



การตอบสนองของต้นยางพาราต่อการใช้แก๊สเอทิลีนในช่วง 3 ปี ต่อเนื่อง
**Response of Rubber Trees to Ethylene Gas Stimulation during
the Three Consecutive Years**

สุทธิดา ขุนทอง

Sutdacha Khunthong

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**

2558

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

ชื่อวิทยานิพนธ์ การตอบสนองของต้นยางพาราต่อการใช้แก๊สเอทิลีนในช่วง 3 ปี
 ต่อเนื่อง
 ผู้เขียน นายสุทธิเดช ขุนทอง
 สาขาวิชา พืชศาสตร์

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

คณะกรรมการสอบ

.....

.....ประธานกรรมการ

(รองศาสตราจารย์ ดร.สายัณห์ สดุดี)

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วิชัย หวังวโรดม)

.....กรรมการ

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม

(รองศาสตราจารย์ ดร.สายัณห์ สดุดี)

.....

.....กรรมการ

(รองศาสตราจารย์ ดร.จรัสศรี นวลศรี)

(รองศาสตราจารย์ ดร.จรัสศรี นวลศรี)

.....กรรมการ

(รองศาสตราจารย์ ดร.สมพร ณ นคร)

.....กรรมการ

(อาจารย์ ดร.ระวี เจริญวิภา)

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ อนุมัติให้รับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้
 เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา ตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาพืชศาสตร์

.....

(รองศาสตราจารย์ ดร.ธีระพล ศรีชนะ)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

ขอรับรองว่า ผลงานวิจัยนี้มาจากการศึกษาวิจัยของนักศึกษาเอง และได้แสดงความขอบคุณบุคคลที่มีส่วนช่วยเหลือแล้ว

ลงชื่อ.....

(รองศาสตราจารย์ ดร.สายัณห์ สตุดี)

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

ลงชื่อ.....

(นายสุทธิเดช ขุนทอง)

นักศึกษา

ข้าพเจ้าขอรับรองว่า ผลงานวิจัยนี้ไม่เคยเป็นส่วนหนึ่งในการอนุมัติปริญญาในระดับใดมาก่อน และ
ไม่ได้ถูกใช้ในการยื่นขออนุมัติปริญญาในขณะนี้

ลงชื่อ.....

(นายสุทธิเดช ขุนทอง)

นักศึกษา

ชื่อวิทยานิพนธ์	การตอบสนองของต้นยางพาราต่อการใช้แก๊สเอทิลีนในช่วง 3 ปี ต่อเนื่อง
ผู้เขียน	นายสุทธิเดช ขุนทอง
สาขาวิชา	พืชศาสตร์
ปีการศึกษา	2557

บทคัดย่อ

ปัจจุบันการใช้แก๊สเอทิลีนเพิ่มผลผลิตน้ำยาง ของกลุ่มเกษตรกรรายย่อยมีหลายระบบ แต่ยังไม่มีการศึกษาการตอบสนองของต้นยางพาราจากการใช้แก๊สเอทิลีนด้วยระบบต่างๆ ในระยะยาว การศึกษาครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อดูการตอบสนองของต้นยางพาราต่อการใช้แก๊สเอทิลีน 3 วิธีการ (RRIMFLOW, LET และ Double Tex) เปรียบเทียบกับการทำด้วยเอทธิฟอน และการกรีดในระบบแนะนำปกติในช่วง 3 ปี ต่อเนื่อง จากการศึกษาพบว่าการใช้แก๊สเอทิลีนทุกระบบในช่วง 3 ปี ต่อเนื่อง ส่งผลให้ต้นยางมีผลผลิตเฉลี่ยต่อต้นต่อครั้งกรีดสูงกว่าการใช้เอทธิฟอน และระบบกรีดปกติ ระบบ RRIMFLOW มีแนวโน้มให้ผลผลิตเฉลี่ยต่อต้นต่อครั้งกรีดสูงสุด ส่วนการใช้ระบบ LET และ Double Tex ให้ผลผลิตเฉลี่ยต่อต้นต่อครั้งกรีดไม่แตกต่างกัน ในขณะที่การใช้แก๊สเอทิลีนทุกระบบ ส่งผลให้แนวโน้มการเจริญเติบโตทางลำต้นและปริมาณเนื้อยางแห้ง หรือปริมาณของแข็งทั้งหมดลดลงตามปริมาณผลผลิตที่เพิ่มขึ้น การใช้แก๊สเอทิลีนยังส่งผลให้ปริมาณน้ำตาลซูโครสลดลง แต่มีผลให้ปริมาณนินทรีย์ฟอสฟอรัสเพิ่มขึ้น โดยเฉพาะการใช้ระบบกรีดแบบ RRIMFLOW สามารถเห็นผลได้ชัดเจน นอกจากนี้การใช้แก๊สเอทิลีนยังส่งผลให้ต้นยางแสดงอาการเปลือกแห้งสูงกว่าการใช้ระบบกรีดปกติ โดยเฉพาะการใช้ระบบ LET ส่งผลให้ต้นยางมีการแสดงอาการเปลือกแห้งสูงสุด 18.5 เปอร์เซ็นต์

Thesis	Response of Rubber Trees to Ethylene Gas Stimulation during the Three Consecutive Years
Author	Mr. Sutdacha Khunthong
Major Program	Plant Science
Academic Year	2014

Abstract

The ethylene gas stimulation to increase latex production of rubber smallholders has multiple systems but no report of long term responses of rubber trees from ethylene gas stimulation. In this study, the responses of rubber trees to ethylene gas stimulation (RRIMFLOW, LET and Double Tex), ethephon application, and the regular tapping system during three consecutive years were investigated. Results from three consecutive years of experiments showed that ethylene stimulated rubber trees produced higher latex yield per tree per tapping than those of ethephon application and the regular tapping system. In comparison among all systems, rubber trees with the RRIMFLOW tend to have the highest yield per tree per tapping. No significant difference in latex yield between Double Tex and LET stimulation. However, growth rate in terms of the tree circumference and the dry rubber content of rubber trees applied with ethylene gas stimulation systems tended to be lower than the other two treatments. Sucrose content was reduced in ethylene stimulated trees, while inorganic phosphorus content was increased particularly in the RRIMFLOW system. The tapping panel dryness was observed in ethylene gas stimulated trees, showing that the LET stimulation revealed the highest tapping panel dryness (18.5%).

กิตติกรรมประกาศ

ข้าพเจ้าขอขอบพระคุณรองศาสตราจารย์ ดร.สาธิต ห์ สดุติอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก และรองศาสตราจารย์ ดร.จรัสศรี นวลศรี อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วมที่คอยอบรมสั่งสอน ให้ความรู้ ความเข้าใจ ตลอดจนให้คำปรึกษา แนะนำ และช่วยเหลือไขว้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้จนเสร็จสมบูรณ์

ข้าพเจ้าขอขอบพระคุณ คุณพ่อสวัสดิ์ และคุณแม่สุกิด ขุนทอง ญาติพี่น้องทุกท่านที่คอยอบรมสั่งสอนและเลี้ยงดูตลอดจนการให้ทุนการศึกษาและให้กำลังใจจนข้าพเจ้าได้เรียนจนถึงระดับปริญญาโท

ข้าพเจ้าขอขอบพระคุณคณาจารย์ คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ทุกท่านที่ได้อบรมสั่งสอน ให้ความรู้ ตลอดจนเจ้าหน้าที่ พี่ๆ เพื่อนๆ และน้องๆ ทุกท่านที่ให้ความช่วยเหลือ ร่วมทำกิจกรรมและให้การพึ่งพาอาศัยจนสำเร็จการศึกษา

สุดท้ายนี้ข้าพเจ้าขอขอบพระคุณสมาชิกห้องปฏิบัติการสรีรวิทยาการผลิตพืชทุกท่านที่เป็นกำลังใจ และร่วมกันทำกิจกรรมต่างๆ ให้ความช่วยเหลือและให้คำปรึกษาในทุกๆ ด้าน ทั้งในด้านงานวิจัยและการดำเนินชีวิต ตลอดจนทุกสิ่งทุกอย่างที่คลบ้ันคาลให้ข้าพเจ้าได้ทำงานวิจัยชิ้นนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

สุทธิ์เคชา ขุนทอง

สารบัญ

สารบัญ	หน้า
บทคัดย่อ	(5)
Abstract	(6)
กิตติกรรมประกาศ	(7)
รายการตาราง	(9)
รายการภาพประกอบ	(10)
บทที่	
1 บทนำ	1
บทนำต้นเรื่อง	1
การตรวจเอกสาร	2
วัตถุประสงค์	22
2 วัสดุ อุปกรณ์ และวิธีการ	23
3 ผล	35
4 วิเคราะห์ผล	55
5 สรุป	64
เอกสารอ้างอิง	65
ภาคผนวก	75
ประวัติผู้เขียน	86

รายการตาราง

ตารางที่		หน้า
1	องค์ประกอบของน้ำยาง	7
2	ความสิ้นเปลืองเปลือกของระบบกรีด 6 สิ่งทดลอง ในช่วงเดือนมิถุนายน 2555 – เดือนสิงหาคม 2556	40
3	ปริมาณของแข็งทั้งหมดในน้ำยางของระบบกรีด 6 สิ่งทดลองในช่วงเดือน กรกฎาคม 2555 – เดือนสิงหาคม 2556	45
4	เปรียบเทียบปริมาณของแข็งทั้งหมดของ 6 สิ่งทดลองในช่วง 3 ปี ต่อเนื่อง	46
5	ปริมาณน้ำตาลซูโครสในน้ำยางของระบบกรีด 6 สิ่งทดลองในช่วงเดือน กรกฎาคม 2555 – เดือนสิงหาคม 2556	47
6	เปรียบเทียบปริมาณน้ำตาลซูโครสของ 6 สิ่งทดลองในช่วง 3 ปี ต่อเนื่อง	48
7	ปริมาณอนินทรีย์ฟอสฟอรัสในน้ำยางของระบบกรีด 6 สิ่งทดลองในช่วงเดือน กรกฎาคม 2555 – เดือนสิงหาคม 2556	50
8	เปรียบเทียบปริมาณอนินทรีย์ฟอสฟอรัสของ 6 สิ่งทดลองในช่วง 3 ปี ต่อเนื่อง	51
9	ปริมาณรีคิวส์ไรฮอลในน้ำยางของระบบกรีด 6 สิ่งทดลองในช่วงเดือนกรกฎาคม 2555 – เดือนสิงหาคม 2556	53
10	เปรียบเทียบปริมาณรีคิวส์ไรฮอลของ 6 สิ่งทดลองในช่วง 3 ปี ต่อเนื่อง	54

รายการภาพประกอบ

ภาพที่		หน้า
1	กระบวนการสังเคราะห์น้ำยาง	6
2	ปริมาณน้ำฝน ค่าการระเหยน้ำ และอุณหภูมิสูงสุด – ต่ำสุด ของเดือนมิถุนายน 2555 – เดือนสิงหาคม 2556 จากสถานีตรวจอากาศ อำเภอหนองจิก จังหวัดปัตตานี	35
3	เปรียบเทียบผลผลิตยางก้อนถ้วยเฉลี่ย (กรัมต่อต้นต่อครั้งกรีด) ของระบบกรีด 6 สิ่งทดลอง ในช่วงเดือนมิถุนายน 2555 – เดือนสิงหาคม 2556	36
4	เปรียบเทียบผลผลิตยางก้อนถ้วยเฉลี่ย (กรัมต่อต้นต่อครั้งกรีด) ของระบบกรีด 6 สิ่งทดลองในช่วง 3 ปี ต่อเนื่อง	37
5	เปรียบเทียบผลผลิตยางก้อนถ้วยสะสม (กรัมต่อต้น) ของระบบกรีด 6 สิ่งทดลอง ในช่วงเดือนมิถุนายน 2555 – เดือนสิงหาคม 2556	38
6	เปรียบเทียบปริมาณเนื้อยางแห้งเฉลี่ย (เปอร์เซ็นต์) ของระบบกรีด 6 สิ่งทดลอง ตั้งแต่เดือนมิถุนายน 2555 – เดือนสิงหาคม 2556	39
7	เปรียบเทียบการเจริญเติบโตของลำต้น (เซนติเมตร) ของระบบกรีด 6 สิ่งทดลอง ในช่วงเดือน มิถุนายน 2555 – เดือนสิงหาคม 2556	41
8	เปรียบเทียบการเจริญเติบโตของลำต้น (เซนติเมตร) ของระบบกรีด 6 สิ่งทดลอง ในช่วง 3 ปี ต่อเนื่อง	42
9	เปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์อาการเปลือกแห้ง ของระบบกรีด 6 สิ่งทดลอง ในช่วงเดือนมิถุนายน 2555 – เดือนสิงหาคม 2556	43

บทที่ 1

บทนำ

บทนำต้นเรื่อง

ในปัจจุบันขนาดของสวนยางส่วนใหญ่เป็นสวนขนาดเล็กของเกษตรกรรายย่อย (Chantuma *et al.*, 2011) ส่งผลให้เกษตรกรได้ผลผลิตต่อครั้งกรีดยางน้อย การเพิ่มปริมาณผลผลิตต่อครั้งกรีดยางจึงเป็นสิ่งที่มีความจำเป็นสำหรับเกษตรกร การใช้แก๊สเอทิลีน หรือสารเคมีเร่งน้ำยางเป็นทางเลือกหนึ่งที่เกษตรกรนิยมใช้เพิ่มปริมาณผลผลิตต่อครั้งกรีดยาง Jetro และ Simon (2007) รายงานว่าการใช้สารเคมีเร่งน้ำยางสามารถเพิ่มปริมาณผลผลิตต่อครั้งกรีดยางได้ถึง 74 เปอร์เซ็นต์ (%) เมื่อเปรียบเทียบกับระบบกรีดยางตามธรรมชาติ ส่วนรัชชัย (2553) รายงานว่าการใช้สารเคมีเร่งน้ำยางในแต่ละวิธีให้ผลผลิตแตกต่างกัน ซึ่งจากการศึกษาการใช้สารเคมีเร่งน้ำยางในยางพันธุ์ RRIM 600 โดยวิธีที่แตกต่างกันพบว่าการกรีดยางหน้าสูง รอยกรีดยางสั้น และใช้แก๊สเอทิลีนให้ผลผลิตสูงสุด ส่วนการกรีดยางหน้าสูงและทาสารเคมีเร่งน้ำยางความเข้มข้น 2.5% ให้ผลผลิตต่ำสุดเมื่อเปรียบเทียบกับสิ่งทดลองที่ใช้สารเคมีเร่งน้ำยางอื่นๆ Hoong และ San (2000) รายงานว่าระบบ RRIMFLOW เป็นระบบที่มีศักยภาพสูงสุดในการใช้สารเคมีเร่งน้ำยางเพื่อเพิ่มปริมาณผลผลิต สามารถเพิ่มปริมาณผลผลิตได้ถึง 35% – 75%

อย่างไรก็ตามในปัจจุบันระบบการอัดแก๊สเอทิลีนมีหลายระบบซึ่งแต่ละระบบอาศัยหลักการเดียวกัน คือบรรจุแก๊สในภาชนะบรรจุ และอัดแก๊สบริเวณเปลือกหน้าสูงที่ต้องการกรีดยางหรือเจาะ เช่น ระบบ LET และ Double Tex จากการศึกษาวิธีการอัดแก๊สด้วยระบบต่างๆ ในต้นยางอ่อนพันธุ์ RRIM 600 ของ Sainoi และ Sdoodee (2012) พบว่าการใช้ระบบ RRIMFLOW, LET และ Double Tex ให้ผลผลิตไม่แตกต่างกัน ส่วน Doungmusik และ Sdoodee (2012) รายงานว่าการใช้ระบบ RRIMFLOW ให้ผลผลิตต่อครั้งกรีดยาง และผลผลิตสะสมสูงกว่าการใช้ระบบ LET, Double Tex และการใช้เอทิลีน แต่ส่งผลให้มีปริมาณเนื้อยางแห้งต่ำกว่าระบบกรีดยางอื่นๆ นอกจากนี้การใช้แก๊สเอทิลีน

หรือการใช้สารเคมีเร่งน้ำยางยังมีผลต่อคุณสมบัติทางสรีรวิทยาของน้ำยาง โดยส่งผลให้ปริมาณน้ำตาลซูโครสลดลง ส่วนปริมาณอนินทรีย์ฟอสฟอรัสเพิ่มขึ้นเมื่อเปรียบเทียบกับระบบกริดปกติ (Lacote *et al.*, 2010; Traore *et al.*, 2011) ซึ่งคุณสมบัติดังกล่าวเป็นปัจจัยสำคัญที่มีผลต่อกระบวนการต่าง ๆ ภายในต้นยาง ทั้งในด้านการเจริญเติบโต กระบวนการสังเคราะห์น้ำยาง หรือการแสดงอาการเปลือกแห้งของต้นยางพารา (Obouayeba *et al.*, 2010; Chantuma *et al.*, 2011; Obouayeba *et al.*, 2011) อย่างไรก็ตามยังไม่มีการศึกษาการตอบสนองของต้นยางพาราจากการใช้แก๊สเอทิลีนด้วยระบบต่างๆ ที่ส่งผลต่อปริมาณผลผลิต การแสดงอาการเปลือกแห้ง การเจริญเติบโตทางลำต้น และคุณสมบัติทางสรีรวิทยาของน้ำยางในระยะยาว จึงทำการศึกษาค้นคว้าการตอบสนองของต้นยางพาราต่อการใช้แก๊สเอทิลีนในช่วง 3 ปีต่อเนื่อง เพื่อต้องการแสดงให้เห็นถึงผลของการใช้แก๊สเอทิลีนด้วยระบบต่างๆ ที่ส่งผลต่อปริมาณผลผลิต การแสดงอาการเปลือกแห้ง การเจริญเติบโตทางลำต้น และคุณสมบัติทางสรีรวิทยาของน้ำยางในช่วง 3 ปีต่อเนื่อง สำหรับเป็นแนวทางในการคัดเลือกระบบกริดที่เหมาะสมสำหรับการเพิ่มปริมาณผลผลิตต่อหน่วยพื้นที่ของเกษตรกร และนำไปสู่การจัดการดูแลสวนยางอย่างยั่งยืนต่อไป

ตรวจเอกสาร

1. โครงสร้างของเปลือกยาง ท่อน้ำยาง และน้ำยาง

การศึกษาโครงสร้างของเปลือกยางและท่อน้ำยางพบว่า มีความสัมพันธ์อย่างใกล้ชิดกับการเก็บเกี่ยวผลผลิตน้ำยาง ไม่ว่าจะโดยวิธีการกรีดยางแบบธรรมดา หรือการกรีดยางร่วมกับการใช้สารเคมีเร่งน้ำยาง โดยการศึกษาโครงสร้างเหล่านี้จะช่วยทำให้ทราบถึงตำแหน่งที่มีการเก็บสะสมของน้ำยาง หรือทิศทางการจัดเรียงตัวของท่อน้ำยาง ซึ่งปัจจัยดังกล่าวจะส่งผลต่อการเก็บเกี่ยวผลผลิต

1.1 โครงสร้างของเปลือกยางพารา

เปลือกยางพาราเป็นส่วนหนึ่งของท่ออาหารที่เกิดจากการแบ่งตัวออกทางด้านนอกของเนื้อเยื่อเจริญ ซึ่งถ้าหากเนื้อเยื่อเจริญมีการแบ่งตัวเข้าข้างในจะกลายเป็นส่วนของเนื้อไม้ (ปัทมา, 2539) โดยเปลือกยางพาราสามารถแบ่งออกได้ 4 ชั้น (พนัส และบุญปิยธิดา, 2554) ได้แก่

