011) สอดคล้องกับการศึกษาการใช้สารเคมีเร่งน้ำยางในยางพันธุ์ PB 217 และ PB 210 ของ Jetro and Simon (2007) ซึ่งพบว่าการใช้สารเคมีเร่งน้ำยางทำให้ปริมาณอนินทรีย์ฟอสฟอรัสในยางทั้งสองพันธุ์มีค่าสูงกว่าระบบกรีดปกติ ปริมาณอนินทรีย์ฟอสฟอรัสที่เพิ่มขึ้นมีความสัมพันธ์เชิงลบกับปริมาณน้ำตาลซูโครส แต่มีความสัมพันธ์เชิงบวกกับปริมาณผลผลิต เนื่องจากปริมาณ

อนินทรีย์ฟอสฟอรัสเป็นองค์ประกอบสำคัญของโปรตีนในท่อน้ำยาง ช่วยรักษาเสถียรภาพการไหลของน้ำยาง (She et al., 2013) สอดคล้องกับการศึกษาของ Lacote

et al. (2010) ซึ่งพบว่า ปริมาณอนินทรีย์ฟอสฟอรัสมีความสัมพันธ์เชิงบวกกับปริมาณผลผลิต โดยมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r) เท่ากับ 0.979

Table 3 Average of inorganic phosphorus content of rubber trees in the all treatments during 2010 – 2012.

Treatments	Inorganic phosphorus content (mM L ⁻¹)			
	2010 ^{1/}	2011 ^{2/}	2012 ^{2/}	Average ^{2/}
T1 : S/3U d1 2d/3	9.65	7.83c	9.12c	8.50c
T2 : S/8U d3	10.25	9.00c	9.92c	10.15bc
T3 : S/8U d3.ETG99% RRIMFLOW - 50 - 36/y (9d)	11.93	18.14a	21.02a	15.67a
T4 : S/8U d3. ETG60%LET - 40 - 48/y (6d)	9.17	13.99abc	15.65b	12.62abc
T5 : S/8U d3.ETG99% Double Tex - 60 - 36/y (9d)	10.66	17.75ab	18.93ab	14.75ab
T6 : S/8U d3. ET5% Pa 1(2) 12/y (m)	10.98	9.95bc	11.08c	11.01abc
F-test	ns	**	**	**
C.V. (%)	29.80	28.81	14.33	21.11

^{1/} non significant difference

^{2/} Means with different letters in the same column indicate significant difference at $P < 0.01$, DMRT.

การตอบสนองต่อปริมาณไธออก

ปริมาณไธออก เป็นการแสดงถึงระดับการป้องกันเซลล์และการอุดตันของท่อน้ำยาง จากการนำข้อมูลไธออกของแต่ละปีมาเปรียบเทียบกัน (Table 4) พบว่าในช่วงระยะเวลา 3 ปีแต่ละระบบกรีตมีปริมาณไธออกใกล้เคียงกัน ในปี พ.ศ.2553 แต่ละระบบกรีตมีปริมาณไธออกอยู่ในช่วง 0.38 – 0.46 มิลลิโมลาร์/ลิตร ในปี พ.ศ. 2554 มีปริมาณไธออกอยู่ในช่วง 0.40 – 0.58 มิลลิโมลาร์/ลิตร ส่วนในปี พ.ศ. 2555 มีปริมาณไธออกอยู่ในช่วง 0.36 – 0.49 มิลลิโมลาร์/ลิตร เมื่อนำข้อมูลแต่ละปีมาเฉลี่ยพบว่า แต่ละระบบกรีตมีปริมาณไธออกอยู่ในช่วง 0.38 – 0.46 มิลลิโมลาร์/ลิตร ซึ่งจากการเปรียบเทียบความแตกต่างทางสถิติพบว่าปริมาณไธออกในแต่ละปีของแต่ละระบบกรีตไม่มีความแตกต่างทางสถิติ แสดงให้เห็นว่าการใช้แก๊สเอทิลีนด้วยระบบต่างๆ ไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของปริมาณไธออก สอดคล้องกับการศึกษาของ พเยาว์ และคณะ (2546) ซึ่งรายงานว่าการใช้ระบบกรีตที่ต่างกันในยางพันธุ์ RRIM 600 ไม่มีผลต่อปริมาณไธออก แต่จากการศึกษา