ชั้นเพอริเดิร์ม (periderm) ส่วนใหญ่ประกอบด้วยเนื้อเยื่อที่ไม่มีชีวิต เป็นเปลือกที่อยู่ชั้นนอกสุด มีหน้าที่ป้องกันเนื้อเยื่อที่อยู่ภายใน เพอริเดิร์มประกอบด้วยเนื้อเยื่อ 3 ชั้น ได้แก่ ชั้นเฟลเล็ม (phellem) ประกอบด้วยเซลล์ที่ไม่มีชีวิต มีรูปร่างเป็นรูปสี่เหลี่ยม ยาว ผนังเซลล์หนา มีการเรียงตัว 2-3 ชั้น ชั้นถัดมาเป็นชั้น เฟลโลเจน (phellogen) เป็นเนื้อเยื่อเจริญ มีลักษณะรูปร่างเป็นรูปสี่เหลี่ยม ยาว ผนังเซลล์บาง มีการเรียงตัว 1-2 ชั้น และชั้นในสุดเป็นชั้นเฟลโลเดิร์ม (phelloderm) เป็นเซลล์รูปร่างสี่เหลี่ยม ยาว ผนังเซลล์หนา มีการเรียงตัว 2-3 ชั้น (ประสาทศร์, 2528) โดยเพอริเดิร์มอาจเกิดจากเซลล์ในชั้นคอร์เทกซ์ (cortex) (ภูวดล, 2547) หรืออาจจะเปลี่ยนแปลงมาจากเซลล์พารังคิมา (parenchyma) หรือคอลเลนคิมา (collenchyma) ที่อยู่ใต้เนื้อเยื่อชั้นผิวแบ่งตัวตามแนวขนานออกทางด้านนอก (สุริย์พร, 2543)

ชั้นคอเทกซ์ (cortex) เป็นเนื้อเยื่อที่พัฒนามาจากเนื้อเยื่อชั้นต้น ส่วนใหญ่ประกอบด้วยเซลล์พารังคิมา (สมพร, 2549) ซึ่งมีลักษณะรูปร่างเป็นสี่เหลี่ยม ไม่สม่ำเสมอ ผนังเซลล์บาง ภายในประกอบด้วยนิวเคลียสขนาดเล็ก ด้านนอกของชั้นคอเทกซ์จะถูกแทนที่โดยเพอริเดิร์ม ส่วนด้านในจะถูกแทรกจากการขยายตัว และเพิ่มจำนวนของโพลีเอมที่รอง (secondary phloem) จึงส่งผลให้บางเซลล์อาจมีการสะสมของน้ำยาง นอกจากนี้ในชั้นในสุดที่ติดกับโพลีเอมยังพบส่วนของเส้นใย (fiber) กระจายอยู่เป็นกลุ่ม (ประสาทศร์, 2528)

เปลือกชั้นนอกหรือเปลือกแข็ง (hard bark) เป็นส่วนของเนื้อเยื่อที่ถูกดันออกมาด้านนอกเมื่อเนื้อเยื่อเจริญมีการสร้างเนื้อเยื่อใหม่ขึ้นมาทดแทน ซึ่งอยู่ถัดจากเปลือกชั้นในสุดออกมาทางด้านนอก มีความหนาประมาณร้อยละ 70-80 ของปริมาณเปลือกทั้งหมด (สถาบันวิจัยยาง, 2554ก) โดยใน

ชั้นนี้จะมีกลุ่มเซลล์สเคลอริด หรือเซลล์สโตน (stone cell) แทรกอยู่ในวงท่อน้ำยาง จึงส่งผลให้ท่อน้ำยางขาดเป็นช่วงและไม่สมบูรณ์ (สถาบันวิจัยยาง, 2553) นอกจากนี้กลุ่มเซลล์สโตน ยังมีผลต่อความแข็งแรงของเปลือกยางพารา (ปีทมา, 2539)

เปลือกชั้นในหรือเปลือกอ่อน (soft bark) เป็นส่วนที่อยู่ติดกับเนื้อเจริญ มีความหนาประมาณร้อยละ 20-30 ของปริมาณเปลือกทั้งหมด เป็นส่วนที่มีความสำคัญที่สุดสำหรับการเก็บเกี่ยวผลผลิตน้ำยาง เพราะเป็นบริเวณที่มีเนื้อเยื่อและท่อน้ำยางที่สร้างขึ้นใหม่ ที่มีจำนวนวงท่อน้ำยางสมบูรณ์และหนาแน่นที่สุด ซึ่งท่อน้ำยางเหล่านี้จะมีการวางตัวจากทางด้านขวามาทางด้านซ้ายของลำต้น (สถาบันวิจัยยาง, 2554ก; พันัส และคณะ, 2554) นอกจากนี้ลักษณะเปลือกในชั้นนี้ค่อนข้างนุ่ม เนื่องจากไม่พบกลุ่มเซลล์ สโตนแทรกอยู่ระหว่างท่อน้ำยาง (สถาบันวิจัยยาง, 2550)

1.2 โครงสร้างท่อน้ำยาง

ท่อน้ำยางเป็นเนื้อเยื่อที่ถูกสร้าง โดยเนื้อเจริญ ลักษณะเป็นเซลล์เดี่ยวหรือหลายเซลล์เรียงต่อกันเป็นวงรอบลำต้น ภายในจะมีน้ำสีขาวข้นเรียกว่าน้ำยาง (latex) (ภูวคณ, 2547) ภายในลำต้นสามารถพบท่อน้ำยางได้ในสองบริเวณ บริเวณแรกคือบริเวณเปลือกชั้นนอก (hard bark) เป็นบริเวณที่มีจำนวนวงท่อน้ำยางน้อย ขาดตอน และไม่สมบูรณ์ ส่วนบริเวณที่สองคือบริเวณเปลือกชั้นในที่อยู่ติดกับเนื้อเจริญ (soft bark) เป็นบริเวณที่มีปริมาณท่อน้ำยางและจำนวนวงท่อน้ำยางหนาแน่นและมีความสมบูรณ์ที่สุด (สมพร, 2549) โดยท่อน้ำยางในแต่ละวงจะมีรอยเชื่อมต่อกันเป็นร่างแห ทำให้น้ำยางในแต่ละวงสามารถติดต่อกันได้ แต่ไม่ติดต่อระหว่างวง (สถาบันวิจัยยาง, 2554ก) นอกจากนี้ พันัส และบุญพิชดา (2554) รายงานว่าจากการศึกษาเนื้อเยื่อของลำต้นยางพารา โดยตัดตามยาว พบว่าเซลล์ท่อน้ำยางมีลักษณะรูปร่างเป็นรูปสี่เหลี่ยมยาว ขนาดไม่สม่ำเสมอ เรียงต่อกันในแนวตั้งและเชื่อมต่อกันด้านข้าง นอกจากนี้ ยังพบน้ำยางสะสมอยู่ในเซลล์เรย์ (ray cell) ทั้งในส่วนของ procumbent ray cell และ upright ray cell และจากการศึกษาเนื้อเยื่อของลำต้นยางพารา โดยตัดตามรัศมี พบว่ามีน้ำยางสะสมอยู่ทั้งในชั้นโฟลเอ็ม และไซเล็ม อีกทั้งเรียงตัวในแนวตั้งและแนวรัศมี ในส่วนของโฟลเอ็มชั้นที่สองจะพบ

เซลล์สเคลอริดแทรกตัวอยู่ทั่วไป ส่งผลให้เซลล์ท่อน้ำยางขาดจากกัน ส่วนลักษณะการวางตัวของท่อน้ำยางจะวางตัวเอียงไปทางขวาจากแนวตั้ง ประมาณ 2-7 องศา เมื่อหันหน้าเข้าหาด้านยาง (สถาบันวิจัยยาง, 2550) ในการกรีดยางจึงต้องกรีดยางจากซ้ายบนลงมาขวาล่าง และต้องกรีดยางให้ลึกถึงบริเวณเปลือกชั้นใน (soft bark) เพื่อที่จะได้ตัดท่อน้ำยางได้มากที่สุด

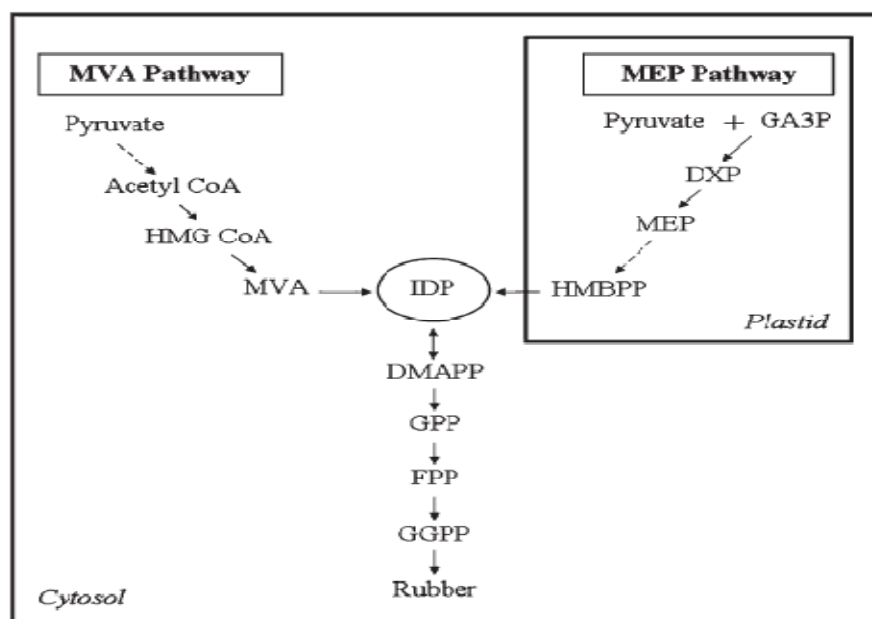
1.3 น้ำยาง

น้ำยางเป็นส่วนของไซโทพลาสซึมที่อยู่ภายในท่อน้ำยางของต้นยาง (*Wititsuwannakul et al.*, 2003) มีลักษณะเป็นของเหลวสีขาว หรือสีครีมที่อยู่ในสภาพของสารแขวนลอย (สถาบันวิจัยยาง, 2550) โดยเกิดจากกระบวนการเปลี่ยนคาร์โบไฮเดรตจากกระบวนการสังเคราะห์แสงมาสะสมไว้ในรูปของน้ำยาง ถือเป็นผลผลิตสุดท้าย ของกระบวนการทางเคมี ซึ่งต้นยางเองไม่สามารถนำน้ำยางกลับไปเปลี่ยนเป็นสารอย่างอื่นเพื่อใช้ประโยชน์ได้อีก โดยปกติเมื่อมีการกรีดยาง ต้นยางต้องใช้เวลาประมาณ 48 – 72 ชั่วโมงเพื่อสร้างน้ำยางชดเชยส่วนที่สูญเสียไป (พิศมัย, 2553)

1.3.1 กระบวนการสังเคราะห์น้ำยาง

Webster และ Paardekooper (1989) รายงานว่าน้ำตาลซูโครสเป็นสารตั้งต้นในการสังเคราะห์น้ำยาง โดยขั้นแรกน้ำตาลซูโครสจะเปลี่ยนไปเป็น pyruvate โดยอาศัยเอนไซม์อินเวอร์เทส แล้วต่อมาไมโทคอนเดรียจะเปลี่ยน pyruvate ไปเป็น acetyl CoA ซึ่งทั้ง pyruvate และ acetyl CoA ถือเป็นสารตัวกลางที่จะนำมาใช้ในการสังเคราะห์น้ำยาง Chow และคณะ (2007) รายงานว่ากระบวนการสังเคราะห์น้ำยางสามารถแบ่งออกได้เป็นสองกระบวนการ กระบวนการแรกเป็นการสังเคราะห์ isopentenyl diphosphate (IDP) จากสารตัวกลาง ส่วนกระบวนการที่สองเป็นการสร้างสายโพลีไอโซพรีน (polyisoprene) จาก IDP กระบวนการสังเคราะห์ IDP สามารถเกิดได้จากสองวิถี วิธีแรกจะเกิดภายในไซโทพลาสซึม เรียกว่าวิถี mevalonate (MVA) (ภาพที่ 1) โดยปฏิกิริยาเริ่มต้นจาก acetyl CoA เปลี่ยนไปเป็น 3-hydroxy-3-methylglutaryl coenzyme A (HMG CoA), mevalonate (MVA) และ IDP

ตามลำดับ ส่วนวิถีที่สองจะเกิดภายในเม็ดสี (plastid) (ภาพที่ 1) เรียกวิถีนี้ว่า methylerythritol phosphate (MEP) เริ่มต้นจาก pyruvate กับ glyceraldehydes - 3-phosphate ทำปฏิกิริยากัน เปลี่ยนไปเป็น 1-deoxy-D-xylulose 5-phosphate (DXP), methylerythritol phosphate (MEP), 4-Hydroxy-3methylbut-2-enyl diphosphate (HMBPP) และ IDP ตามลำดับ ส่วนกระบวนการสร้างสายไอโซพรีน เริ่มต้นจาก IDP จะต่อสายกับ dimethylallyl diphosphate (DMAPP) ทำปฏิกิริยากันกลายเป็น geranyl diphosphate (GPP) ซึ่งอาศัยเอนไซม์ IDP isomerase ในการทำปฏิกิริยา หลังจากนั้น GPP จะเปลี่ยนไปเป็น farnesyl diphosphate (FPP), geranylgeranyl diphosphate (GGPP) และเปลี่ยนเป็นน้ำยางในที่สุด (Chow *et al.*, 2007)



ภาพที่ 1 กระบวนการสังเคราะห์น้ำยาง

ที่มา : Chow และคณะ (2007)

1.3.2 องค์ประกอบของน้ำยาง

น้ำยางที่ได้จากกระบวนการสังเคราะห์น้ำยางจะประกอบด้วยสารประกอบต่าง ๆ หลายชนิด (ตารางที่ 1) โดยส่วนของเนื้อยางแห้ง และสารที่เป็นของแข็งทั้งหมด จัดเป็นส่วนประกอบหลักของน้ำยาง ส่วนสารประกอบอื่นๆ ได้แก่ น้ำตาล โปรตีน ไขมัน เรซิน เถ้าและน้ำ (Jayanthi and Sankaranarayanan, 2005) สารประกอบเหล่านี้จะถูกแบคทีเรียใช้เป็นอาหาร เกิดปฏิกิริยาการย่อยสลาย ทำให้ยางเกิดการสูญเสียสภาพและรวมตัวเป็นก้อน (Nawamawat *et al.*, 2011) นอกจากนี้ รพีพรรณ และคณะ (2543) รายงานว่าส่วนที่ไม่ใช่เนื้อยางยังประกอบด้วยส่วนของลูทอยด์ (lutoid) ซึ่งมีบทบาทสำคัญต่อการอุดตันของท่อน้ำยาง เนื่องจากปฏิกิริยาออสโมซิสของลูทอยด์ ทำให้ประจุบวกที่อยู่ภายในลูทอยด์จับกับประจุลบที่อยู่ล้อมรอบอนุภาคยาง ส่งผลให้น้ำยางจับตัวเป็นก้อนมีผลต่อการไหลของน้ำยาง

ตารางที่ 1 องค์ประกอบของน้ำยาง

ส่วนประกอบ	เปอร์เซ็นต์ (โดยน้ำหนัก)
สารที่เป็นของแข็งทั้งหมด	27 - 48
เนื้อยางแห้ง	25 - 45
สารพวกโปรตีน	1 - 1.5
สารพวกเรซิน	1 - 1.5
เถ้า	1
น้ำตาล	1
น้ำในปริมาณที่รวมแล้วเป็น	100

ที่มา: เสาวนีย์ (2546)

อย่างไรก็ตามลักษณะรายละเอียดโครงสร้างของเปลือกยาง ท่อน้ำยาง และความสามารถในการสร้างน้ำยางของยางแต่ละสายพันธุ์มีความแตกต่างกัน ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับชนิดของสายพันธุ์ยางนั้น ๆ เช่นบางสายพันธุ์อาจมีจำนวนวท่อน้ำยางมาก บางสายพันธุ์อาจมีลักษณะเปลือกชั้นนอกหนา หรือบางสายพันธุ์อาจจะมีขนาดของวท่อน้ำยางใหญ่กว่าสายพันธุ์อื่น ซึ่งลักษณะเหล่านี้จะมีความสัมพันธ์อย่างใกล้ชิดกับการเก็บเกี่ยวผลผลิตน้ำยาง (สมพร, 2549) โดยในปัจจุบันได้มีการวิจัยปรับปรุงพันธุ์ยางใหม่ ๆ ออกมาเป็นจำนวนมาก เพื่อที่จะให้ได้มาซึ่งพันธุ์ยางที่ให้ผลผลิตน้ำยางสูง และมีความเหมาะสมกับสภาพแวดล้อมในพื้นที่นั้น ๆ ซึ่งพันธุ์ที่เป็นที่รู้จักกันโดยทั่วไป ได้แก่ พันธุ์ BPM 24, พันธุ์ RRIT 251, พันธุ์ RRIM 600, พันธุ์ GT 1 และ PB 235 เป็นต้น โดยเฉพาะพันธุ์ RRIM 600 เป็นพันธุ์ที่เกษตรกรนิยมปลูกกันมากที่สุด เพราะจัดเป็นพันธุ์ยางชั้น 1 ที่ให้ผลผลิตน้ำยางสูง และสามารถปรับตัวเข้ากับสภาพแวดล้อมได้ดีในเกือบทุกสภาพพื้นที่ (สถาบันวิจัยยาง, 2554ข) จากการสำรวจพื้นที่ปลูกยางพาราในภาคใต้พบว่าพื้นที่ส่วนใหญ่ปลูกยางพันธุ์ RRIM 600 โดยคิดเป็นร้อยละ 61.9 ของพื้นที่ปลูกทั้งหมด (อารมณ และคณะ, 2551)

2. ยางพาราพันธุ์ RRIM 600

ยางพาราพันธุ์ RRIM 600 มีแหล่งกำเนิดจาก สหพันธรัฐมาเลเซีย จัดเป็นพันธุ์ยางชั้น 1 ที่ให้ผลผลิตน้ำยางสูง เป็นพันธุ์ยางแนะนำที่ผ่านการทดลองและศึกษาลักษณะต่าง ๆ อย่างละเอียด สามารถปลูกได้โดยไม่จำกัดเนื้อที่ปลูก ทั้งในเขตพื้นที่ปลูกยางเดิม และในเขตพื้นที่ปลูกยางใหม่ และเนื่องจากเป็นพันธุ์ที่ให้ผลผลิตน้ำยางสูง และสามารถปรับตัวเข้ากับสภาพแวดล้อมต่าง ๆ ได้ดี จึงเป็นพันธุ์ที่เกษตรกรนิยมปลูกกัน โดยส่วนใหญ่ ซึ่งลักษณะทั่วไปของยางพาราพันธุ์ RRIM 600 มีดังต่อไปนี้ (สถาบันวิจัยยาง, 2554ข)

แม่ x พ่อ :	Tjir 1 x PB 86
การเจริญเติบโต :	การเจริญเติบโตก่อนเปิดกรีดและระหว่างกรีดปานกลาง ความสม่ำเสมอของขนาดลำต้นตั้งแต่แปลงปานกลาง

- การแตกกิ่งและทรงพุ่ม : แตกกิ่งซ้ำ กิ่งมีขนาดปานกลาง ทิ้งกิ่งมาก ทรงพุ่มมีขนาดปานกลาง
เป็นรูปพัด
- การผลัดใบ : เริ่มผลัดใบเร็ว
- ความหนาเปลือก : เปลือกเดิมบาง เปลือกงอกใหม่หนาปานกลาง
- ระบบกรีดที่เหมาะสม : ครึ่งลำต้น วันเว้นวัน
- ผลผลิตเนื้อยางแห้ง : ในพื้นที่ปลูกยางเดิมให้ผลผลิต 10 ปีกรีด เฉลี่ย 297 กิโลกรัม/ไร่/ปี
ในพื้นที่ปลูกยางใหม่ให้ผลผลิต 10 ปีกรีด เฉลี่ย 263 กิโลกรัม/ไร่/ปี
- ความต้านทานโรค : มีความต้านทานปานกลางต่อ โรคราแป้ง ใบจุดคอลเลโทตริกัม
ค่อนข้างอ่อนแอต่อ โรคใบจุดก้างปลา และ โรคเส้นดำ แต่อ่อนแอต่อ
โรคใบร่วง ไฟทอฟธอรา และ โรคราสีชมพู
- อาการเปลือกแห้ง : มีจำนวนต้นยางแสดงอาการเปลือกแห้งน้อย
- ความต้านทานลม : ต้านทานปานกลาง
- ข้อจำกัดพื้นที่ปลูก : ปลูกได้ในพื้นที่ลาดชัน ไม่แนะนำให้ปลูกในพื้นที่ที่มีหน้าดินตื้น และ
พื้นที่ที่มีระดับน้ำใต้ดินสูง
- ข้อสังเกต / ข้อแนะนำ : ไม่ควรปลูกในพื้นที่ที่มีฝนตกชุก เนื่องจากค่อนข้างอ่อนแอต่อ โรคใบ
ร่วง ไฟทอฟธอรา และ โรคเส้นดำ และในพื้นที่ที่มีการระบาดของโรค
ใบจุดก้างปลารุนแรง

Chandrashekar และคณะ (1998) และ นเรศ (2551) รายงานว่า ยางพันธุ์ RRIM 600 เป็นพันธุ์ที่มีอัตราการคายน้ำต่ำ ลักษณะใบมีการทนร่มเงาได้สูง ส่งผลให้สามารถรักษามวลชีวภาพของทรงพุ่มไว้ได้นาน จึงสามารถเจริญเติบโตได้ดีแม้จะอยู่ในสภาพพื้นที่แห้งแล้ง ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ อารักษ์ และพิศมัย (2546) ที่รายงานว่ายางพันธุ์ RRIM 600 เป็นพันธุ์ที่ให้ผลผลิตสูงถึงแม้จะอยู่ในเขตแห้งแล้ง และเป็นพันธุ์ที่มีอัตราการสะสมมวลชีวภาพสูง ส่งผลให้ในระยะยาวแนวโน้มการให้ผลผลิตค่อนข้างมีความสม่ำเสมอเมื่อเปรียบเทียบกับสายพันธุ์อื่น ๆ นอกจากนี้ยางพันธุ์

RRIM 600 ยังเป็นพันธุ์ที่มีกระบวนการทางเมแทบอลิซึมค่อนข้างสูง ความสามารถในการเคลื่อนย้ายน้ำตาลปานกลาง (พิสมัย และคณะ, 2545) และจัดอยู่ในกลุ่มที่มีการตอบสนองต่อสารเคมีเร่งน้ำยางระดับปานกลาง (สถาบันวิจัยยาง, 2554ข) ยางพาราพันธุ์ RRIM 600 จึงเป็นอีกทางเลือกหนึ่งของเกษตรกรในการเพิ่มปริมาณผลผลิตต่อหน่วยพื้นที่ จากการเก็บเกี่ยวผลผลิตน้ำยาง โดยวิธีการใช้สารเคมีเร่งน้ำยาง

3. การเพิ่มปริมาณผลผลิตน้ำยางโดยการใช้แก๊สเอทิลีน หรือสารเคมีเร่งน้ำยาง

การใช้แก๊สเอทิลีน หรือการใช้สารเคมีเร่งน้ำยางสามารถช่วยเพิ่มระยะเวลาการไหลของน้ำยางให้นานขึ้น สารเคมีที่ใช้ คือ 2-chloroethylphosphonic acid มีชื่อสามัญว่า เอทึฟอน (ethephon) แนะนำให้ใช้กับต้นยางอายุไม่ต่ำกว่า 15 ปีที่ระดับความเข้มข้น 2.5% หลังจากทาน้ำยางจะสลายตัวให้แก๊สเอทิลีน (ethylene) ออกมาช้าๆ หรือใช้สารเคมีเร่งน้ำยางในรูปของแก๊สเอทิลีนกับต้นยางโดยตรง เช่นระบบ RRIMFLOW, LET และ Double Tex โดยเฉพาะระบบ RRIMFLOW เป็นระบบแรกที่มีการนำมาใช้มีต้นกำเนิดจากประเทศมาเลเซีย การติดตั้งอุปกรณ์อัดแก๊สเอทิลีนจะใช้ฝาครอบพลาสติกใส เป็นตัวเก็บแก๊สเอทิลีน (รูปภาคผนวก ก ที่ 2) โดยติดตั้งอุปกรณ์ดังกล่าวกับผิวเปลือกต้นยางที่จุดเปลือกจนเรียบแล้วตากาว 2 หน้าทีติดมาบริเวณฝาครอบ ตำแหน่งที่ติดฝาครอบพลาสติกจะเป็นด้านขวาเหนือรอยกรีดเล็กน้อย หลังจากอัดแก๊สแล้วไม่น้อยกว่า 24 ชั่วโมงจึงทำการกรีดยางด้วยรอยกรีดสั้นเพียง 4 นิ้ว โดยกรีดแบบลากมีดลง การกรีดครั้งต่อไปจะกรีดขึ้นด้านบนไปเรื่อยๆ ต่อมาได้มีการคิดแปลงวิธีการอัดแก๊สจากระบบ RRIMFLOW เป็นแบบของคนไทย เรียกว่าระบบ LET ซึ่งจะใช้ฝาครอบเหล็กเป็นตัวเก็บและส่งผ่านแก๊สเอทิลีน (รูปภาคผนวก ก ที่ 3) ติดอุปกรณ์ดังกล่าวกับผิวเปลือกต้นยางที่จุดเปลือกด้วยขอบของฝาครอบเองประมาณ 8-9 ครั้ง ตำแหน่งที่ติดฝาครอบอาจเป็นด้านซ้ายต่ำกว่ารอยกรีดเล็กน้อย หลังจากอัดแก๊สแล้วไม่น้อยกว่า 24 ชั่วโมงจึงทำการกรีดยางด้วยรอยกรีดหนึ่งในแปดของลำต้นกรีดขึ้นบน โดยกรีดแบบลากมีดลง นอกจากนี้ยังมีระบบ Double Tex เป็นระบบที่ใช้หัวปล้อยพลาสติกเป็นตัวเก็บแก๊สและส่งผ่านแก๊สเอทิลีน (รูปภาคผนวก ก ที่ 4) โดยติดอุปกรณ์ดังกล่าวกับผิวเปลือกต้นยางที่ผ่านการจุดเปลือกยางแล้ว ทำการอัดแก๊สทุก ๆ 9 วัน (กรีด 3 ครั้ง

อัดแก๊ส 1 ครั้ง) หลังจากอัดแก๊สแล้วไม่น้อยกว่า 24 ชั่วโมงจึงทำการกรีดยาง (อภิรักษ์, 2556) อย่างไรก็ตามแต่ละระบบอาศัยหลักการเดียวกัน คือบรรจุแก๊สในภาชนะบรรจุ และอัดแก๊สบริเวณเปลือกหน้าสูงที่ต้องการกรีดหรือเจาะ ความถี่ของการใช้แก๊ส ใช้เดือนละ 2-3 ครั้ง ครั้งละประมาณ 9-15 วันขึ้นอยู่กับปริมาณแก๊สที่ใส่ในแต่ละครั้ง เมื่อมีการใช้สารเคมีเร่งน้ำยาง หรือการใช้แก๊สเอทธิลีนโดยตรง แก๊สเอทธิลีนจะกระจายและซึมเข้าสู่เปลือกยางชั้นในและท่อน้ำยาง ทำให้น้ำสามารถไหลผ่านผนังเซลล์ได้ดีขึ้นเพิ่มประสิทธิภาพการเปลี่ยนแปลงน้ำตาลซูโครส เพิ่มความดันภายในท่อน้ำยาง ชะลอการจับตัวของอนุภาคยางในน้ำยาง ทำให้การอุดตันช้าลง น้ำยางไหลได้นานขึ้น (สถาบันวิจัยยาง, 2554ก) Lacrotte และคณะ (1998) อ้างโดย พย่าว์ และคณะ (2546ก) รายงานว่า เอทธิลีน ในสารเคมีเร่งน้ำยางมีบทบาทในการเร่งการเคลื่อนย้ายน้ำตาลซูโครส และกระตุ้นให้เกิดการแพร่กระจายน้ำเข้าไปในเซลล์ท่อน้ำยาง ทำให้ความหนืดของน้ำยางลดลง น้ำยางไหลได้ง่ายขึ้น นอกจากนี้การใช้แก๊สเอทธิลีนยังช่วยเร่งการแสดงออกของยีนในกลุ่ม (SUT) เช่น (HbSUT1B), (HbSUT3) ซึ่งเป็นกลุ่มยีนที่ทำหน้าที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการเคลื่อนย้ายน้ำตาลซูโครสสำหรับการสังเคราะห์น้ำยาง ส่งผลให้ต้นยางสามารถผลิตน้ำยางได้มากขึ้น (Tang *et al.*, 2010; Coucaud *et al.*, 2010; Li *et al.*, 2011)

Soumahin และคณะ (2009) พบว่าการใช้สารเคมีเร่งน้ำยางในพันธุ์ยาง PB 217 ในช่วงระยะเวลา 13 ปี ให้ผลผลิตสะสมสูงกว่าการใช้ระบบกรีดแบบปกติ Njukeng และคณะ (2011) รายงานว่าการทาเอทธิลีนเหนือรอยกรีดในยางพันธุ์ต่างๆ ให้ผลผลิตสูงกว่าตำรับการทดลองที่ไม่มีการทาเอทธิลีน ส่วน สถาบันวิจัยยาง (2554ก) รายงานว่ายางพันธุ์ RRIM 600 เป็นพันธุ์ที่เกษตรกรนิยมปลูก มีการตอบสนองต่อสารเคมีเร่งน้ำยางปานกลาง จึงเป็นอีกทางเลือกของเกษตรกรในการเพิ่มผลผลิตต่อหน่วยพื้นที่ จากการศึกษาการใช้สารเคมีเร่งน้ำยางในยางพันธุ์ RRIM 600 ของ พิศมัย และคณะ (2546ก) พบว่าเมื่อใช้สารเคมีเร่งน้ำยางส่งผลให้ปริมาณผลผลิตเพิ่มขึ้น 38% เมื่อเปรียบเทียบกับตำรับการทดลองที่ไม่ใช้สารเคมีเร่งน้ำยาง รณชัย (2553) รายงานว่าการใช้สารเคมีเร่งน้ำยางในแต่ละวิธีให้ผลผลิตแตกต่างกัน ซึ่งจากการศึกษาการใช้สารเคมีเร่งน้ำยางในยางพันธุ์ RRIM 600 โดยวิธีที่ต่างกัันพบว่าการกรีดยางหน้าสูง รอยกรีดสั้น และใช้แก๊สให้ผลผลิตสูงสุด ส่วนการกรีดยางหน้าสูงและทาสารเคมีเร่งน้ำยาง 2.5% ให้ผลผลิตต่ำสุดเมื่อเปรียบเทียบกับตำรับการทดลองที่ใช้สารเคมีเร่งน้ำยางอื่นๆ

Hoong และ San (2000) รายงานว่าระบบ RRIMFLOW เป็นระบบที่มีศักยภาพสูงสุดในการใช้สารเคมีเร่งน้ำยางเพื่อเพิ่มปริมาณผลผลิต สามารถเพิ่มปริมาณผลผลิตได้ถึง 35% – 75% Akbar และ Said (2005) รายงานว่า การใช้ระบบ RRIMFLOW สามารถให้ผลผลิตสูงถึง 164.28 กรัม/ต้น/ครั้งกรี๊ด แต่ในปัจจุบันระบบการอัดแก๊สเอทธิลีนมีหลายระบบซึ่งแต่ละระบบอาศัยหลักการเดียวกัน เช่น ระบบ LET และ Double Tex จากการศึกษาวิธีการอัดแก๊สด้วยระบบต่างๆ ในต้นยางอ่อนพันธุ์ RRIM 600 ของ Sainoi และ Sdoodee (2012) พบว่า การใช้ระบบ RRIMFLOW, LET และ Double Tex ในต้นยางอ่อนให้ผลผลิตไม่แตกต่างกัน ส่วนสายพันธ์ และคณะ (2553) รายงานว่า การใช้ระบบ RRIMFLOW ให้ผลผลิตต่อครั้งกรี๊ด และผลผลิตสะสมสูงกว่าการใช้ระบบ LET, Double Tex และการใช้เอทธิลีน เนื่องจากการใช้ระบบ RRIMFLOW ในขั้นตอนการติดตั้งไม่ต้องทำลายบริเวณส่วนของเปลือก และมีพื้นที่สัมผัสของแก๊สได้มากกว่าอุปกรณ์ของระบบอื่น ทำให้สามารถช่วยกระตุ้นกระบวนการเมแทบอลิซึมในการสังเคราะห์น้ำยางเพิ่มขึ้น

4. ปัจจัยอื่นๆ ที่มีผลต่อประสิทธิภาพการใช้แก๊สเอทธิลีน หรือสารเคมีเร่งน้ำยาง

นอกจากความแตกต่างของวิธีการอัดแก๊สที่มีผลต่อประสิทธิภาพการใช้แก๊สเอทธิลีน ยังมีปัจจัยอื่นที่มีผลโดยตรงต่อประสิทธิภาพการใช้แก๊สเอทธิลีน ได้แก่ ชนิดของพันธุ์ยาง และระบบกรี๊ดที่ใช้

4.1 พันธุ์ยาง

พันธุ์ยางแต่ละพันธุ์ตอบสนองต่อแก๊สเอทธิลีนแตกต่างกัน ผู้ใช้แก๊สเอทธิลีนจึงควรพิจารณาพันธุ์ยางประกอบการตัดสินใจ เพื่อให้ได้รับผลตอบแทนจากการใช้แก๊สเอทธิลีนสูงสุด สถาบันวิจัยยาง (2554ก) รายงานว่า พันธุ์ยางสถาบันวิจัยยาง226 และ BPM1 ตอบสนองต่อสารเคมีเร่งน้ำยางดี พันธุ์ยางสงขลา36, AVROS2037, BPM24, PR255, RRIC110, RRIC112 และ RRIM600 ตอบสนองต่อสารเคมีเร่งน้ำยางปานกลาง และ พันธุ์ยางสถาบันวิจัยยาง250, สถาบันวิจัยยาง251,

สถาบันวิจัยยาง 408, PB235, PB255 และ PB260 ตอบสนองต่อสารเคมีเร่งน้ำยางต่ำ พิสมัย และคณะ (2546ก) รายงานว่า เมื่อใช้สารเคมีเร่งน้ำยางจำนวน 12 ครั้ง/ปี พันธุ์ PB 235 , RRIM 600 และ BPM 24 ให้ผลผลิตใกล้เคียงกัน 56.70 , 55.44 และ 53.71 กรัม/ต้น/ครั้งกรี๊ด ตามลำดับ และสูงกว่า พันธุ์ RRIC 110 , PR 261 และ GT 1 ผลผลิต 43.25 , 32.99 และ 35.34 กรัม/ต้น/ครั้งกรี๊ดตามลำดับ ส่วน Jetro และ Simon (2007) ศึกษาการใช้สารเคมีเร่งน้ำยางในยางพันธุ์ PB 260 และ PB 217 พบว่า พันธุ์ PB 217 มีการตอบสนองต่อสารเคมีเร่งน้ำยางดีกว่าพันธุ์ PB 260 จากข้อมูลทั้งหมดแสดงให้เห็นว่าพันธุ์ยางแต่ละพันธุ์มีการตอบสนองต่อสารเคมีเร่งน้ำยางแตกต่างกัน ทั้งนี้เนื่องจากพันธุ์ยางแต่ละพันธุ์มีลักษณะทางสรีรวิทยาของน้ำยางแตกต่างกัน พิสมัย และคณะ (2546ก) รายงานว่า สภาพแวดล้อมต่างกันไม่มีผลต่อการแสดงออกของขบวนการเมแทบอลิซึม แต่ความสามารถในการเคลื่อนย้ายน้ำตาล คุณสมบัติทางสรีรวิทยาของน้ำยาง และการตอบสนองต่อสารเคมีเร่งน้ำยางค่อนข้างเกี่ยวข้องกับลักษณะทางพันธุกรรม

4.2 ระบบกรี๊ด

ระบบกรี๊ดคือการกำหนดความยาวของรอยกรี๊ดและจำนวนวันกรี๊ด เป็นปัจจัยสำคัญที่ส่งผลกระทบต่อปริมาณผลผลิต และการเจริญเติบโตของต้นยาง ซึ่งถ้าหากเลือกใช้ระบบกรี๊ดที่เหมาะสมจะช่วยให้สามารถเก็บเกี่ยวผลผลิตน้ำยางได้อย่างมีประสิทธิภาพ และสามารถยืดอายุการเก็บเกี่ยวผลผลิตน้ำยางได้นานยิ่งขึ้น (เอกชัย, 2547; พิชิต 2553) สถาบันวิจัยยาง (2554ก) รายงานว่า การใช้สารเคมีเร่งน้ำยางควรใช้ระบบ กรี๊ด 1 ใน 3 ของลำต้น กรี๊ด 1 วัน เว้น 1 วัน ควบคู่กับการใช้สารเคมีเร่งน้ำยางความเข้มข้น 2.5% (S/3 d2 ET2.5%) จำนวน 6-10 ครั้งต่อปี ไม่ควรใช้กับพันธุ์ยางที่อ่อนแอต่อการเกิดอาการเปลือกแห้ง และพื้นที่ในเขตแห้งแล้ง Obouayeba และคณะ (2010) ได้ศึกษาผลของการใช้สารเคมีเร่งน้ำยาง จากการใช้ระบบกรี๊ดที่ต่างกันในยางพันธุ์ PR 107 อายุ 14 ปี เป็นระยะเวลา 8 ปี พบว่า การใช้ระบบกรี๊ดถี่ กรี๊ดทุกสามวัน S/2 d3 6d/7.ET5% 10/y(m) ให้ผลผลิตต่อครั้งกรี๊ดน้อย และผลผลิตสะสมไม่มีความแตกต่างกับระบบกรี๊ดที่ใช้ความถี่ต่ำ คือการกรี๊ดทุกหกวัน S/2 d6 6d/7.ET5% 10/y(m) ส่วนระบบกรี๊ดที่ใช้สารเคมีเร่งน้ำยางแปดครั้งต่อปี S/4 d3 6d/7.ET 10% 8/y(m) ให้ผลผลิตไม่แตกต่างกับระบบ

กรีดที่ใช้สารเคมีเร่งน้ำยางดิบครั้งต่อปี S/4 d3 6d/7.ET10% 10/y(m) เนื่องจากการใช้ระบบกรีดถี่ หรือใช้สารเคมีเร่งน้ำยางถี่เกินไปอาจส่งผลให้ต้นยางไม่สามารถผลิตน้ำยางชดเชยส่วนที่สูญเสียไปได้ทัน เพราะต้นยางต้องใช้เวลา 48-72 ชั่วโมงสำหรับการสังเคราะห์น้ำยางเพื่อชดเชยส่วนที่สูญเสียไป การเพิ่มความถี่ของการกรีด และความถี่ของการใช้สารเคมีเร่งน้ำยางจึงไม่สามารถเพิ่มปริมาณผลผลิตได้ ต่อมา Obouayeba และคณะ (2011) พบว่าความยาวของรอยกรีดมีผลต่อปริมาณผลผลิต การกรีด 1 ใน 2 ของลำต้น ร่วมกับการใช้สารเคมีเร่งน้ำยาง 2.5% (S/2 d4 6d/7.ET2.5% Pa1(1) 6/y(6w)-8/y(m)) ในยางพันธุ์ GT 1 และการกรีด 1 ใน 3 ของลำต้น ร่วมกับการใช้สารเคมีเร่งน้ำยาง 2.5% (S/3 d4 6d/7.ET2.5% Pa1(1) 6/y(6w)-8/y(m)) ในยางพันธุ์ PB 235 ให้ผลผลิตเฉลี่ย 3119 กรัม/ต้น/ปี และ 1769 กรัม/ต้น/ปี ตามลำดับ สูงกว่าการกรีดกรีด 1 ใน 4 ของลำต้นร่วมกับการใช้สารเคมีเร่งน้ำยาง 2.5% (S/4 d4 6d/7.ET2.5% Pa1(1) 6/y(6w)-8/y(m)) ซึ่งให้ผลผลิตเฉลี่ย 1256 กรัม/ต้น/ปี และ 1478 กรัม/ต้น/ปี ตามลำดับ เนื่องจากความยาวของรอยกรีดที่ลดลงทำให้ความสามารถในการตัดท่อน้ำยางในขณะที่กรีด ยางลดลงจึงทำให้ผลผลิตลดลง นอกจากนี้ Chantuma และคณะ (2011) รายงานว่า การใช้ระบบกรีด สองรอยสลับหน้าต่างระดับร่วมกับการใช้สารเคมีเร่งน้ำยาง 2.5% (DCA S/2 d4.ET 2.5% 4/y(t,t)) มีแนวโน้มให้ผลผลิตสูงกว่าการกรีดหน้าเดียว 1 ใน 3 ของลำต้นร่วมกับการใช้สารเคมีเร่งน้ำยาง 2.5% (S/3 d2.ET 2.5% 4/y) เนื่องจากการใช้ระบบกรีดสองรอยสลับหน้าต่างระดับ สามารถช่วยให้หน้ากรีด แต่ละหน้ามีเวลาพักเพียงพอสำหรับการสร้างน้ำยางชดเชยส่วนที่สูญเสียไปจึงมีแนวโน้มให้ผลผลิตสูงกว่าระบบกรีดปกติ (Sdoodee *et al.*, 2012; Rukkhun *et al.*, 2012)