การเพิ่มผลผลิตโดยใช้สารเคมีเร่งน้ำยางในยางพันธุ์ PB217 ของ Jetro and Simon (2007) พบว่าเมื่อผลผลิตยางเพิ่มขึ้นจากการใช้สารเคมีเร่งน้ำยาง ส่งผลให้ปริมาณไธออก มีค่าสูงขึ้น เนื่องจากในเซลล์ท่อน้ำยางของต้นที่ให้ผลผลิตสูง มีกิจกรรมการสังเคราะห์น้ำยางมากกว่าต้นที่ให้ผลผลิตต่ำ ทำให้มีการสร้าง สารอนุมูลอิสระที่เป็นพิษ เพิ่มมากขึ้น เซลล์จึงต้องสร้างไธออก เพิ่มมากขึ้นเพื่อป้องกันเซลล์ไม่ให้ถูกทำลาย (พเยาว์ และคณะ, 2546) ส่งผลให้ปริมาณไธออกเพิ่มขึ้นตามปริมาณผลผลิต สอดคล้องกับรายงานของ Sreelatha (2003) อ้างโดย วารุณี และจำเริญ (2556) รายงานว่าปริมาณไธออกมีความสัมพันธ์เชิงบวกกับปริมาณผลผลิต มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r) เท่ากับ 0.745 แต่จากการใช้แก๊สเอทิลีนด้วยระบบ RRIM-FLOW, LET และ Double Tex ในยางพันธุ์ RRIM 600 อายุ 9 ปี และ 21 ปี พบว่า ปริมาณไธออกมีการเปลี่ยนแปลงผันแปรกันในแต่ละเดือน (Dongmusik and Sdoodee, 2012; Sainoi and Sdoodee, 2012)

Table 4 Average of thiol content of rubber trees in the all treatments during 2010 – 2012.

Treatments	Thiol content (mM L ⁻¹)			
	2010 ^{1/}	2011 ^{1/}	2012 ^{1/}	Average ^{1/}
T1 : S/3U d1 2d/3	0.38	0.40	0.38	0.38
T2 : S/8U d3	0.46	0.47	0.35	0.43
T3 : S/8U d3.ETG99% RRIMFLOW - 50 - 36/y (9d)	0.46	0.44	0.46	0.46
T4 : S/8U d3. ETG60%LET - 40 - 48/y (6d)	0.42	0.58	0.37	0.45
T5 : S/8U d3.ETG99% Double Tex - 60 - 36/y (9d)	0.41	0.50	0.43	0.44
T6 : S/8U d3. ET5% Pa 1(2) 12/y (m)	0.44	0.52	0.38	0.45
F-test	ns	ns	ns	ns
C.V. (%)	20.26	27.34	13.70	11.99