5. ผลกระทบจากการใช้แก๊สเอทิลีน หรือสารเคมีเร่งน้ำยาง

ถึงแม้การใช้แก๊สเอทิลีนจะมีประสิทธิภาพในการเพิ่มผลผลิตต่อครั้งกรีด แต่มีรายงานผลกระทบจากการใช้แก๊สเอทิลีนหรือการใช้สารเคมีเร่งน้ำยางต่อคุณสมบัติทางสรีรวิทยาของน้ำยาง (Lacote *et al.*, 2010; Traore *et al.*, 2011) ซึ่งคุณสมบัติดังกล่าวเป็นปัจจัยสำคัญที่มีผลกระทบต่อกระบวนการต่าง ๆ ภายในต้นยาง ทั้งในด้านการเจริญเติบโต กระบวนการสังเคราะห์น้ำยาง หรือการ

แสดงอาการเปลือกแห้งของต้นยางพารา (Obouayeba *et al.*, 2010; Chantuma *et al.*, 2011; Obouayeba *et al.*, 2011)

5.1. ผลกระทบต่อการแสดงอาการเปลือกแห้งของต้นยางพารา

อาการเปลือกแห้งของต้นยางพาราเป็นสภาวะที่ต้นยางแสดงอาการผิดปกติ โดยหลังจากการกรีดยางอาจมีน้ำยางไหล ออกมาเพียงเล็กน้อยหรือไม่ไหลเลย ซึ่งอาการผิดปกตินี้อาจเรียกว่า TPD (Tapping Panel Dryness) เนื่องจากมักจะพบที่เปลือกบริเวณหน้ากรีด หรือเรียก dry tree เพราะอาจพบอาการเปลือกแห้งในต้นยางที่ยังไม่ได้เปิดกรีด บางครั้งอาจเรียกว่า brown blast เนื่องจากบริเวณเปลือกที่แสดงอาการจะมีเซลล์สีน้ำตาล กระจายหนาแน่น (ปัทมา และคณะ, 2551) นอกจากนี้ อาจเรียกการแสดงอาการเปลือกแห้งของต้นยางพาราว่า trunk phloem necrosis (TPN) เนื่องจากอาการดังกล่าวเป็นอาการผิดปกติทางสรีรวิทยาของท่ออาหารที่เกิดขึ้นเองตามธรรมชาติ โดยอาจเกิดขึ้นบริเวณโคนต้นยางพารา ภายในเปลือกยาง และบริเวณรอยต่อระหว่างต้นตอ และกิ่งต่าพันธุ์ดี (Charoenwut *et al.*, 2007) พงศธร (2548) รายงานว่า การแสดงอาการเปลือกแห้งเป็นอาการผิดปกติทางสรีรวิทยาของท่อน้ำยาง โดยมีเซลล์ไทโทส เกิดขึ้นอยู่ทั่วไปบริเวณท่อน้ำยาง เปลือกยางแข็งและไม่ มีน้ำยางไหลออกมา ทำให้ผลผลิตน้ำยางลดลง 15%-20% ต่อปี โดยทั่วไปต้นยางที่มีอาการเปลือกแห้ง จะเพิ่มขึ้นประมาณ 1% ต่อปี ปัจจุบันยังไม่สามารถอธิบายสาเหตุการเกิดอาการเปลือกแห้งได้อย่างชัดเจน เพียงแต่สรุปว่าอาจเกิดขึ้นจากการกระตุ้นด้วยปัจจัยต่างๆ เช่น การกรีดหักโหมหรือกรีดถี่เกินไป การใช้สารเคมีเร่งน้ำยาง สภาพแวดล้อม ความอุดมสมบูรณ์ของดิน พันธุ์ยาง รวมทั้งขาดการดูแลรักษาที่ดี แต่ยังไม่มีการศึกษาอย่างจริงจังว่าปัจจัยเหล่านี้มีผลต่อการเกิดอาการเปลือกแห้งมากน้อยเพียงใด สถาบันวิจัยยาง (2554ก) รายงานว่า การใช้สารเคมีเร่งน้ำยางความเข้มข้น 5% ทาทุกเดือน และทุก 15 วัน หลังจากเปิดกรีดในระยะปีที่ 2 ทำให้หน้ากรีดเกิดอาการเปลือกแห้งประมาณ 20%-22% พเยาว์ และคณะ (2542) รายงานว่า การใช้สารเคมีเร่งน้ำยางกับต้นยางพันธุ์ RRIM 600 ที่กรีดด้วยระบบ ครั้งลำต้น วันเว้นวัน เป็นเวลา 5 ปี ทำให้ต้นยางแสดงอาการเปลือกแห้งเพิ่มขึ้น โดยขึ้นอยู่กับความเข้มข้น และความถี่ในการใช้ มีค่าเฉลี่ยของอาการเปลือกแห้งระหว่าง 5.19% -20.51% ในขณะที่การกรีดโดยไม่ใช้

สารเคมีเร่งน้ำยางทำให้ต้นยางแสดงอาการเปลือกแห้งเพียง 1.61% Traore และคณะ (2011) รายงานว่า การใช้สารเคมีเร่งน้ำยางความเข้มข้น 2.5% ในยางพันธุ์ GT 1 ส่งผลให้ต้นยางแสดงอาการเปลือกแห้งเพิ่มขึ้นตามปริมาณความถี่ของการใช้ที่เพิ่มขึ้น การใช้สารเคมีเร่งน้ำยาง 2, 4, 13 และ 39 ครั้งต่อปี ส่งผลให้ต้นยางแสดงอาการเปลือกแห้ง 2.8%, 7.7%, 14.5% และ 16.5% ตามลำดับ นอกจากนี้ Chantuma และคณะ (2011) รายงานว่า การใช้สารเคมีเร่งน้ำยางความเข้มข้น 2.5% ในอัตรา 4 ครั้งต่อปี หลังจาก 10 ปี ของการกรีด ส่งผลให้ต้นยางแสดงอาการเปลือกแห้งสูงถึง 24.6% Obouayeba และคณะ (2009) รายงานว่า การใช้สารเคมีเร่งน้ำยางมีผลให้ปริมาณน้ำตาลซูโครสลดลงในอัตราที่เร็วกว่าปกติ ทำให้ต้นยางไม่สามารถสังเคราะห์น้ำตาลซูโครสได้ทันสำหรับการนำไปใช้ ส่งผลให้เกิดความไม่สมดุลระหว่างส่วนที่สร้างกับส่วนที่ใช้ จึงกระตุ้นให้ต้นยางไม่ผลิตน้ำยาง และแสดงอาการเปลือกแห้ง ส่วน เพยาว และคณะ (2542) รายงานว่า เมื่อเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติทางสรีรวิทยาของน้ำยาง จากต้นยางที่แสดงอาการเปลือกแห้งกับต้นปกติ พบว่า ต้นที่แสดงอาการเปลือกแห้ง จะเริ่มมีการสะสมน้ำตาลซูโครสในน้ำยางสูงขึ้น เนื่องจากเซลล์ทำงานผิดปกติ ปริมาณเนื้อยางแห้งมีแนวโน้มสูงกว่าต้นปกติ ส่วนปริมาณอนินทรีย์ฟอสฟอรัสมีค่าลดลง

5.2. ผลกระทบต่อคุณสมบัติทางสรีรวิทยาของน้ำยาง

กระบวนการสร้างน้ำยางใหม่ทดแทนส่วนที่สูญเสียไปภายหลังการกรีดยางเป็นกระบวนการทางสรีรวิทยาที่ซับซ้อนแต่สามารถใช้เทคนิคการตรวจ วิเคราะห์น้ำยาง (latex diagnosis : LD) ประเมินสถานะความผิดปกติภายในเซลล์และระบบท่อน้ำยาง ทำให้ทราบถึงศักยภาพในการให้ผลผลิต การไหล และการหยุดไหลของน้ำยางในช่วงต่าง ๆ (พิชิต, 2544; เพยาว และคณะ, 2546ก; พิชัย และคณะ, 2546ข) ระบบกรีดยางจึงมีผลโดยตรงต่อการเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติทางสรีรวิทยาของน้ำยาง Sainoi และ Sdoodee (2012) รายงานว่าการใช้แก๊สเอทิลีน หรือสารเคมีเร่งน้ำยาง มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติทางสรีรวิทยาของน้ำยาง 4 พารามิเตอร์ ได้แก่ ปริมาณของแข็งทั้งหมด (total solid content : TSC) ปริมาณน้ำตาลซูโครส (sucrose content : Suc) ปริมาณอนินทรีย์ฟอสฟอรัส (inorganic phosphorus : Pi) และ ปริมาณรีดิวซ์ไธออล (thiols content : R-SH)

5.2.1 ปริมาณน้ำตาลซูโครส

น้ำตาลซูโครส เป็นสารตั้งต้นสำหรับการสังเคราะห์น้ำยาง ปริมาณซูโครสในน้ำยาง เป็นค่าที่แสดงถึง กิจกรรมการสังเคราะห์ซูโครส และการนำซูโครสไปใช้ในกระบวนการสร้างน้ำยาง (Coucaud *et al.*, 2009; Chantuma *et al.*, 2009) ประมาณ 90% ของปริมาณน้ำตาลซูโครสทั้งหมดถูกนำมาใช้สำหรับการสังเคราะห์น้ำยาง (Jacob *et al.*, 1989) ต้นยางที่มีศักยภาพในการให้ผลผลิตที่ดี ต้องมีความสมดุลระหว่างน้ำตาลซูโครสที่ใช้ในการสังเคราะห์น้ำยาง กับส่วนที่ได้จากกระบวนการสังเคราะห์แสง ซึ่งจะถูกลำเลียงผ่านเยื่อหุ้มของเซลล์ ก่อนที่จะเกิดกระบวนการเมแทบอลิซึมในน้ำยาง (Silpi *et al.*, 2006) จากการศึกษาการใช้สารเคมีเร่งน้ำยางเพื่อเพิ่มปริมาณผลผลิตในยางพันธุ์ PR107 ของ Tang และคณะ (2010) พบว่าเมื่อผลผลิตน้ำยางเพิ่มขึ้น จะส่งผลให้ปริมาณน้ำตาลซูโครสมีปริมาณลดลง สอดคล้องกับการใช้แก๊สเอทิลีนด้วยระบบ RRIMFLOW, LET และ Double Tex ในยางพันธุ์ RRIM600 อายุ 9 และ 21 ปี ที่ส่งผลให้ปริมาณน้ำตาลซูโครสมีปริมาณลดลงอย่างเห็นได้ชัด เมื่อเปรียบเทียบกับการใช้ระบบกริดปกติ (อภิรักษ์, 2556; Sainoi and Sdoodee 2012) เนื่องจากน้ำตาลซูโครสถูกนำไปใช้ในกระบวนการสังเคราะห์น้ำยาง ยิ่งมีการสังเคราะห์น้ำยางมากเท่าไร ปริมาณน้ำตาลซูโครสก็ยิ่งมีปริมาณลดลงมากเท่านั้น (Coucaud *et al.*, 2009) ประกอบกับการใช้สารเคมีเร่งน้ำยางช่วยเพิ่มการแสดงออกยีนในกลุ่ม (SUT) เช่น (*HbSUT1B*), (*HbSUT3*) ซึ่งเป็นกลุ่มยีนที่ทำหน้าที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการลำเลียงน้ำตาลซูโครสสำหรับการสังเคราะห์น้ำยาง จึงยิ่งส่งผลให้ต้นยางสามารถสังเคราะห์น้ำยางได้มากขึ้น แต่ปริมาณน้ำตาลซูโครสมีปริมาณลดลง (Coucaud *et al.*, 2010; Li *et al.*, 2011) สอดคล้องกับรายงานของ Lacote และคณะ (2010) ซึ่งพบว่าปริมาณน้ำตาลซูโครสมีความสัมพันธ์เชิงลบกับปริมาณผลผลิต โดยมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r) เท่ากับ -0.869

5.2.2 ปริมาณอนินทรีย์ฟอสฟอรัส

ปริมาณอนินทรีย์ฟอสฟอรัสมีความสัมพันธ์โดยตรงกับ กระบวนการเมแทบอลิซึมในเซลล์ท่อน้ำยาง และเกี่ยวข้องกับรูปของพลังงานที่นำไปใช้ในการสังเคราะห์น้ำยาง เนื่องจากใน

กระบวนการสร้างเนื้อเยื่ออย่างต้องอาศัยพลังงาน ATP และทำให้มีการปลดปล่อยอนินทรีย์ฟอสฟอรัส ออกมา ทำให้มีผลต่อการให้ผลผลิตของน้ำยาง (Jacob *et al.*, 1989) จากการศึกษาของ Obouayeba และคณะ (2012) รายงานว่าเมื่อมีการเปิดกรีดยางที่มีขนาดเส้นรอบวงของลำต้นขนาดต่างๆ ในยางพันธุ์ GT1 เปรียบเทียบกับทรีตเมนต์ควบคุม (ไม่มีกรีด) พบว่าทรีตเมนต์ที่มีการเปิดกรีด หรือมีการให้ผลผลิต มีปริมาณอนินทรีย์ฟอสฟอรัสเพิ่มขึ้นอย่างเห็นได้ชัด เมื่อเปรียบเทียบกับทรีตเมนต์ควบคุม สอดคล้องกับการใช้สารเคมีเร่งน้ำยางซึ่งเป็นการกระตุ้นการสร้างผลผลิต จึงส่งผลให้ต้นยางมีปริมาณอนินทรีย์ฟอสฟอรัสเพิ่มขึ้นตามปริมาณผลผลิตที่เพิ่มขึ้น (Obouayeba *et al.*, 2010; Obouayeba *et al.*, 2011; Traore *et al.*, 2011) เนื่องจากปริมาณอนินทรีย์ฟอสฟอรัสถูกปลดปล่อย จาก ATP และ NAD (P) ในระหว่างกระบวนการสังเคราะห์น้ำยาง (d'Auzac *et al.*, 1989) และปริมาณอนินทรีย์ฟอสฟอรัสยังเป็นองค์ประกอบสำคัญของโปรตีนในท่อน้ำยาง ช่วยรักษาเสถียรภาพการไหลของน้ำยาง จึงมีความสัมพันธ์ทางบวกกับผลผลิต (She *et al.*, 2013) สอดคล้องกับการศึกษาของ Lacote และคณะ (2010) ซึ่งพบว่าปริมาณอนินทรีย์ฟอสฟอรัสมีความสัมพันธ์เชิงบวกกับปริมาณผลผลิต โดยมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r) เท่ากับ 0.979 แต่จากการใช้แก๊สเอทิลีนด้วยระบบ RRIMFLOW, LET และ Double Tex ในยางพันธุ์ RRIM 600 อายุ 21 ปี ไม่พบความแตกต่างทางสถิติของปริมาณอนินทรีย์ฟอสฟอรัส เมื่อเปรียบเทียบกับระบบกรีดปกติ (อภิรักษ์, 2556) และจากการใช้แก๊สเอทิลีนด้วยระบบ RRIMFLOW, LET และ Double Tex ในยางพันธุ์ RRIM 600 อายุ 9 ปีพบว่า แนวโน้มปริมาณอนินทรีย์ฟอสฟอรัสมีค่าเพิ่มขึ้นในช่วงแรก และมีแนวโน้มลดลงเมื่อเปรียบเทียบกับการใช้ระบบกรีดปกติ (Sainoi and Sdoodee 2012) เนื่องจากการใช้แก๊สเอทิลีนอาจทำให้เกิดความไม่สมดุลระหว่างส่วนที่สร้างกับส่วนที่ใช้น้ำตาลซูโครส จึงกระตุ้นให้ต้นยางหยุดกระบวนการสังเคราะห์น้ำยาง ปริมาณอนินทรีย์ฟอสฟอรัสจึงลดลง และอาจ เป็นสาเหตุของการแสดงอาการเปลือกแห้งในระยะต่อมา (Obouayeba *et al.*, 2009)

5.2.3 ปริมาณรีดิวส์ไฮดรอล

รีดิวส์ไฮดรอลเป็นสารต้านอนุมูลอิสระของน้ำยางประกอบด้วย cysteine, methione และ glutathione ทำหน้าที่เกี่ยวข้องกับการไหลของน้ำยางมีผลทำให้น้ำยางจับตัวช้าหรือน้ำยางหยุดไหลช้าลง เนื่องจากรีดิวส์ไฮดรอลในน้ำยางช่วยลดความเป็นพิษของออกซิเจน (toxic oxygen) ทำให้น้ำยางมีความคงตัว ลูทอยด์แตกตัวช้า และช่วยกระตุ้นเอนไซม์บางชนิดทำให้กระบวนการเมทาบอลิซึมและการสร้างน้ำยางเพิ่มขึ้น (Jacob *et al.*, 1989) นอกจากนี้ต้นยางที่เกิดสภาวะเครียดจะมีการสร้าง active oxygen species (AOS) เพิ่มขึ้นส่งผลให้รีดิวส์ไฮดรอลเพิ่มขึ้นเพื่อลดความเป็นพิษไม่ให้เซลล์ถูกทำลาย จากการศึกษาการเพิ่มผลผลิตโดยใช้สารเคมีเร่งน้ำยาง ในยางพันธุ์ PB217 ของ Jetro และ Simon (2007) พบว่าเมื่อผลผลิตยางเพิ่มขึ้นจากการใช้สารเคมีเร่งน้ำยาง ส่งผลให้ปริมาณรีดิวส์ไฮดรอล มีค่าสูงขึ้น ซึ่งมีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ เมื่อเปรียบเทียบกับทรีตเมนต์ควบคุม และจากการเปรียบเทียบการให้ผลผลิตของยางพันธุ์ RRIM600 กับพันธุ์ SK3 ของ พิมพิภล (2552) พบว่ายางพันธุ์ SK3 ให้ผลผลิตต่อครั้งกรีด และค่าปริมาณรีดิวส์ไฮดรอลมีแนวโน้มสูงกว่าพันธุ์ RRIM600 เนื่องจากในเซลล์ท่อน้ำยางของต้นที่ให้ผลผลิตสูง มีกิจกรรมการสังเคราะห์น้ำยางมากกว่าต้นที่ให้ผลผลิตต่ำ ทำให้มีการสร้าง สารอนุมูลอิสระที่เป็นพิษ เพิ่มมากขึ้น เซลล์จึงต้องสร้าง รีดิวส์ไฮดรอล เพิ่มมากขึ้นเพื่อป้องกันเซลล์ไม่ให้ถูกทำลาย (เพียว และคณะ, 2546) และปริมาณรีดิวส์ไฮดรอลที่ถูกสร้างขึ้นยังช่วยกระตุ้นการทำงานของเอนไซม์ invertase และ pyruvate kinase ในกระบวนการสังเคราะห์น้ำยาง (Jacob *et al.*, 1989) จึงส่งผลให้ปริมาณรีดิวส์ไฮดรอลเพิ่มขึ้นตามปริมาณผลผลิต สอดคล้องกับรายงานของ Sreelatha (2003) อ้างโดย วารุณี และจำป็น (2556) ซึ่งรายงานว่าปริมาณรีดิวส์ไฮดรอลมีความสัมพันธ์เชิงบวกกับปริมาณผลผลิต โดยมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r) เท่ากับ 0.745 แต่จากการใช้แก๊สเอทิลีนด้วยระบบ RRIMFLOW, LET และ Double Tex ในยางพันธุ์ RRIM 600 อายุ 9 และ 21 ปี พบว่าปริมาณรีดิวส์ไฮดรอลมีแนวโน้มลดลงเมื่อเปรียบเทียบกับระบบกรีดปกติ (อภิรักษ์, 2556; Sainoi and Sdoodee 2012) เนื่องจากการใช้แก๊สเอทิลีนอาจทำให้ต้นยางสูญเสียน้ำ และน้ำยางอย่างรวดเร็ว ส่งผลให้ต้นยางอยู่ในสภาวะเครียด เซลล์ทำงานผิดปกติ การสร้างรีดิวส์ไฮดรอลเพื่อลดความเป็นพิษของ