^{1/} non significant difference**การตอบสนองต่อปริมาณของแข็งทั้งหมด**

ปริมาณของแข็งทั้งหมด มีค่าใกล้เคียงกับปริมาณเนื้อยางแห้ง (DRC) 90% ของปริมาณของแข็งทั้งหมด ในน้ำยางเป็น DRC จากการนำข้อมูลปริมาณของแข็งทั้งหมด ของแต่ละปีมาเปรียบเทียบกัน (Table 5) พบว่า ในปี พ.ศ. 2553 การใช้ระบบกรีดแบบต่างๆ มีปริมาณของแข็งทั้งหมดอยู่ในช่วง 33.40 – 43.38% ในปี พ.ศ. 2554 การใช้ระบบกรีดแบบต่างๆ มีปริมาณของแข็งทั้งหมด อยู่ในช่วง 40.34 – 52.66% สูงกว่าปี พ.ศ. 2553 อาจเนื่องจากการปรับสภาพการตอบสนองของต้นยางต่อการใช้แก๊สเอทิลีน ในปี พ.ศ. 2555 การใช้ระบบกรีดแบบต่างๆ มีปริมาณของแข็งทั้งหมดอยู่ในช่วง 42.07 – 48.40% เมื่อเทียบกับปี พ.ศ. 2554 มีค่าใกล้เคียงกัน สอดคล้องกับปริมาณผลผลิตของปี พ.ศ. 2555 ซึ่งมีปริมาณใกล้เคียงกับปี พ.ศ. 2554 ส่วนปริมาณเนื้อยางแห้งเฉลี่ยทั้ง 3 ปี พบว่าอยู่ในช่วง 37.85 – 46.11% การใช้ระบบกรีดแบบ T6 มีปริมาณของแข็งทั้งหมดสูงสุด 46.11% รองลงมาคือ การใช้ระบบกรีดแบบ T2, T4, T1 และ T5 มีปริมาณของแข็งทั้งหมดเท่ากับ 45.73, 43.84, 43.50 และ 42.33% ตามลำดับ สำหรับระบบกรีดแบบ T3 มีปริมาณของแข็งทั้งหมดต่ำสุด 37.85% ตามลำดับ มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง แสดงให้เห็นว่าในช่วง

ระยะเวลา 3 ปี การใช้แก๊สเอทิลีนด้วยระบบ RRIMFLOW ต้นยางมีปริมาณของแข็งทั้งหมด ใกล้เคียงกับการใช้ระบบ Double Tex แต่มีปริมาณของแข็งทั้งหมดต่ำกว่าการใช้ระบบกรีดอื่นๆ สอดคล้องกับปริมาณผลผลิตของระบบ RRIMFLOW ที่ให้ผลผลิตสูงกว่าการใช้ระบบกรีดอื่นๆ เนื่องจากระบบกรีดที่ให้ผลผลิตสูงจะส่งผลให้ต้นยางมีปริมาณของแข็งทั้งหมดลดลง โดยเฉพาะการกระตุ้นด้วยเอทิลีน (Soumahin et al., 2010) จากการศึกษาการใช้ฮอร์โมนต่าง ๆ เพื่อเพิ่มผลผลิตน้ำยางในยางพันธุ์ PB217 ของ Tungngoen et al. (2011) พบว่าเมื่อผลผลิตน้ำยางเพิ่มขึ้นจากการใช้เอทิลีนส่งผลให้ปริมาณของแข็งทั้งหมดลดลง เนื่องจากเมื่อมีการกรีดยาง น้ำจากเซลล์บริเวณใกล้เคียงจะไหลปนออกมากับน้ำยางทำให้น้ำยางไหลได้นานขึ้น ผลผลิตจึงเพิ่มขึ้น แต่ปริมาณของแข็งทั้งหมดลดลงเนื่องจากถูกเจือจางด้วยน้ำ ประกอบกับการกระตุ้นด้วยเอทิลีนเป็นปัจจัยส่งเสริมให้น้ำไหลเข้าสู่ท่อยางมากขึ้น จึงยิ่งส่งผลให้ปริมาณของแข็งทั้งหมดมีปริมาณลดลง สอดคล้องกับการรายงานของ Mak et al. (2008) ที่พบว่า ปริมาณผลผลิตมีความสัมพันธ์เชิงลบกับปริมาณเนื้อยางแห้งหรือปริมาณของแข็งทั้งหมด มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r) เท่ากับ -0.695

Table 5 Average of total solid content of rubber trees in the all treatments during 2010 – 2012.