ออกซิเจนจึงลดลง และในระยะยาวอาจก่อให้เกิดการแสดงอาการเปลือกแห้งได้ (เพยาวี และคณะ, 2546 ข)

5.2.4 ปริมาณของแข็งทั้งหมด

ปริมาณของแข็งทั้งหมด มีค่าใกล้เคียงกับปริมาณเนื้อยางแห้ง (DRC) 90% ของปริมาณของแข็งทั้งหมดในน้ำยางเป็น DRC เป็นค่าที่แสดงถึงปริมาณการสังเคราะห์ยางที่เกิดขึ้นภายในท่อน้ำยาง หากมีปริมาณเนื้อยางแห้งสูง หมายถึงน้ำยางมีความหนืดสูง การไหลของน้ำยางจะเป็นไปได้ช้า เกิดการอุดตันที่ปลายท่อน้ำยางได้เร็ว และจะทำให้ผลผลิตต่ำ ในทางตรงกันข้าม หากมีปริมาณเนื้อยางแห้งต่ำมาก ถึงแม้อัตราการไหลจะเร็วแต่เนื้อยางแห้งที่มีอยู่ในน้ำยางน้อยจะทำให้ผลผลิตต่ำด้วยจากการรายงานของ นกาวรรณ และคณะ (2544) พบว่าปริมาณเนื้อยางแห้งของยางทุกสายพันธุ์มีความแตกต่างกันในแต่ละเดือน โดยมีปริมาณลดลงเมื่อปริมาณน้ำฝนเพิ่มขึ้น นอกจากนี้ปริมาณเนื้อยางแห้งยังขึ้นอยู่กับความถี่ของการกรีด การใช้ระบบกรีดที่มีความถี่สูงส่งผลให้ปริมาณเนื้อยางแห้งลดลง (Obouayeba *et al.*, 2011) และจากการศึกษาการใช้ฮอร์โมนต่าง ๆ เพื่อเพิ่มผลผลิตน้ำยางในยางพันธุ์ PB217 ของ Tungngoen และคณะ (2011) พบว่าเมื่อผลผลิตน้ำยางเพิ่มขึ้นจากการใช้เอทธิลีนส่งผลให้ปริมาณของแข็งทั้งหมดลดลง สอดคล้องกับการใช้แก๊สเอทธิลีนด้วยระบบ RRIMFLOW, LET และ Double Tex ในยางพันธุ์ RRIM600 อายุ 9 และ 21 ปี ที่ส่งผลให้ปริมาณเนื้อยางแห้งมีแนวโน้มลดลง โดยเฉพาะการใช้ระบบ RRIMFLOW สามารถเห็นผลได้ชัดเจน (อภิรักษ์, 2556; Sainoi and Sdoodee 2012) เนื่องจากเมื่อมีการกรีดยาง น้ำจากเซลล์บริเวณใกล้เคียงจะไหลปนออกมากับน้ำยางทำให้น้ำยางไหลได้นานขึ้น ผลผลิตจึงเพิ่มขึ้น แต่ปริมาณของแข็งทั้งหมดลดลงเนื่องจากถูกเจือจางด้วยน้ำ ประกอบกับการกระตุ้นด้วยเอทธิลีนเป็นปัจจัยส่งเสริมให้น้ำไหลเข้าสู่ท่อน้ำยางมากขึ้น จึงยังส่งผลให้ปริมาณของแข็งทั้งหมดมีปริมาณลดลง (Tungngoen *et al.*, 2009) สอดคล้องกับการรายงานของ Mak และคณะ (2008) ซึ่งพบว่า ปริมาณผลผลิตมีความสัมพันธ์เชิงลบกับปริมาณเนื้อยางแห้งหรือปริมาณของแข็งทั้งหมด โดยมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r) เท่ากับ -0.695

5.3 ผลกระทบต่อการเจริญเติบโตของต้นยางพารา

ยางพาราเป็นพืชที่มีการเจริญเติบโตทางด้านความสูงก่อนในระยะแรก แต่เมื่อมีการเจริญเติบโตได้ระยะหนึ่งจะมีการขยายของเซลล์ออกทางด้านข้าง โดยต้นที่มีการเจริญเติบโตตามปกติจะมีเส้นรอบวงของต้นยางเพิ่มขึ้นปีละประมาณ 10 เซนติเมตร (ชนาพร, 2552) แต่เมื่อมีการใช้สารเคมีเร่งน้ำยางเพื่อเพิ่มผลผลิตยาง อัตราการเจริญเติบโตจะลดลงตามปริมาณผลผลิตที่เพิ่มขึ้น จากการใช้สารเคมีเร่งน้ำยางกระตุ้นยางพันธุ์ RRIM 600, GT 1 และ RRIC 110 เพื่อให้ได้ผลผลิตสูงสุด พเยาว์ และคณะ (2546) พบว่า สามารถเพิ่มผลผลิตได้ 23.99%, 28.19% และ 99.36% ตามลำดับ ขณะเดียวกันมีผลทำให้อัตราการเจริญเติบโตลดลง 37.08%, 18.26% และ 35.48% ตามลำดับ Traore และคณะ (2011) รายงานว่า การใช้สารเคมีเร่งน้ำยางความเข้มข้น 2.5% ในยางพันธุ์ GT 1 ในช่วง 9 ปี ส่งผลให้ต้นยางมีอัตราการเจริญเติบโตของลำต้นลดลงตามปริมาณความถี่ของการใช้ที่เพิ่มขึ้น การใช้สารเคมีเร่งน้ำยาง 2, 4, 13 และ 78 ครั้งต่อปี ส่งผลให้ต้นยางมีอัตราการขยายตัวของเส้นรอบวงเฉลี่ย 2.56, 2.29, 1.95 และ 1.39 เซนติเมตรต่อปี ตามลำดับ Soumahin และคณะ (2009) รายงานว่าการใช้สารเคมีเร่งน้ำยางความเข้มข้น 5% จำนวน 52 ครั้งต่อปี ในยางพันธุ์ PB217 ส่งผลให้ต้นยางลดอัตราการเจริญเติบโตทางลำต้นลง ประมาณ 1.8 เซนติเมตรต่อปีเมื่อเปรียบเทียบกับการใช้ระบบกรีดปกติ เนื่องจากปริมาณคาร์โบไฮเดรตที่ได้จากการสังเคราะห์แสงถูกนำไปใช้ในกระบวนการสร้างผลผลิตเพื่อชดเชยส่วนที่สูญเสียไป ส่งผลให้ส่วนที่จะถูกนำมาใช้สำหรับการเจริญเติบโตทางลำต้นมีน้อย (Traore *et al.*, 2011) จึงส่งผลกระทบต่ออัตราการเจริญเติบโตของต้นยาง โดยเฉพาะต้นยางที่มีอายุน้อย จากการใช้แก๊สเอทิลีนด้วยระบบ RRIMFLOW, LET และ Double Tex ในยางพันธุ์ RRIM600 อายุ 21 ปี พบว่ามีเพียงการใช้ระบบ RRIMFLOW เท่านั้นที่ลดอัตราการเจริญเติบโตของต้นยาง เนื่องจากเป็นระบบที่ให้ผลผลิตต่อครั้งกรีดสูง ส่วนการใช้ระบบ LET และ Double Tex มีแนวโน้มการเจริญเติบโตทางลำต้นสูงกว่าการใช้ระบบกรีดปกติ แต่จากการใช้แก๊สเอทิลีนด้วยระบบ RRIMFLOW, LET และ Double Tex ในยางพันธุ์ RRIM600 อายุ 9 ปี พบว่าการใช้แก๊สเอทิลีนทุกระบบ ในระยะเวลา 1 ปี มีแนวโน้มส่งผลให้ต้นยางมีอัตราการเจริญเติบโตทางลำต้นต่ำกว่าการใช้ระบบกรีดปกติ (Sainoi and Sdoodee 2012) อาจเนื่องจากในต้น

ยางอ่อนการเจริญเติบโตทางลำต้นยังไม่สมบูรณ์ จำเป็นต้องใช้ปริมาณคาร์โบไฮเดรตในปริมาณสูงสำหรับใช้ในกระบวนการเจริญเติบโต แต่เมื่อมีการใช้แก๊สเอทิลีนกระตุ้นการสังเคราะห์น้ำยาง ปริมาณคาร์โบไฮเดรตจึงถูกแบ่งส่วน จากส่วนที่ต้องใช้สำหรับการสร้างการเจริญเติบโตไปใช้สำหรับการสังเคราะห์น้ำยางชดเชยส่วนที่สูญเสียไป ทำให้การใช้แก๊สเอทิลีนในต้นยางอ่อน มีแนวโน้มส่งผลกระทบต่ออัตราการเจริญเติบโต มากกว่าต้นยางแก่

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อเปรียบเทียบผลผลิตน้ำยางจากการใช้แก๊สเอทิลีนด้วยวิธีต่างๆ ในช่วง 3 ปี
ต่อเนื่อง
2. ประเมินผลกระทบจากการใช้แก๊สเอทิลีนด้วยระบบต่างๆ ที่ส่งผลต่อคุณสมบัติทางสรีรวิทยาของน้ำยาง การเจริญเติบโต และการแสดงอาการเปลือกแห้งของต้นยางพาราในช่วง 3 ปีต่อเนื่อง

บทที่ 2

วัสดุ อุปกรณ์ และวิธีการ

1. วัสดุ อุปกรณ์

1.1 วัสดุพืช

ต้นยางพันธุ์ RRIM 600 อายุ 23 ปี ซึ่งผ่านการใช้แก๊สเอทิลีนด้วยระบบต่างๆ มาแล้ว เป็นระยะเวลา 2 ปีติดต่อกันใช้ระยะปลูก 3x7 เมตร ปลูกในดินร่วนปนทราย มีค่าความเป็นกรด-ด่าง ประมาณ 5.5 (โครงการจัดตั้งฝ่ายวิจัยและบริการ, 2543) ที่สถานีวิจัยและฝึกภาคสนามเทพา คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ อำเภอเทพา จังหวัดสงขลา

1.2 วัสดุสารเคมี

- 1.2.1 น้ำกลั่น (Deionized water)
- 1.2.2 กรดไตรคลอโรอะซิติก (Trichloroacetic acid)
- 1.2.3 กรดเอทิลีนไดเอมีนอะซิติก (Ethylenediaminetetraacetic acid)
- 1.2.4 แอนโทรน (Anthrone)
- 1.2.5 กรดซัลฟูริกเข้มข้น (97%) (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)

- 1.2.10 แอมโมเนียม โมลิบเดต (Ammonium molybdate)
- 1.2.11 แอมโมเนียมเมตาวานาเดต (Ammonium metavanadate)
- 1.2.12 ทริส (Tris)
- 1.2.13 โพแทสเซียมไดไฮโดรเจนฟอสเฟต (Potassium dihydrogenphosphate)
- 1.2.14 กรดอะซิติก (Acetic acid)

1.3 วัสดุอื่นๆ

- 1.3.1 แผ่นป้ายชื่อ
- 1.3.2 กระดาษ label และปากกาเคมี
- 1.3.3 กระดาษกรองเบอร์ 1 เส้นผ่านศูนย์กลาง 5.5 เซนติเมตร
- 1.3.4 กระดาษชำระ
- 1.3.5 เข็มหมุดและกระดาษลึง
- 1.3.6 ถังมือยาง

1.4 อุปกรณ์

- 1.4.1 อุปกรณ์กรีดยาง และเก็บตัวอย่างน้ำยาง
 - 1.4.1.1 ถ้วยรับน้ำยาง มีดกรีดยาง ลวด และรางรับน้ำยาง
 - 1.4.1.2 ป้ายชื่อสิ่งทดลอง
 - 1.4.1.3 หลอดทดลองเก็บตัวอย่างน้ำยาง
 - 1.4.1.4 หลอดนำน้ำยาง
 - 1.4.1.5 สายวัด

1.4.2 อุปกรณ์สำหรับการวิเคราะห์ห้องปฏิบัติการทางชีวเคมีน้ำยาง

1.4.2.1 ไมโครปิเปต (Micropipette)

1.4.2.2 เครื่องชั่งแบบละเอียด 3 ตำแหน่ง (Balance 3 digit)

1.4.2.3 ตู้อบ (Hot air oven)

1.4.2.4 ตู้ดูดควัน (Fume hood)

1.4.2.5 เครื่องกวนสารละลายแบบแม่เหล็ก (Hotplate stirrer)

1.4.2.6 เครื่องวัดค่าความเป็นกรดด่าง (pH-meter)

1.4.2.7 เครื่องวัดการดูดกลืนแสง (Spectrophotometer)

1.4.2.8 เครื่องเขย่าหลอดทดลอง (Vortex mixer)

1.4.2.9 อ่างควบคุมอุณหภูมิ (Water bath)

1.4.2.10 นาฬิกาจับเวลา

1.4.2.11 แท่งเหล็กเจาะน้ำยาง

1.4.2.12 ขวดเก็บตัวอย่าง

1.4.2.13 หลอดนำน้ำยาง

1.4.2.14 หลอดทดลองฝาเกลียวเส้นผ่านศูนย์กลาง 13 มิลลิเมตร

1.4.2.15 ขวดเก็บสารละลายน้ำยาง

1.4.2.16 บีกเกอร์ขนาด 50 100 250 500 และ 1,000 มิลลิลิตร

1.4.2.17 แท่งแก้วคน

1.4.2.18 ปากคีบปลายแหลม

1.4.2.19 ปิเปตขนาด 100 และ 1,000 ไมโครลิตร และ 5 มิลลิลิตร

1.4.2.20 ขวดเก็บสารเคมีสีชาและสีใส

1.4.2.21 เครื่องชั่งน้ำหนักน้ำยาง

1.4.2.22 หลอดทดลองสำหรับปั่นสาร

1.4.2.23 ชั้นวางหลอดทดลอง

2. วิธีการทดลอง

ศึกษาการตอบสนองของต้นยางพาราในช่วง 3 ปีต่อเนื่องจากการใช้แก๊สเอทธิลีนด้วยระบบต่างๆ เช่น RRIMFLOW, LET, Double Tex, และ เอทธิฟอน ซึ่งเป็นแปลงทดลองที่ผ่านการใช้แก๊สเอทธิลีนมาแล้ว 2 ปี จึงทำการศึกษาต่อเป็นปีที่ 3 (ปี 2555) เพื่อมุ่งศึกษาการตอบสนองของต้นยางพาราจากการใช้แก๊สเอทธิลีนในช่วง 3 ปีต่อเนื่อง จัดทริตเมนต์แบบ one tree plot design ในแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Completely randomized design) จำนวน 6 สิ่งทดลอง ซ้ำละหนึ่งต้น จำนวน 20 ซ้ำ รายละเอียดสิ่งทดลองมีดังนี้

สิ่งทดลอง 1 : ระบบกรีดหนึ่งในสามของลำต้นสองวันเว้นวัน (S/3U d1 2d/3)

สิ่งทดลอง 2 : ระบบกรีดหนึ่งในแปดของลำต้นวันเว้นสองวัน (S/8U d3)

สิ่งทดลอง 3 : ระบบกรีดหนึ่งในแปดของลำต้นวันเว้นสองวันร่วมกับการใช้ระบบ RRIMFLOW

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

สิ่งทดลอง 4 : ระบบกรีดหนึ่งในแปดของลำต้นวันเว้นสองวันร่วมกับการใช้ระบบ LET

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

สิ่งทดลอง 5 : ระบบกรีดหนึ่งในแปดของลำต้นวันเว้นสองวันร่วมกับการใช้ระบบ Double Tex

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

สิ่งทดลอง 6 : ระบบกรีดหนึ่งในแปดของลำต้นวันเว้นสองวันร่วมกับการใช้เอทธิฟอน

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

หมายเหตุ

- การกรีดหนึ่งในแปดของลำต้นวันเว้นสองวันร่วมกับการใช้ระบบ RRIMFLOW (S/8U d3. ETG99% RRIMFLOW - 50 - 36/y (9d)) จะใช้ฝาครอบพลาสติกใส เป็นตัวเก็บแก๊สเอทธิลีน โดยติดอุปกรณ์ดังกล่าวกับผิวเปลือกต้นยางที่ขูดเปลือกจนเรียบดีแล้วด้วยกาวสองหน้าชนิดพิเศษที่ติด

มาบริเวณฝาครอบ ตำแหน่งที่ติดฝาครอบพลาสติกจะเป็นด้านขวาเหนือรอยกรีดเล็กน้อย ทำการอัดแก๊สประมาณ 50 มิลลิลิตรทุกๆ 9 วัน (กรีด 3 ครั้งอัดแก๊ส 1 ครั้ง) หลังจากอัดแก๊สแล้วไม่น้อยกว่า 24 ชั่วโมงจึงทำการกรีดข้างด้วยรอยกรีดหนึ่งในแปดของลำต้นกรีดขึ้นบนโดยกรีดแบบลากมีดลง

- การกรีดหนึ่งในแปดของลำต้นวันเว้นสองวันร่วมกับการใช้ระบบ LET (S/8U d3. ETG60% LET - 40 - 48/y (6d)) จะใช้ฝาครอบเหล็กเป็นตัวเก็บฮอร์โมนและส่งผ่านแก๊สเอทิลีนโดยติดอุปกรณ์ดังกล่าวกับผิวเปลือกต้นยางที่ขูดเปลือกด้วยขอบของฝาครอบเองประมาณ 8-9 ครั้ง ตำแหน่งที่ติดฝาครอบอาจเป็นด้านซ้ายต่ำกว่ารอยกรีดเล็กน้อยทำการอัดแก๊สประมาณ 40 มิลลิลิตรทุกๆ 6 วัน (กรีด 2 ครั้งอัดแก๊ส 1 ครั้ง) หลังจากอัดฮอร์โมนแล้วไม่น้อยกว่า 24 ชั่วโมงจึงทำการกรีดข้างด้วยรอยกรีดหนึ่งในแปดของลำต้นกรีดขึ้นบนโดยกรีดแบบลากมีดลง

- การกรีดหนึ่งในแปดของลำต้นวันเว้นสองวันร่วมกับการใช้ระบบ Double Tex (S/8U d3. ETG99% Double Tex - 60 - 36/y (9d)) จะใช้หัวปล่อยพลาสติกเป็นตัวเก็บและส่งผ่านแก๊สเอทิลีนโดยติดอุปกรณ์ดังกล่าวกับผิวเปลือกต้นยางที่ผ่านการขูดเปลือกยางแล้ว ทำการอัดแก๊สประมาณ 60 มิลลิลิตรทุกๆ 9 วัน (กรีด 3 ครั้งอัดแก๊ส 1 ครั้ง) หลังจากอัดแก๊สแล้วไม่น้อยกว่า 24 ชั่วโมงจึงทำการกรีดข้างด้วยรอยกรีดหนึ่งในแปดของลำต้นกรีดขึ้นบนโดยกรีดแบบลากมีดลง