Treatments	Total solid content (%)			
	2010 ^{1/}	2011 ^{1/}	2012 ^{1/}	Average ^{1/}
T1 : S/3U d1 2d/3	39.31bc	46.94b	48.40a	43.50a
T2 : S/8U d3	43.38a	48.49ab	47.35a	45.73a
T3 : S/8U d3.ETG99% RRIMFLOW - 50 - 36/y (9d)	33.40d	40.34c	42.07b	37.85b
T4 : S/8U d3. ETG60%LET - 40 - 48/y (6d)	40.09abc	47.59b	47.13a	43.84a
T5 : S/8U d3.ETG99% Double Tex - 60 - 36/y (9d)	38.85c	45.42b	45.04ab	42.33ab
T6 : S/8U d3. ET5% Pa 1(2) 12/y (m)	42.06ab	52.66a	47.24a	46.11a
F-test	**	**	**	**
C.V. (%)	4.04	4.98	3.82	6.50

^{2/} Means with different letters in the same column indicate significant difference at $P < 0.01$, DMRT.

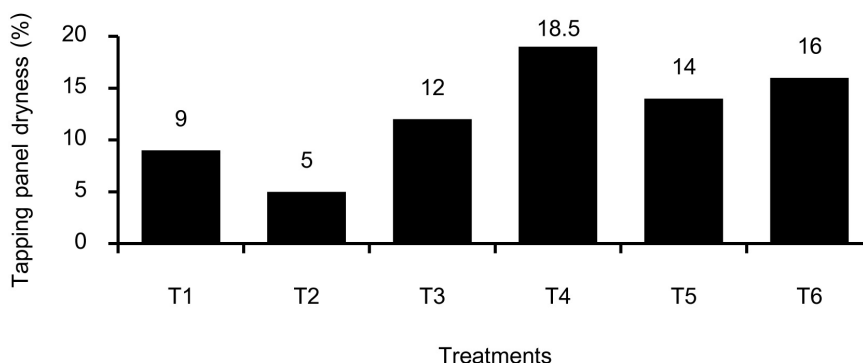
การตอบสนองต่อการแสดงอาการเปลือกแห้ง

การแสดงอาการเปลือกแห้งเป็นลักษณะความผิดปกติของการไหลของน้ำยาง ทำให้ผลผลิตลดลงจนกระทั่งไม่สามารถเก็บผลผลิตได้ จากการศึกษากการแสดงอาการเปลือกแห้งในช่วงระยะเวลา 3 ปี (Figure 1) พบว่า แต่ละระบบกรีตมีการแสดงอาการเปลือกแห้งอยู่ในช่วง 5 – 18.5% การใช้ระบบกรีตแบบ T4 มีการแสดงอาการเปลือกแห้งสูงสุด 18.5 % รองลงมา คือ การใช้ระบบกรีตแบบ T6, T5, T3, T1 และ T2 มีการแสดงอาการเปลือกแห้งเท่ากับ 16, 14, 12, 9 และ 5% ตามลำดับ แสดงให้เห็นว่าการใช้สารเคมีเร่งน้ำยางด้วยระบบต่างๆ ในช่วง 3 ปีต่อเนื่อง ส่งผลให้ต้นยางมีการแสดงอาการเปลือกแห้งสูงกว่าการใช้ระบบกรีตปกติ Eliathe et al. (2012) รายงานว่า การใช้สารเคมีเร่งน้ำยางส่งผลให้ต้นยางแสดงอาการเปลือกแห้งสูงกว่าการไม่ใช้สารเคมีเร่งน้ำยาง สถาบันวิจัยยาง, (2554ข) รายงานว่า การใช้สารเคมีเร่งน้ำยางความเข้มข้น 5% ทาทุกเดือน และทุก 15 วัน หลังจากเปิดกรีตในระยะปีที่ 2 ทำให้หน้ากรีตเกิดอาการเปลือกแห้งประมาณ 20-22% พเยาว์ และคณะ (2542) รายงานว่า การใช้สารเคมีเร่งน้ำยางกับต้นยางพันธุ์ RRIM 600 ที่กรีตด้วยระบบครั้งลำต้นกรีตวันเว้นวัน เป็นเวลา 5 ปี ทำให้ต้นยางแสดงอาการเปลือกแห้งเพิ่มขึ้นโดยขึ้นอยู่กับ

กับความเข้มข้น และความถี่ในการใช้ มีค่าเฉลี่ยของอาการเปลือกแห้งระหว่าง 5.19-20.51% ในขณะที่การกรีตโดยไม่ใช้สารเคมีเร่งน้ำยางทำให้ต้นยางแสดงอาการเปลือกแห้งเพียง 1.61% Traore et al. (2011) รายงานว่า การใช้สารเคมีเร่งน้ำยางความเข้มข้น 2.5% ในยางพันธุ์ GT 1 ส่งผลให้ต้นยางแสดงอาการเปลือกแห้งเพิ่มขึ้นตามปริมาณความถี่ของการใช้ที่เพิ่มขึ้น การใช้สารเคมีเร่งน้ำยาง 2, 4, 13 และ 39 ครั้ง/ปี ส่งผลให้ต้นยางแสดงอาการเปลือกแห้ง 2.8, 7.7, 14.5 และ 16.5% ตามลำดับ นอกจากนี้ Chantuma et al. (2011) รายงานว่า การใช้สารเคมีเร่งน้ำยางความเข้มข้น 2.5% ในอัตรา 4 ครั้ง/ปี หลังจาก 10 ปี ของการกรีต ส่งผลให้ต้นยางแสดงอาการเปลือกแห้งสูงถึง 24.6% Obouayeba et al. (2009) รายงานว่า การใช้สารเคมีเร่งน้ำยางมีผลให้ปริมาณน้ำตาสดลดลงในอัตราที่เร็วกว่าปกติ ทำให้ต้นยางไม่สามารถสังเคราะห์น้ำตาลซูโครสได้ทันสำหรับการนำไปใช้ ส่งผลให้เกิดความไม่สมดุลระหว่างส่วนที่สร้างกับส่วนที่ใช้ จึงกระตุ้นให้ต้นยางไม่ผลิตน้ำยาง และแสดงอาการเปลือกแห้ง ส่วน พเยาว์ และคณะ (2542) รายงานว่า เมื่อเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติทางสรีรวิทยาของน้ำยาง จากต้นยางที่แสดงอาการเปลือกแห้งกับต้นปกติ พบว่า ต้นที่แสดงอาการเปลือกแห้ง

จะเริ่มมีการสะสมน้ำตาลซูโครสในน้ำยางสูงขึ้น เนื่องจากเซลล์ทำงานผิดปกติ ปริมาณเนื้อยางแห้งมีแนวโน้มสูงกว่าต้นปกติ ส่วนปริมาณอนินทรีย์ฟอสฟอรัสมีค่าลดลง จากการทดลองในครั้งนี้อย่างพบว่าการใช้ระบบ LET ส่งผลให้ต้นยางแสดงอาการเปลือกแห้ง 18.5% สูงกว่าการใช้เอทธิลีนระบบอื่นๆ อาจเนื่องจากระบบ LET ใช้หัวเหล็กเป็นตัวเก็บฮอร์โมนซึ่งต้องตอกเข้าไปในลำต้นส่งผลให้น้ำยางเกิดบาดแผลจากการตอก จึงกระตุ้นให้อัตราการเกิดอาการเปลือกแห้งค่อนข้างสูง อย่างไรก็ตามทางผู้เขียน

คิดว่าการใช้เอทธิลีนยังเป็นวิธี ที่สามารถเพิ่มปริมาณผลผลิตได้อย่างมีประสิทธิภาพ แต่ต้องคำนึงถึงปัจจัยอื่น เช่น ราคายาง ต้นทุนในการติดตั้ง และหากใช้เอทธิลีนแล้วพบการแสดงอาการเปลือกแห้ง แสดงว่ามีอัตราการใช้ที่เกินไป ให้แก้ปัญหาโดยการลดความถี่ลง และเพิ่มปริมาณปุ๋ยให้เพียงพอกับธาตุอาหารที่สูญเสียไปกับผลผลิต ซึ่งอาจใช้งานวิจัยเรื่องนี้เป็นข้อมูลพื้นฐานสำหรับศึกษาอัตราปุ๋ยที่เหมาะสมต่อการใช้อเอทธิลีนแต่ละระบบต่อไป



T1= S/3U d1 2d/3

T2= S/8U d3

T3= S/8U d3.ETG99% RRIMFLOW - 50 - 36/y (9d)

T4= S/8U d3. ETG60%LET - 40 - 48/y (6d)

T5= S/8U d3.ETG99% Double Tex - 60 - 36/y (9d)

T6= S/8U d3. ET5% Pa 1(2) 12/y (m)

Figure 1 Tapping panel dryness (%) in the all treatments during 2010-2012.