- การกรีดหนึ่งในแปดของลำต้นวันเว้นสองวันร่วมกับการใช้เอทธิฟอน (S/8U d3. ET5% Pa 1(2) 12/y (m)) จะใช้สารเคมีเร่งน้ำยางที่มีความเข้มข้น 5% ปริมาณ 1 กรัม โดยประมาณ ทาเป็นแถบกว้าง 2 เซนติเมตรเหนือรอยกรีด โดยไม่ต้องขูดเปลือกออก ใช้ 12 ครั้งต่อปี ทาเดือนละครั้ง หลังจากใช้สารเคมีเร่งน้ำยางแล้วไม่น้อยกว่า 24 ชั่วโมงจึงทำการกรีดข้างด้วยรอยกรีดหนึ่งในแปดของลำต้นกรีดขึ้นบนโดยกรีดแบบลากมีดลง

3. ข้อมูลที่บันทึก

3.1 ผลของสภาพอากาศ ต่อคุณสมบัติทางสรีรวิทยาของน้ำยาง

บันทึกสภาพอากาศแต่ละวัน เพื่อเฉลี่ยหรือรวมเป็นรายเดือน โดยใช้ข้อมูลจากสถานีตรวจอากาศหนองจิก จังหวัดปัตตานี ซึ่งอยู่ใกล้กับสถานีวิจัยและฝึกภาคสนามเทพา คณะทรัพยากรธรรมชาติมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ (ประมาณ 30 กิโลเมตร) ข้อมูลที่ใช้คือ อุณหภูมิสูงสุด-ต่ำสุด ค่าปริมาณน้ำฝนและค่าการคายระเหยของน้ำ

3.2 ผลของแก๊สเอทิลีน และสารเคมีเร่งน้ำยางต่อผลผลิตยาง

3.2.1 ผลผลิตยาง

เก็บผลผลิตยางก้อนถ้วยทุกครั้งกรีด โดยเก็บผลผลิตต้นต่อต้น น้ำยางก้อนถ้วยไปผึ่งแดดให้แห้ง จนน้ำหนักของยางคงที่ ใช้เวลาประมาณ 30 – 40 วัน บันทึกน้ำหนักแห้งของผลผลิตยางก้อนถ้วยดังกล่าว และคำนวณปริมาณผลผลิตตามวิธีของ พิสมย์ และคณะ (2546ก) ดังนี้

$$\text{- ผลผลิตกรัมต่อต้นต่อครั้งกรีด} = \text{น้ำหนักยางก้อนถ้วย/จำนวนก้อน}$$

$$\text{- ผลผลิตกิโลกรัมต่อต้นต่อปี} = \text{ผลผลิตยางก้อนถ้วยรวมตลอดการทดลอง}$$

3.2.2 ปริมาณเนื้อยางแห้ง (Dry Rubber Content ; DRC)

หาปริมาณเนื้อยางแห้งตามวิธีการของ สายัณห์ และคณะ (2553) ดังนี้ - สุ่มเก็บตัวอย่างน้ำยางในแต่ละสิ่งทดลองแยกแต่ละต้น

$$\text{- ชั่งน้ำหนักสด}$$

- หยดกรดอะซิดิกเพิ่มขึ้น 6% ประมาณ 3-5 หยดลงในน้ำอย่างผสมให้เข้ากัน ตั้งทิ้งไว้จนกว่ายางจะจับตัวเป็นก้อนใช้เวลาประมาณ 10-20 นาที รีดแผ่นยางให้บาง นำไปอบที่อุณหภูมิ 65 องศาเซลเซียส นาน 24 ชั่วโมง

- ชั่งน้ำหนักยางแห้ง

- คำนวณหาปริมาณเนื้อยางแห้งจากสูตร

$$\%DRC = (\text{น้ำหนักยางแห้ง} / \text{น้ำหนักยางสด}) \times 100$$

3.3 ผลของแก๊สเอทิลีนและสารเคมีเร่งน้ำยางต่อสรีรวิทยาของต้นยาง

3.3.1 ความสิ้นเปลืองเปลือก

วัดความสิ้นเปลืองเปลือกในทุก 3 เดือน โดยใช้สายวัด ทำการวัดความกว้างของรอยกรีด โดยให้สายวัดตั้งฉากระหว่างรอยกรีดแรกกับรอยกรีดสุดท้าย นำค่าที่ได้มาหารด้วยจำนวนวันกรีด ทำให้ได้ค่าความสิ้นเปลืองเปลือกในแต่ละครั้งกรีด และความสิ้นเปลืองเปลือกในแต่ละเดือน (จุริรัตน์, 2553)

3.3.2 การเจริญเติบโตทางลำต้น

ก่อนการทดลองวัดเส้นรอบวงของลำต้นที่ความสูง 1.70 เมตร หลังจากนั้นทำการวัดเส้นรอบวงของลำต้นทุก 3 เดือน

3.3.3 การแสดงอาการเปลือกแห้ง (Dry Cut Length; DCL)

ทำการประเมินอาการเปลือกแห้งของต้นยางพารา 2 ครั้งในรอบปี คือ เดือนพฤษภาคม และเดือนตุลาคม ตามวิธีการของ พเยาว์ และคณะ (2553) ซึ่งเป็นการประเมินความยาวของรอยกรีดที่

น้ำยางไหลด้วยสายตา ผู้ประเมินต้องสังเกตการณ์ไหลของน้ำยางทันทีที่กรีด และต้องแน่ใจว่ารอยกรีดที่ไม่มีน้ำยางไหลออกมานั้นไม่ได้เกิดจากรอยกรีดขึ้น แบ่งการประเมินออกเป็น 7 ระดับ ดังนี้

ระดับ 0	=	รอยกรีดปกติมีน้ำยางไหลตลอดความยาวรอยกรีด
ระดับ 1	=	รอยกรีดแห้ง 1-20% ของความยาวรอยกรีด
ระดับ 2	=	รอยกรีดแห้ง 21-40% ของความยาวรอยกรีด
ระดับ 3	=	รอยกรีดแห้ง 41-60% ของความยาวรอยกรีด
ระดับ 4	=	รอยกรีดแห้ง 61-80% ของความยาวรอยกรีด
ระดับ 5	=	รอยกรีดแห้ง 81-100% ของความยาวรอยกรีด
ระดับ 6	=	รอยกรีดแห้งสนิท ไม่มีน้ำยางไหลตลอดรอยกรีด

แล้วคำนวณอาการเปลือกแห้งจากสูตร
$$\%DCL = \frac{[\sum_{i=0}^6(cn_i)]}{T_n} \times 100$$

เมื่อ $\sum_{i=0}^6$ = ระดับการประเมินอาการเปลือกแห้งตั้งแต่ 0 ถึง 6
 c = ค่า coefficient ของอาการเปลือกแห้งแต่ละระดับ ระดับ 1 = 0.1
 ระดับ 2 = 0.3 ระดับ 3 = 0.5 ระดับ 4 = 0.7 ระดับ 5 = 0.9
 ระดับ 6 = 1.0
 n_i = จำนวนต้นที่แสดงอาการเปลือกแห้งในแต่ละระดับ
 T_n = จำนวนต้นทั้งหมด

3.4 ผลของแก๊สเอทิลีนและสารเคมีเร่งน้ำยางต่อสรีรวิทยาของน้ำยาง

ทำการศึกษาสรีรวิทยาของน้ำยางตามวิธีการที่รายงาน โดยศูนย์วิจัยยางชะเชิงตรา

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

3.4.1 การเก็บตัวอย่างน้ำยาง

เตรียมสารละลายในการเก็บน้ำยางเพื่อป้องกันการจับตัวของน้ำยาง ในที่นี้คือ EDTA ความเข้มข้น 0.01% ใส่หลอดทดลองฝาเกลียวที่ทราบน้ำหนักหลอดเปล่า ปริมาตร 5 มิลลิลิตร จากนั้นชั่งน้ำหนักหลอดทดลองดังกล่าวอีกครั้ง ทำการเก็บตัวอย่างน้ำยางแบบ 1 ต้นต่อหนึ่งตัวอย่าง ในช่วงเช้าตรู่ (ประมาณ 6:00 น. หรือ ก่อนการกรีดยาง 1 วัน) โดยใช้แท่งเหล็กเจาะเปลือกยางเข้าไปจนถึงชั้นเนื้อไม้บริเวณใต้รอยกรีดยาง 5 เซนติเมตร แทะหลอดช่วยลำเลียงน้ำยาง ทั้งน้ำยาง 2 หยดแรกออกและเก็บน้ำยาง 10 หยดต่อมาใส่หลอดทดลอง หลังจากนั้นนำหลอดทดลองมาชั่งน้ำหนักเพื่อคำนวณค่าน้ำหนักสดของน้ำยาง เติม TCA ความเข้มข้น 20% หลอดละ 0.715 มิลลิลิตร เพื่อให้ยางจับตัวเป็นก้อน และนำหลอดทดลองทั้งหมดแช่ไว้ในอุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียสจนกระทั่งทำการวิเคราะห์น้ำยาง (สามารถเก็บไว้ได้ 48 ชั่วโมง) เมื่อมาถึงห้องปฏิบัติการ นำหลอดตัวอย่างน้ำยางมาปั่นเพื่อแยกส่วนของเนื้อยาง และส่วนของสารละลายน้ำยาง ส่วนของเนื้อยางนำไปหาปริมาณเนื้อยางแห้ง โดยนำไปอบที่ อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง ส่วนสารละลายน้ำยางนำไปหาปริมาณน้ำตาลซูโครส อนินทรีย์ ฟอสฟอรัส และรีดิวส์ไรออล ดังนี้

ก่อนการศึกษาสารรีดิวส์ของน้ำยาง หรือการวิเคราะห์องค์ประกอบชีวเคมีน้ำยาง จะต้องทำ standard curve ของ พารามิเตอร์แต่ละตัว เพื่อหาค่าสัมประสิทธิ์การดูดกลืนแสง (K) ของสารละลาย โดยกำหนดยอมรับค่าสัมประสิทธิ์การดูดกลืนแสงจากการทำ standard curve ดังนี้

$K_{\text{Suc ปกติ}}$	=	1.90 – 2.00
$K_{\text{Suc ต่ำ}}$	=	ใกล้เคียง 0.9
$K_{\text{Suc สูง}}$	=	ใกล้เคียง 4.0
K_{pi}	=	4.00-4.20
$K_{\text{R-SH}}$	=	0.12-0.14

3.4.2 การวิเคราะห์หาปริมาณของแข็งทั้งหมด

ปริมาณของแข็งทั้งหมดหรือปริมาณเนื้อยางแห้ง ข้อมูลที่ได้แสดงเป็นเปอร์เซ็นต์ โดยเก็บน้ำยาง 10 หยด/ตัน (ใช้น้ำยางจากการวิเคราะห์ห้องปฏิบัติการทางชีวเคมีข้างต้น) เริ่มจากชั่งน้ำหนักหลอดเปล่าทุกหลอด (T) เติม EDTA ความเข้มข้น 0.01% ปริมาตร 5 มิลลิลิตร ในหลอด (T + E) เมื่อเก็บน้ำยางใส่หลอดแล้วนำมาชั่งน้ำหนักอีกครั้งหนึ่ง (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) ที่ผ่านการอบ มาชั่งน้ำหนักแต่ละก้อน คำนวณปริมาณเนื้อยางแห้ง

ตามสูตร เปอร์เซ็นต์เนื้อยางแห้ง (DRC) = $(DW/ FW) \times 100$

เมื่อ $FW =$ น้ำหนักน้ำยางสดในหน่วยกรัม

$DW =$ น้ำหนักยางแห้งในหน่วยกรัม

3.4.3 การวิเคราะห์หาปริมาณน้ำตาลซูโครส

อาศัยหลักการปฏิกิริยา colormetric reaction ของซูโครส โดยให้กรดที่มีความเข้มข้นสูง ๆ ทำให้น้ำตาลเฮกโซสแตกตัวให้อนุพันธ์ที่เรียกว่า furfural derivative ซึ่งจะทำปฏิกิริยาได้ดีกับ anthrone โดยน้ำตาลฟรุกโตสจะทำปฏิกิริยาอย่างรวดเร็วแม้ขณะที่ยังคงเป็นส่วนหนึ่งของโมเลกุลซูโครส ส่วนน้ำตาลกลูโคสต้องนำไปอุ่นที่อุณหภูมิ 90 องศาเซลเซียส ก่อนจึงจะเข้าทำปฏิกิริยา โดยขั้นตอนการวิเคราะห์เริ่มจากนำหลอดแก้วที่มีฝาปิดแต่ละหลอด 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 ที่ความยาวช่วงคลื่น 627 นาโนเมตร

กรณี ที่มีน้ำตาลซูโครสต่ำ หากวัดค่าการดูดกลืนแสงได้ต่ำกว่า 0.2 ให้ปรับปริมาณสาร เป็น TCA ความเข้มข้น 2.5% ปริมาตร 250 ไมโครลิตร สารละลายน้ำยาง ปริมาตร 250 ไมโครลิตร และ anthrone reactive ปริมาตร 3 มิลลิลิตร

กรณี ที่มีน้ำตาลซูโครสสูง หากวัดค่าการดูดกลืนแสงได้สูงกว่า 0.8 ให้ปรับปริมาณ สาร 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 $[Suc] \text{ mM} = OD \times K \times [(FW + W1 + W2) / FW]$

- เมื่อ
- OD = ค่าที่อ่านได้จากเครื่องวัดการดูดกลืนแสง
 - K = ค่าสัมประสิทธิ์การดูดกลืนแสงของน้ำตาลซูโครสจาก standard curve
 - FW = น้ำหนักน้ำยางสดในหน่วยกรัม
 - W1 = น้ำหนักน้ำกลั่นต่อหลอดในหน่วยกรัม (standard CRRC = 5 กรัม)
 - W2 = น้ำหนักของ TCA ความเข้มข้น 20% ซึ่งใช้ในการชักนำให้น้ำยางเกิดการตกตะกอน (standard CRRC = 0.715 กรัม)

3.4.4 การวิเคราะห์หาปริมาณอนินทรีย์ฟอสฟอรัส

อาศัยหลักการปฏิกิริยา colormetric reaction ของอนินทรีย์ฟอสฟอรัส คือ จะสร้าง พันธะกับ molybdate และ vanadate เกิดเป็นสารประกอบซึ่งดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 410 นาโน เมตรโดยการนำหลอดแก้วที่มีฝาปิด เดิม TCA ความเข้มข้น 2.5% ปริมาตร 1 มิลลิลิตร สารละลายน้ำ ยาง 500 ไมโครลิตร และ Pi (IN) reactive ปริมาตร 3 มิลลิลิตร ปิดฝาหลอด นำไปปั่นกับ vortex ที่ 5 นาทีก่อน หลังจากนั้นนำไปอ่านค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 410 นาโนเมตร คำนวณความเข้มข้น ของอนินทรีย์ฟอสฟอรัสในหน่วย มิลลิโมล/น้ำยาง 1 ลิตร (mM/l)

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

- เมื่อ OD = ค่าที่อ่านได้จากเครื่องวัดการดูดกลืนแสง
 K = ค่าสัมประสิทธิ์การดูดกลืนแสงของอนินทรีย์ฟอสเฟอรัส จาก standard curve
 FW = น้ำหนักน้ำยางสดในหน่วยกรัม
 W1 = น้ำหนักน้ำกลั่นต่อหลอดในหน่วยกรัม (standard CRRC = 5 กรัม)
 W2 = น้ำหนักของ TCA ความเข้มข้น 20% ซึ่งใช้ในการชักนำให้น้ำยางเกิดการตกตะกอน (standard CRRC = 0.715 กรัม)

3.4.5 การวิเคราะห์หาปริมาณรีดิวส์ไซออล

อาศัยหลักการปฏิกิริยา colormetric reaction ของรีดิวส์ไซออล คือ ทำปฏิกิริยากับ dithiobisnitrobenzoic acid (DTNB) เกิดเป็นสารประกอบ TNB ซึ่งดูดกลืนแสงได้ดีที่ความยาวคลื่น 412 นาโนเมตร โดยการนำหลอดแก้วที่มีฝาปิด เติม Teis ความเข้มข้น 0.5 M ปริมาตร 1 มิลลิลิตร สารละลายน้ำยาง ปริมาตร 1.5 มิลลิลิตร DTNB ปริมาตร 50 ไมโครลิตร ปิดฝาหลอด นำไปปั่นกับ vortex ทิ้งไว้ 5 นาที หลังจากนั้นนำไปอ่านค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 412 นาโนเมตร คำนวณความเข้มข้นของรีดิวส์ไซออลในหน่วย มิลลิโมล/น้ำยาง 1 ลิตร

ตามสูตร $[R-SH] \text{ mM} = OD \times K \times [(FW + W1 + W2) / FW]$

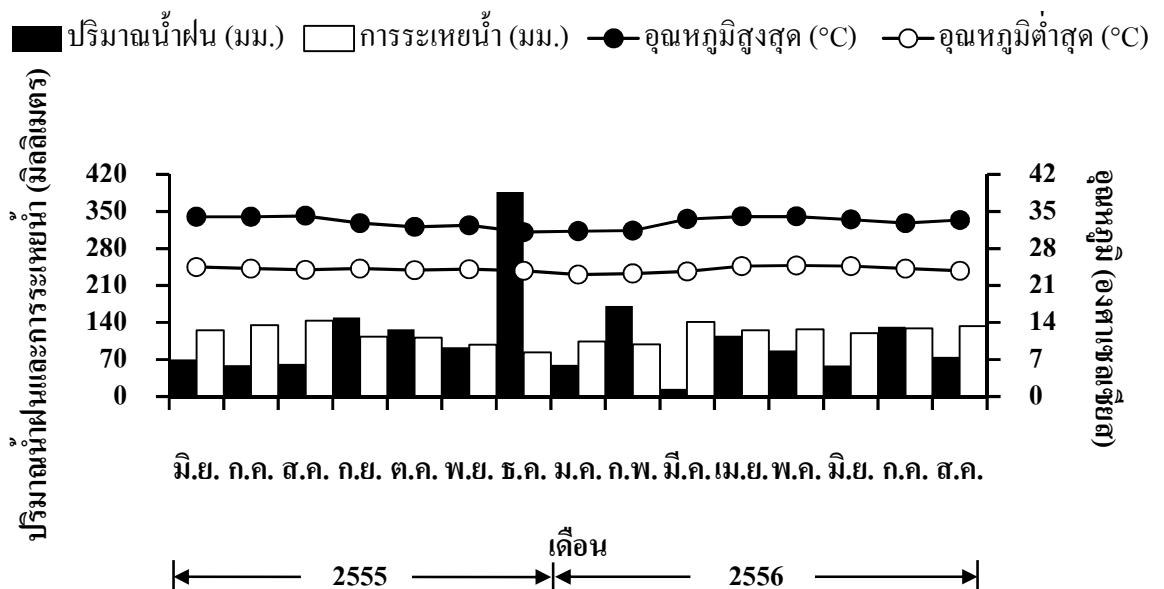
- เมื่อ OD = ค่าที่อ่านได้จากเครื่องวัดการดูดกลืนแสง
 K = ค่าสัมประสิทธิ์การดูดกลืนแสงของรีดิวส์ไซออลจาก standard curve
 FW = น้ำหนักน้ำยางสดในหน่วยกรัม
 W1 = น้ำหนักน้ำกลั่นต่อหลอดในหน่วยกรัม (standard CRRC = 5 กรัม)
 W2 = น้ำหนักของ TCA ความเข้มข้น 20% ซึ่งใช้ในการชักนำให้น้ำยางตกตะกอน (standard CRRC = 0.715 กรัม)