สรุป

การใช้แก๊สเอทธิลีนทุกระบบในช่วง 3 ปีต่อเนื่อง ส่งผลให้ต้นยางมีผลผลิตเฉลี่ย/ต้น/ครั้ง กรีดสูงกว่าการใช้เอทธิลีน และระบบกรีดปกติ ระบบ RRIMFLOW มีแนวโน้มให้ผลผลิตเฉลี่ย/ต้น/ครั้ง กรีดสูงสุด ส่วนการใช้ระบบ LET และ Double Tex ให้ผลผลิตเฉลี่ย/ต้น/ครั้ง กรีดไม่แตกต่างกัน การใช้แก๊สเอทธิลีนทำให้คุณสมบัติทางสรีรวิทยาของน้ำยางเปลี่ยนแปลงไป เมื่อเปรียบเทียบกับกรีดระบบกรีดแบบปกติ มีผลทำให้ปริมาณน้ำตาลซูโครสและปริมาณของแข็งทั้งหมดลดลง ปริมาณอนินทรีย์ฟอสฟอรัสเพิ่มขึ้น โดย

เฉพาะการใช้ระบบกรีดแบบ RRIMFLOW สามารถเห็นผลได้ชัดเจน การใช้แก๊สเอทธิลีนทุกระบบไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของปริมาณโอรอล แต่ส่งผลให้ต้นยางมีการแสดงอาการเปลือกแห้งสูงกว่าการใช้ระบบกรีดปกติ โดยเฉพาะการใช้ระบบ LET ส่งผลให้ต้นยางมีการแสดงอาการเปลือกแห้งสูงสุด 18.5%

เอกสารอ้างอิง

โครงการจัดตั้งฝ่ายวิจัยและบริการ. 2543. รายงานการวิจัยประจำปี 2543. คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์, สงขลา.
เพียรวิทย์ ร่มรื่นสุขารมย์, ธีรชาติ วิชิตชลชัย, บุตรี วงศ์ถาวร,

- กรรมกริการิธีระวัฒนสุข และสุจินต์ มั่นหมื่น. 2542. ปัจจัยเสี่ยงต่อการกระตุ้นการเกิดอาการเปลือกแห้งในยางพารา. รายงานการวิจัย กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ.
- เพียรวิ รมิรัตนสุขารมย์, รัชนิ รัตนวงศ์, นภาพรรณ เลขะวิพัฒน์, กรรมกริการิธีระวัฒนสุข, บุตรี พุทธิรักษ์ และสมบัติ พิงกุศล. 2546. การใช้เทคนิคทางชีวเคมีระบุคุณสมบัติพันธุ์ยาง. รายงานการวิจัย สถาบันวิจัยยาง กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ.
- รณชัย ดวงดาว. 2553. การเร่งผลผลิตยางก่อนโค่นขายไม้. ว.ยางพารา. 31: 19-27.
- วราวุฒิ อติศักดิ์กุล และจำป็น อ่อนทอง. 2556. ผลของการเก็บตัวอย่างน้ำยางสดต่อธาตุอาหารและองค์ประกอบทางชีวเคมีในน้ำยาง. แก่นเกษตร. 41: 13-20.
- สถาบันวิจัยยาง. 2554ก. คำแนะนำพันธุ์ยางปี 2554. : กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ.
- สถาบันวิจัยยาง. 2554ข. คำแนะนำการเก็บเกี่ยวผลผลิตน้ำยางปี 2554. กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ.
- สายนันท์ สดุดิ, อิบรอเฮม ยี่ดำ, วิชัย หวังโรดม และจรวย เพชรหนองชุม. 2553. โครงการผลของการใช้ RRIMFLOW, LET, Double Tex และ Ethephon ที่มีผลต่อการเพิ่มผลผลิตน้ำยางและสรีรวิทยาน้ำยางในยางพันธุ์ RRIM 600: กรณีศึกษาในจังหวัดสงขลา: ภาควิชาพืชศาสตร์ คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์, สงขลา.
- Chantuma, P., R. Lacote, A. Leconte, and E. Gohet. 2011. An innovative tapping system, the double cut a l - ternative, to improve the yield of *Hevea brasiliensis* in Thai rubber plantations. Field Crop Res. 121: 416-422.
- Doungmusik, A., and S. Sdoodee. 2012. Enhancing the latex productivity of *Hevea brasiliensis* clone RRIM 600 using ethylene stimulation. J. Agr. Tech. 6: 2033-2042.
- Eliathe, E. A. A., K. Edmond, O. Mathurin, L. Y. Justin, N. A. S. Pierre, D. Kouadio, and S. Abdourahmane. 2012. Detection of *Hevea brasiliensis* clones yield potential and susceptibility to tapping panel dryness in Cote d'Ivoire using the 32 and 35 KDa lutoic proteins. Afr. J. Biotechnol. 44: 10200-10206.
- Jetro, N. N., and G. M. Simon. 2007. Effects of 2-chloro-ethylphosphonic acid formulations as yield stimulants of *Hevea brasiliensis*. Afr. J. Biotechnol. 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 yield of rubber trees is linked to latex cell biochemistry. Field Crop Res. 115: 94-98.
- Mak, S., S. Chinsathit, A. Pookpakdi, and P. Kasemsap. 2008. The effect of fertilizer and irrigation on yield and quality of rubber (*Hevea brasiliensis*) grown in Chanthaburi province of Thailand. Kasetsart J. (Nat. Sci.). 42: 226-237.
- Obouayeba, S., L. F. Coulibaly, E. Gohet, T. N. Yao, and S. Ake. 2009. Effect of tapping systems and height of tapping opening on clone PB 235 agronomic parameters and its susceptibility to tapping panel dryness in south-east of Cote d'Ivoire. J. Appl. Biosci. 24: 1535-1542.
- Obouayeba, S., E. F. Soumahin, K. M. Okoma, 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 GT 1 and PB 235 in southwestern Cote d'Ivoire. J. Crop Sci. 2: 27-44.
- Sainoi, T., and S. Sdoodee. 2012. The impact of ethylene gas application on young-tapping rubber trees. J. Agr. Tech. 4: 1497-1507.
- 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*. Ind. Crop Prod. 50: 803-808.
- Soumahin, E. F., S. Obouayeba, K. E. Dick, D. O. Dogbo, and A. P. Anno. 2010. Low intensity tapping systems applied to clone PR 107 of *Hevea brasiliensis* (Muell. Arg.): Results of 21 years of exploitation in South-eastern Cote d'Ivoire. Afr. J. Plant Sci. 4: 145-153.
- 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 Environ. 33: 1708-1720.
- Traore, M. S., M. Diarrassouba, K. M. Okoma, K. E. Dick, E. F. Soumahin, L. F. Coulibaly, and s. Obouayeba. 2011. Long-term effect of different annual frequencies of ethylene stimulation on rubber productivity of clone GT 1 of *Hevea brasiliensis* (Muell. Arg.) in South East of Cote d'Ivoire. Agric. Biol. J. N. Am. 8: 1251-1260.
- Tungngoen, K., U. Viboonjun, P. Kongsawadworakul, M. Katsuhara, J. L. Julien, S. Sakr, H. Chrestin, and J. Narangajavana. 2011. Hormonal treatment of the bark of rubber trees (*Hevea brasiliensis*) increases latex yield through latex dilution in relation with the differential expression of two aquaporin genes. J. Plant Physiol. 168: 253-262.