บทที่ 3

ผล

1. ข้อมูลสภาพอากาศ

สภาวะอากาศระหว่างเดือนมิถุนายน 2555 ถึงเดือนสิงหาคม 2556 ประกอบด้วย ปริมาณน้ำฝน ค่าการระเหยน้ำ อุณหภูมิสูงสุด และอุณหภูมิต่ำสุด ได้รับข้อมูลจากสถานีตรวจอากาศ อำเภอหนองจิก จังหวัดปัตตานี จากข้อมูลอากาศระหว่างการทดลองพบว่า ค่าอุณหภูมิสูงสุดและต่ำสุด มีค่าใกล้เคียงกันตลอดการทดลอง มีการกระจายตัวของฝนอย่างสม่ำเสมอ ยกเว้นในเดือนธันวาคม มีปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยสูงสุด วัดได้ 387 มิลลิเมตร ส่วนค่าการระเหยน้ำผันตามปริมาณน้ำฝน (ภาพที่ 2)

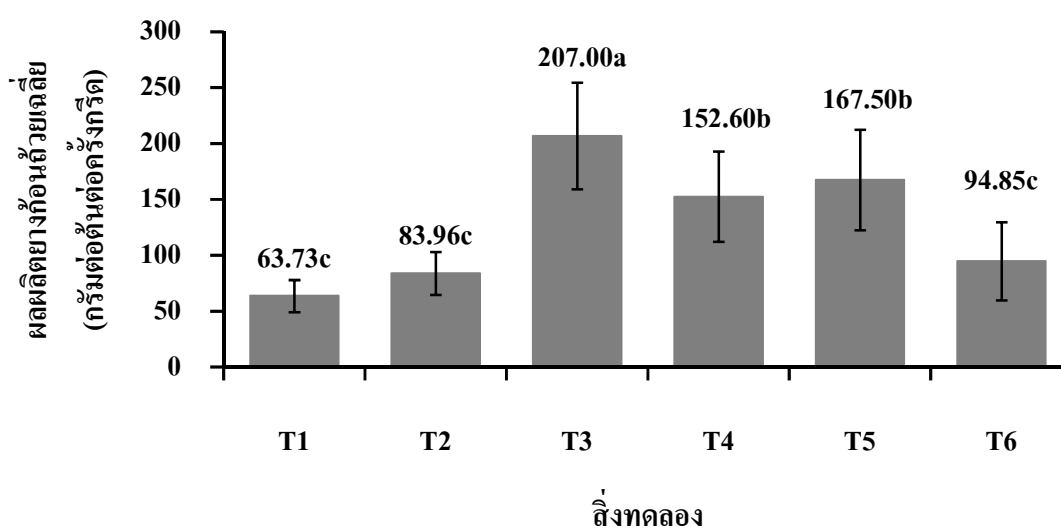


ภาพที่ 2 ปริมาณน้ำฝน ค่าการระเหยน้ำ และอุณหภูมิสูงสุด – ต่ำสุด ของเดือนมิถุนายน 2555 – เดือนสิงหาคม 2556 จากสถานีตรวจอากาศ อำเภอหนองจิก จังหวัดปัตตานี

2. ผลของแก๊สเอทิลีน และสารเคมีเร่งน้ำยางต่อผลผลิตยาง

2.1 ผลผลิตยางก้อนถ้วยเฉลี่ย

จากการเก็บผลผลิตยางก้อนถ้วยเฉลี่ยในหน่วยกรัมต่อต้นต่อครั้งกรีด ช่วงเดือน มิถุนายน 2555 ถึงเดือนสิงหาคม 2556 พบว่าการใช้ระบบกรีดแบบ T3 ให้ผลผลิตยางก้อนถ้วยเฉลี่ย สูงสุด 207.00 กรัมต่อต้นต่อครั้งกรีด รองลงมาคือการใช้ระบบกรีดแบบ T5, และ T4 ให้ผลผลิต 167.50, 152.60 กรัมต่อต้นต่อครั้งกรีด และระบบกรีดแบบ T6, T2 และ T1 ให้ผลผลิต 94.85, 83.96 และ 63.73 กรัมต่อต้นต่อครั้งกรีด ตามลำดับ เมื่อนำข้อมูลผลผลิตของแต่ละระบบกรีดมาเปรียบเทียบความแตกต่าง ทางสถิติ พบว่ามีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง (ภาพที่ 3)



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)

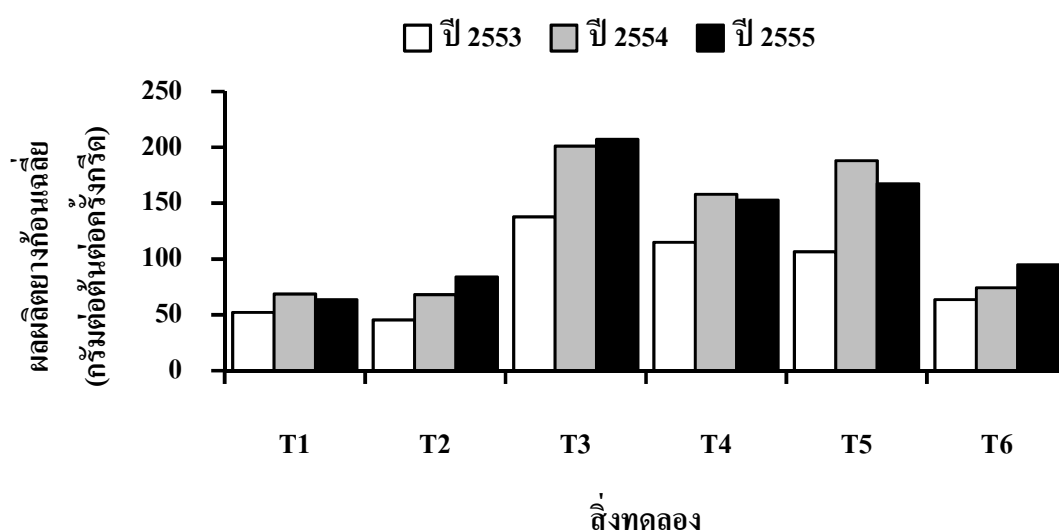
T5= S/8U d3.ETG99% Double Tex - 60 - 36/y (9d)

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

ภาพที่ 3 เปรียบเทียบผลผลิตยางก้อนถ้วยเฉลี่ย (กรัมต่อต้นต่อครั้งกรีด) ของระบบกรีด 6 สิ่งทดลอง

ในช่วงเดือนมิถุนายน 2555 – เดือนสิงหาคม 2556

และจากการนำข้อมูลผลผลิตยางก้อนถ้วยเฉลี่ยในหน่วยกรัมต่อต้นต่อครั้งกรีดไป เปรียบเทียบกับการใช้แก๊สเอทิลีนในปี 2553 และปี 2554 (ภาพที่ 4) พบว่าทั้ง 3 ปี สิ่งทดลองที่มีการใช้แก๊สเอทิลีน T3, T4 และ T5 ให้ผลผลิตยางก้อนถ้วยต่อครั้งกรีดสูงกว่าการใช้เอทิลีน (T6) ระบบกรีดแบบ T3 มีแนวโน้มให้ผลผลิตสูงสุด แสดงให้เห็นว่าในช่วง 3 ปี ระบบการอัดแก๊สเอทิลีนให้ผลผลิตต่อครั้งกรีดสูงกว่าการใช้ระบบกรีดปกติ และการใช้เอทิลีน โดยเฉพาะการใช้แก๊สเอทิลีนด้วยระบบ RRIMFLOW ให้ผลผลิตเฉลี่ยต่อต้นต่อครั้งกรีดสูงสุด ส่วนการใช้ระบบ LET และ Double Tex ให้ผลผลิตไม่แตกต่างกัน



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)

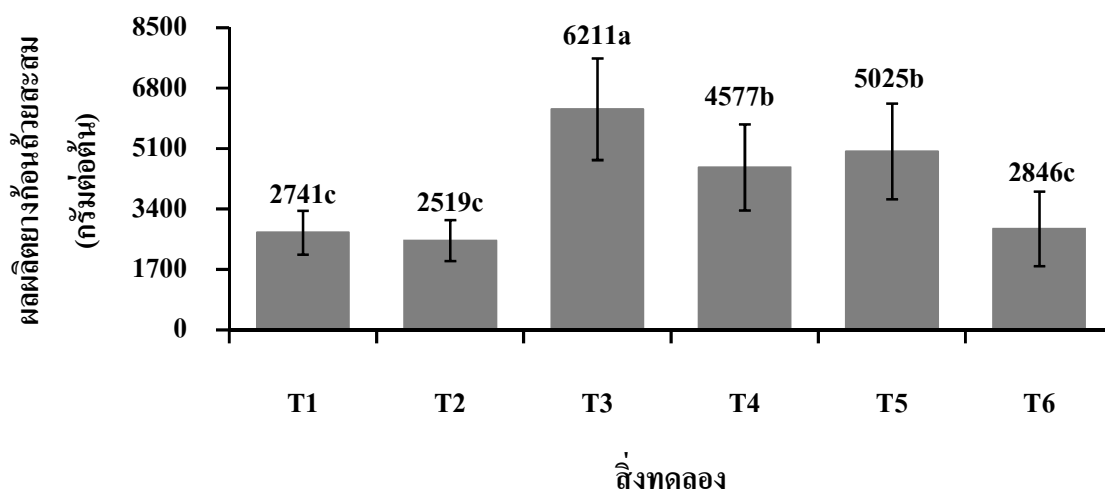
T6= S/8U d3. ET5% Pa 1(2) 12/y (m)

ภาพที่ 4 เปรียบเทียบผลผลิตยางก้อนถ้วยเฉลี่ย (กรัมต่อต้นต่อครั้งกรีด) ของระบบกรีด 6 สิ่งทดลอง ในช่วง 3 ปี ต่อเนื่อง

ที่มา : ดัดแปลงจาก Sainoi และคณะ (2012)

2.2 ผลผลิตยางก้อนถ้วยสะสม

จากการเก็บผลผลิตยางก้อนถ้วยสะสมในหน่วยกรัมต่อต้น ช่วงเดือนมิถุนายน 2555 ถึงเดือนสิงหาคม 2556 พบว่าการใช้ระบบกรีดแบบ T3 ให้ผลผลิตยางก้อนถ้วยสะสมสูงสุด 6211 กรัมต่อต้น รองลงมาคือการใช้ระบบกรีดแบบ T5, T4, T6, T2 และ T1 ให้ผลผลิต 5,025, 4,577, 2,846, 2,741 และ 2,519 กรัมต่อต้นตามลำดับ เมื่อนำข้อมูลผลผลิตของแต่ละระบบกรีดมาเปรียบเทียบความแตกต่างทางสถิติ พบว่ามีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง (ภาพที่ 5) แสดงให้เห็นว่าในปีที่ 3 ระบบการอัดแก๊สเอทธิลีนให้ผลผลิตยางก้อนถ้วยสะสมสูงกว่าการใช้ระบบกรีดปกติ และการใช้เอทธิลีน โดยเฉพาะการใช้แก๊สเอทธิลีนด้วยระบบ RRIMFLOW ให้ผลผลิตยางก้อนถ้วยสะสมสูงสุด ส่วนการใช้ระบบ LET และ Double Tex ให้ผลผลิตไม่แตกต่างกัน ในขณะที่การใช้ระบบกรีดหนึ่งในสามของลำต้น กรีดสองวันเว้นหนึ่งวัน (T1) ให้ผลผลิตไม่ต่างกับการใช้ระบบกรีดหนึ่งในแปดของลำต้น กรีดหนึ่งวันเว้นสองวัน (T2)



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)

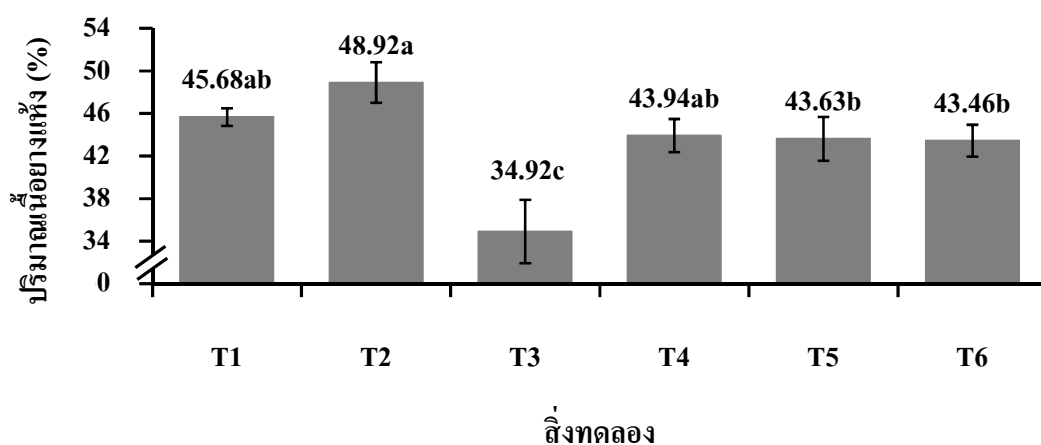
T6= S/8U d3. ET5% Pa 1(2) 12/y (m)

ภาพที่ 5 เปรียบเทียบผลผลิตยางก้อนถ้วยสะสม (กรัมต่อต้น) ของระบบกรีด 6 สิ่งทดลองในช่วงเดือน

มิถุนายน 2555 – เดือนสิงหาคม 2556

2.3 ปริมาณเนื้อยางแห้ง

จากการเก็บตัวอย่างน้ำยางและคำนวณหาปริมาณเนื้อยางแห้ง (เปอร์เซ็นต์) ช่วงเดือน มิถุนายน 2555 ถึงเดือนสิงหาคม 2556 พบว่า การใช้ระบบกรีดแบบต่างๆ มีปริมาณเนื้อยางแห้งอยู่ในช่วง 34.92% – 48.92% การใช้ระบบกรีดแบบ T2 มีปริมาณเนื้อยางแห้งสูงสุด 48.92% รองลงมาคือ การใช้ระบบกรีดแบบ T1, T4, T5, และ T6 มีปริมาณเนื้อยางแห้งเท่ากับ 45.68%, 43.94%, 43.63% และ 43.63% ตามลำดับ สำหรับระบบกรีดแบบ T3 มีปริมาณเนื้อยางแห้งต่ำสุด 34.92% ซึ่งมีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง (ภาพที่ 6) แสดงให้เห็นว่าการใช้แก๊สเอทริลีนด้วยระบบ RRIMFLOW ในปี 3 ส่งผลให้ต้นยางมีปริมาณเนื้อยางแห้งต่ำกว่าการใช้แก๊สเอทริลีนด้วยระบบอื่นๆ อย่างเห็นได้ชัด



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)

ภาพที่ 6 เปรียบเทียบปริมาณเนื้อยางแห้งเฉลี่ย (เปอร์เซ็นต์) ของระบบกรีด 6 สิ่งทดลองตั้งแต่เดือน มิถุนายน 2555 – เดือนสิงหาคม 2556

3. ผลของแก๊สเอทิลีนและสารเคมีเร่งน้ำยางต่อสรีรวิทยาของต้นยาง

3.1 ความสิ้นเปลืองเปลือก

ผลของการกรีดยางต่อความสิ้นเปลืองเปลือกของแต่ละระบบกรีดในช่วงเดือนมิถุนายน 2555 ถึงเดือนสิงหาคม 2556 พบว่า การใช้ระบบกรีดแบบ T1 มีความสิ้นเปลืองเปลือกสูงสุด 65.10 เซนติเมตร ซึ่งมีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง รองลงมาคือการใช้ระบบกรีดแบบ T3, T4, T2, T6 และ T5 มีความสิ้นเปลืองเปลือกเท่ากับ 57.94, 56.15, 54.72, 53.50 และ 53.04 เซนติเมตร ตามลำดับ (ตารางที่ 2) แสดงให้เห็นว่าการลดความถี่ของการกรีดโดยการใช้แก๊สเอทิลีน และเอทิลฟอนสามารถช่วยลดการสูญเสียเปลือกของหน้ากรีดได้

ตารางที่ 2 ความสิ้นเปลืองเปลือกของระบบกรีด 6 สิ่งทดลอง ในช่วงเดือนมิถุนายน 2555 – เดือนสิงหาคม 2556

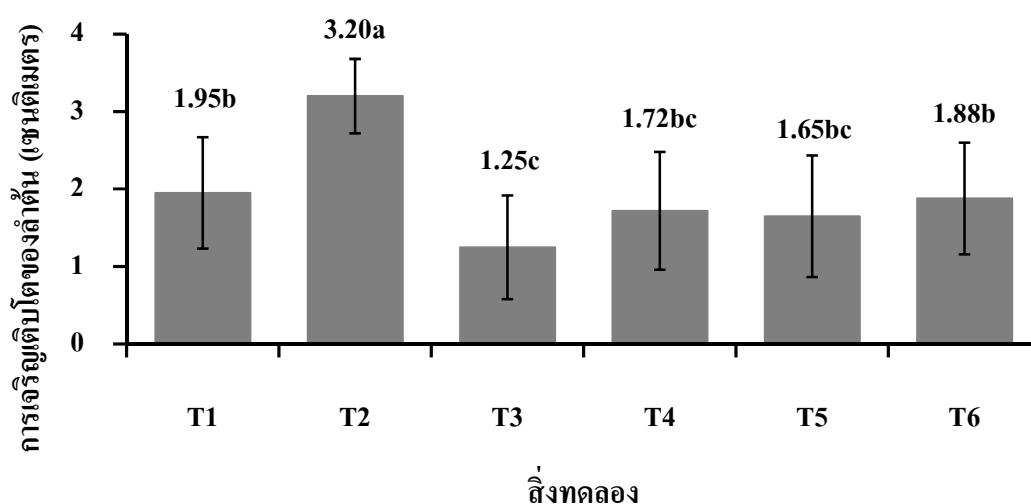
สิ่งทดลอง	ความสิ้นเปลืองเปลือก (เซนติเมตร)
T1 : S/3U d1 2d/3	65.10a
T2 : S/8U d3	54.72bc
T3 : S/8U d3.ETG99% RRIMFLOW - 50 - 36/y (9d)	57.94b
T4 : S/8U d3. ETG60%LET - 40 - 48/y (6d)	56.15bc
T5 : S/8U d3.ETG99% Double Tex - 60 - 36/y (9d)	53.04c
T6 : S/8U d3. ET5% Pa 1(2) 12/y (m)	53.50c
F-test	**
C.V. (%)	8.13

หมายเหตุ : ** มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง

ค่าเฉลี่ยที่กำกับด้วยตัวอักษรต่างกันในกลุ่มเดียวกันแสดงว่ามีความแตกต่างทางสถิติ จากการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's Multiple Range Test

3.2 การเจริญเติบโตทางลำต้น

จากการวัดการเจริญเติบโตของลำต้นยางพาราในแต่ละระบบกรีดในช่วงเดือน มิถุนายน 2555 ถึงเดือนสิงหาคม 2556 พบว่าการใช้ระบบกรีดแบบ T2 มีการเจริญเติบโตทางลำต้น สูงสุด 3.20 เซนติเมตร รองลงมาคือการใช้ระบบกรีดแบบ T1, T6, T4, T5 และ T3 มีการเจริญเติบโตทาง ลำต้น 1.95, 1.88, 1.72, 1.65 และ 1.25 เซนติเมตร ตามลำดับ เมื่อนำข้อมูลการเจริญเติบโตของแต่ละ ระบบกรีดมาเปรียบเทียบความแตกต่างทางสถิติ พบว่ามีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง (ภาพที่ 7)



T1= S/3U d1 2d/3

T2= S/8U d3

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

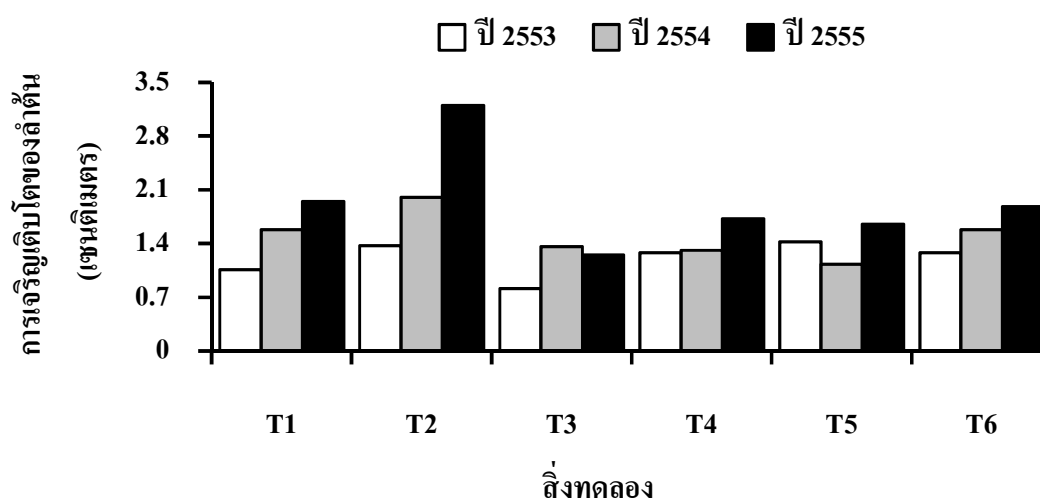
T4= S/8U d3. ETG60%LET - 40 - 48/y (6d)

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

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

ภาพที่ 7 เปรียบเทียบการเจริญเติบโตของลำต้น (เซนติเมตร) ของระบบกรีด 6 สิ่งทดลอง ในช่วง เดือนมิถุนายน 2555 – เดือนสิงหาคม 2556

และจากการนำข้อมูลการเจริญเติบโต ของแต่ละปีมาเปรียบเทียบกัน (ภาพที่ 8) พบว่าการใช้ระบบกริดแบบ T2 มีการเจริญเติบโตทางลำต้นสูงสุด รองลงมาคือการใช้ระบบกริดแบบ T1, T6, T5, T4 และ T3 ตามลำดับ



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)

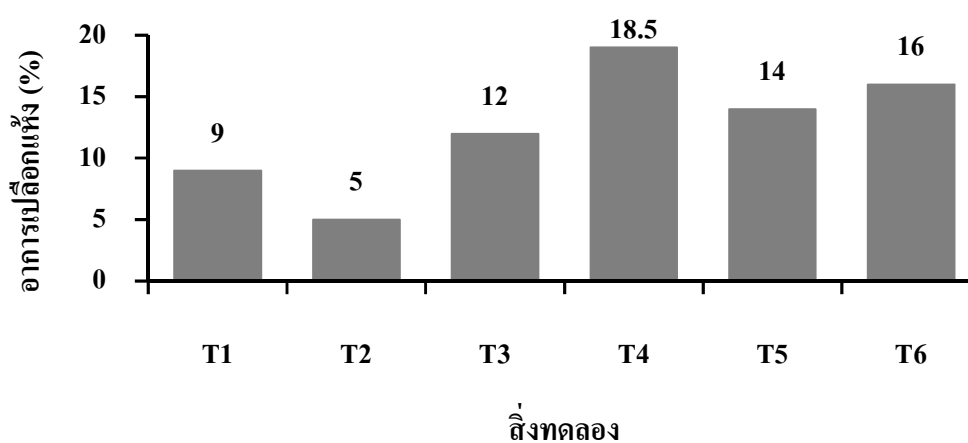
ภาพที่ 8 เปรียบเทียบการเจริญเติบโตของลำต้น (เซนติเมตร) ของระบบกริด 6 สิ่งทดลอง ในช่วง 3 ปี ต่อเนื่อง

ที่มา : ดัดแปลงจาก Sainoi และคณะ (2012)

3.3 การแสดงอาการเปลือกแห้ง

การแสดงอาการเปลือกแห้งเป็นลักษณะความผิดปกติของการไหลของน้ำที่ทำให้ผลผลิตลดลงจนกระทั่งไม่สามารถเก็บผลผลิตได้ จากการศึกษาการแสดงผลการเปลือกแห้งในช่วงเดือนมิถุนายน 2555 ถึงเดือนสิงหาคม 2556 ซึ่งผ่านการทดลองการใช้แก๊สเอทิลีน และสารเคมีเร่งน้ำ

ขางมาแล้ว 2 ปี พบว่าแต่ละระบบกรี๊ดมีการแสดงอาการเปลือกแห้งในช่วง 5% – 18.5% การใช้ระบบกรี๊ดแบบ T4 มีการแสดงอาการเปลือกแห้งสูงสุด 18.5% รองลงมาคือ การใช้ระบบกรี๊ดแบบ T6, T5, T3, T1 และ T2 มีการแสดงอาการเปลือกแห้งเท่ากับ 16%, 14%, 12%, 9% และ 5% ตามลำดับ (ภาพที่ 9) แสดงให้เห็นว่าการใช้แก๊สเอทิลีนด้วยระบบต่างๆ ในช่วง 3 ปีส่งผลให้ต้นขางมีการแสดงอาการเปลือกแห้งสูงกว่าการใช้ระบบกรี๊ดปกติ



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)

ภาพที่ 9 เปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์อาการเปลือกแห้ง ของระบบกรี๊ด 6 สิ่งทดลอง ในช่วงเดือน

มิถุนายน 2555 – เดือนสิงหาคม 2556

4. ผลของแก๊สเอทิลีนและสารเคมีเร่งน้ำยางต่อสรีรวิทยาของน้ำยาง

4.1 ปริมาณของแข็งทั้งหมด

ปริมาณของแข็งทั้งหมด มีค่าใกล้เคียงกับปริมาณเนื้อยางแห้ง (DRC) 90% ของปริมาณของแข็งทั้งหมดในน้ำยางเป็น DRC จากการหาปริมาณของแข็งทั้งหมดในน้ำยาง ช่วงเดือนกรกฎาคม 2555 ถึงเดือนสิงหาคม 2556 พบว่า ในแต่ละเดือนสิ่งทดลองที่ใช้แก๊สเอทิลีนด้วยระบบ RRIMFLOW (T3) มีปริมาณของแข็งทั้งหมดต่ำสุด ยกเว้นในเดือน กันยายน ตุลาคม และ มิถุนายน แต่ละสิ่งทดลองมีปริมาณของแข็งทั้งหมดไม่แตกต่างกัน อย่างไรก็ตามจากการหาค่าเฉลี่ยปริมาณของแข็งทั้งหมด ของทุกเดือน พบว่าการใช้แก๊สเอทิลีนด้วยระบบ RRIMFLOW (T3) มีปริมาณของแข็งทั้งหมดเฉลี่ยต่ำสุด 42.07% ซึ่งมีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง (ตารางที่ 3) และจากการนำข้อมูลปริมาณของแข็งทั้งหมด ของแต่ละปีมาเปรียบเทียบกัน (ตารางที่ 4) พบว่า ในปี 2553 การใช้ระบบกรี๊ดแบบต่างๆ มีปริมาณของแข็งทั้งหมดอยู่ในช่วง 33.40% – 43.38% การใช้ระบบกรี๊ดแบบ T2 มีปริมาณของแข็งทั้งหมดสูงสุด 43.38% รองลงมาคือการใช้ระบบกรี๊ดแบบ T6, T4, T1, และ T5 มีปริมาณของแข็งทั้งหมดเท่ากับ 42.06%, 40.09%, 39.31% และ 38.85% ตามลำดับ สำหรับระบบกรี๊ดแบบ T3 มีปริมาณของแข็งทั้งหมดต่ำสุด 33.40% ซึ่งมีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ในปี 2554 การใช้ระบบกรี๊ดแบบต่างๆ มีปริมาณของแข็งทั้งหมด อยู่ในช่วง 40.34% – 52.66% สูงกว่าปี 2553 การใช้ระบบกรี๊ดแบบ T6 มีปริมาณของแข็งทั้งหมดสูงสุด 52.66% รองลงมาคือการใช้ระบบกรี๊ดแบบ T2, T4, T1, และ T5 มีปริมาณของแข็งทั้งหมดเท่ากับ 48.49%, 47.59%, 46.94% และ 45.42% ตามลำดับ สำหรับระบบกรี๊ดแบบ T3 มีปริมาณของแข็งทั้งหมดต่ำสุด 40.34% ซึ่งมีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ในปี 2555 การใช้ระบบกรี๊ดแบบต่างๆ มีปริมาณของแข็งทั้งหมดอยู่ในช่วง 42.07% – 48.40% การใช้ระบบกรี๊ดแบบ T1 มีปริมาณของแข็งทั้งหมดสูงสุด 48.40% รองลงมาคือการใช้ระบบกรี๊ดแบบ T2, T6, T4, และ T5 มีปริมาณของแข็งทั้งหมดเท่ากับ 47.35%, 47.24%, 47.13% และ 45.04% ตามลำดับ สำหรับระบบกรี๊ดแบบ T3 มีปริมาณของแข็งทั้งหมดต่ำสุด 42.07% ซึ่งมีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ส่วนปริมาณเนื้อยางแห้งเฉลี่ยทั้ง 3 ปี พบว่าอยู่ในช่วง 37.85% –

46.11% การใช้ระบบกรีดแบบ T6 มีปริมาณของแข็งทั้งหมดสูงสุด 46.11% รองลงมาคือการใช้ระบบกรีดแบบ T2, T4, T1 และ T5 มีปริมาณของแข็งทั้งหมดเท่ากับ 45.73%, 43.84%, 43.50% และ 42.33% ตามลำดับ สำหรับระบบกรีดแบบ T3 มีปริมาณของแข็งทั้งหมดต่ำสุด 37.85% ตามลำดับ ซึ่งมีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง

ตารางที่ 3 ปริมาณของแข็งทั้งหมดในน้ำยางของระบบกรีด 6 สิ่งทดลองในช่วงเดือนกรกฎาคม 2555 – เดือนสิงหาคม 2556

สิ่งทดลอง	ปริมาณของแข็งทั้งหมด (%)								
	ก.ค.	ก.ย.	ต.ค.	ธ.ค.	ก.พ.	มี.ย.	ก.ค.	ส.ค.	เฉลี่ย
T1	50.04a	50.10	48.49	54.85abc	38.44ab	40.36	47.36a	45.18a	48.40a
T2	48.12a	50.78	51.12	55.75ab	42.13a	44.32	43.90ab	43.08a	47.35a
T3	35.41b	43.12	41.55	50.63c	30.33b	43.75	37.13b	39.18ab	42.07b
T4	43.78ab	56.30	48.74	53.24abc	39.30ab	38.46	44.22ab	41.47a	47.13a
T5	36.68b	49.23	46.65	57.09a	39.99ab	39.68	37.82b	34.22b	45.04ab
T6	50.20a	48.48	47.04	51.85bc	47.14a	42.86	44.57ab	41.68a	47.24a
F-test	**	ns	ns	*	**	ns	**	*	**
C.V. (%)	12.18	15.70	10.51	5.27	12.87	17.04	8.74	10.23	3.82

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)

หมายเหตุ : * มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ

** มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง

ns ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

ค่าเฉลี่ยที่กำกับด้วยตัวอักษรต่างกันในกลุ่มนี้เดียวกันแสดงว่ามีความแตกต่างทางสถิติ จากการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย โดยวิธี Duncan's Multiple Range Test

ตารางที่ 4 เปรียบเทียบปริมาณของแข็งทั้งหมดของ 6 สิ่งทดลองในช่วง 3 ปี ต่อเนื่อง

สิ่งทดลอง	ปริมาณของแข็งทั้งหมด (%)			
	ปี 2553	ปี 2554	ปี 2555	เฉลี่ย 3 ปี
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

หมายเหตุ : ** มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง

ค่าเฉลี่ยที่กำกับด้วยตัวอักษรต่างกันในกลุ่มเดียวกันแสดงว่ามีความแตกต่างทางสถิติจากการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's Multiple Range Test

ที่มา : ดัดแปลงจาก Sainoi และคณะ (2012)

4.2 ปริมาณน้ำตาลซูโครส

น้ำตาลซูโครสเป็นสารตั้งต้นในการสังเคราะห์น้ำยาง เป็นค่าที่แสดงถึงสถานะของคาร์โบไฮเดรตภายในต้นยาง จากการศึกษ ปริมาณน้ำตาลซูโครส ในหน่วย มิลลิโมลต่อลิตร ช่วงเดือนกรกฎาคม 2555 ถึงเดือนสิงหาคม 2556 พบว่า ในแต่ละเดือนสิ่งทดลองที่ใช้ระบบกรีดแบบ T2 มีปริมาณน้ำตาลซูโครสสูงสุด ส่วนสิ่งทดลองอื่นๆ มีปริมาณน้ำตาลซูโครสใกล้เคียงกัน และจากการหาค่าเฉลี่ยปริมาณน้ำตาลซูโครส ของทุกเดือน พบว่าทุกสิ่งทดลองมีปริมาณน้ำตาลซูโครสไม่แตกต่างกัน ยกเว้นสิ่งทดลองที่ใช้ระบบกรีดแบบ T2 มีปริมาณน้ำตาลซูโครสสูงสุด 11.55 มิลลิโมลต่อลิตร ซึ่งมีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง (ตารางที่ 5)

ตารางที่ 5 ปริมาณน้ำตาลซูโครสในน้ำยางของระบบกรีด 6 สิ่งทดลองในช่วงเดือนกรกฎาคม 2555 – เดือนสิงหาคม 2556

สิ่งทดลอง	ปริมาณน้ำตาลซูโครส (มิลลิโมลต่อลิตร)								
	ก.ค.	ก.ย.	ต.ค.	ธ.ค.	ก.พ.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	เฉลี่ย
T1	5.53	6.21	8.62a	11.55	7.21b	6.48	7.52ab	7.1a	8.25b
T2	10.77	7.45	8.54a	15.03	8.29b	10.83	9.95a	5.25ab	11.55a
T3	8.38	5.70	2.55b	9.83	6.07b	5.40	7.44ab	2.95b	6.81b
T4	7.73	5.04	2.78b	8.32	14.63a	9.21	5.14b	3.04b	6.78b
T5	7.79	5.23	2.90b	9.79	5.99b	9.56	4.98b	3.09b	6.82b
T6	6.97	7.31	3.60b	7.77	7.07b	8.42	7.08ab	5.38ab	7.91b
F-test	ns	ns	**	ns	**	ns	**	*	**
C.V. (%)	37.84	37.14	30.09	28.54	21.23	27.88	24.49	38.72	16.03

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)

หมายเหตุ : * มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ

** มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง

ns ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

ค่าเฉลี่ยที่กำกับด้วยตัวอักษรต่างกัน ในคอลัมน์เดียวกันแสดงว่ามีความแตกต่างทางสถิติ จากการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย โดยวิธี Duncan's Multiple Range Test

เมื่อนำข้อมูลแต่ละปีมาเปรียบเทียบกัน (ตารางที่ 6) พบว่า ในปี 2553 การใช้ระบบกรีดแบบต่างๆ มีปริมาณน้ำตาลซูโครสอยู่ในช่วง 9.98 – 15.48 มิลลิโมลต่อลิตร การใช้ระบบกรีดแบบ T2 มีปริมาณน้ำตาลซูโครสสูงสุด 15.48 มิลลิโมลต่อลิตร รองลงมาคือการใช้ระบบกรีดแบบ T6, T4, T5, และ T1 มีปริมาณน้ำตาลซูโครสเท่ากับ 14.15, 13.86, 13.65 และ 11.98 มิลลิโมลต่อลิตร ตามลำดับ สำหรับระบบกรีดแบบ T3 มีปริมาณน้ำตาลซูโครสต่ำสุด 9.98 มิลลิโมลต่อลิตร ซึ่งมีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง

ตารางที่ 6 เปรียบเทียบปริมาณน้ำตาชชูโครสของ 6 สิ่งทดลองในช่วง 3 ปี ต่อเนื่อง

สิ่งทดลอง	ปริมาณน้ำตาชชูโครส (มิลลิโมลต่อลิตร)			
	ปี 2553	ปี 2554	ปี 2555	เฉลี่ย 3 ปี
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

หมายเหตุ : * มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ

** มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง

ค่าเฉลี่ยที่กำกับด้วยตัวอักษรต่างกัน ในคอลัมน์เดียวกันแสดงว่ามีความแตกต่างทางสถิติ จากการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's Multiple Range Test

ที่มา : ดัดแปลงจาก Sainoi และคณะ (2012)

ในปี 2554 การใช้ระบบกรีดแบบต่างๆ มีปริมาณน้ำตาชชูโครสอยู่ในช่วง 4.03 – 12.26 มิลลิโมลต่อลิตร ทุกระบบกรีดมีปริมาณน้ำตาชชูโครสลดลงจากปี 2553 โดยเฉพาะระบบกรีดแบบ T4 และ T5 มีปริมาณน้ำตาชชูโครสลดลงอย่างเห็นได้ชัด การใช้ระบบกรีดแบบ T2 มีปริมาณน้ำตาชชูโครสสูงสุด 12.26 มิลลิโมลต่อลิตร รองลงมาก็คือการใช้ระบบกรีดแบบ T6, T3, T1, T4 และ T5 มีปริมาณน้ำตาชชูโครสเท่ากับ 11.14, 9.56, 9.04, 8.80 และ 4.03 มิลลิโมลต่อลิตร ตามลำดับ ซึ่งมีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ในปี 2555 การใช้ระบบกรีดแบบต่างๆ มีปริมาณน้ำตาชชูโครสอยู่ในช่วง 6.78 – 11.55 มิลลิโมลต่อลิตร การใช้ระบบกรีดแบบ T2 มีปริมาณน้ำตาชชูโครสสูงสุด 11.55 มิลลิโมลต่อลิตร รองลงมาก็คือการใช้ระบบกรีดแบบ T1, T6, T5, T3 และ T4 มีปริมาณน้ำตาชชูโครสเท่ากับ 8.25, 7.91, 6.82, 6.81 และ 6.78 มิลลิโมลต่อลิตร ตามลำดับ ซึ่งมีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ส่วน

ปริมาณน้ำตาลซูโครสเฉลี่ยทั้ง 3 ปี พบว่าอยู่ในช่วง 8.78 – 13.64 มิลลิโมลต่อลิตร การใช้ระบบกริดแบบ T2 มีปริมาณน้ำตาลซูโครสสูงสุด 13.64 มิลลิโมลต่อลิตร รองลงมาคือการใช้ระบบกริดแบบ T6, T4, T1, T5 และ T3 มีปริมาณน้ำตาลซูโครสเท่ากับ 11.71, 10.69, 10.43, 9.45 และ 8.78 มิลลิโมลต่อลิตร ตามลำดับ ซึ่งมีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ

4.3 ปริมาณอินทรีย์ฟอสฟอรัส

ปริมาณอินทรีย์ฟอสฟอรัสเป็นการแสดงถึงขบวนการเมแทบอลิซึมของน้ำยาง จากการศึกษาปริมาณอินทรีย์ฟอสฟอรัส ในหน่วย มิลลิโมลต่อลิตร ช่วงเดือนกรกฎาคม 2555 ถึงเดือนสิงหาคม 2556 พบว่าในแต่ละเดือนสิ่งทดลองที่ใช้แก๊สเอทิลีนด้วยระบบ RRIMFLOW (T3) มีปริมาณอินทรีย์ฟอสฟอรัสสูงสุด ยกเว้นในเดือน ธันวาคม และกุมภาพันธ์ แต่ละสิ่งทดลองมีปริมาณอินทรีย์ฟอสฟอรัสไม่แตกต่างกัน และจากการหาค่าเฉลี่ยปริมาณอินทรีย์ฟอสฟอรัสของทุกเดือนพบว่าสิ่งทดลองที่ใช้เอทิลีนชนิดแก๊ส (T3, T4 และ T5) มีปริมาณอินทรีย์ฟอสฟอรัส สูงกว่าการใช้ระบบกริดแบบ (T1, T2 และ T6) ซึ่งมีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง (ตารางที่ 7) และเมื่อนำข้อมูลแต่ละปีมาเปรียบเทียบกัน (ตารางที่ 8) พบว่า ในปี 2553 การใช้ระบบกริดแบบต่างๆ มีปริมาณอินทรีย์ฟอสฟอรัสอยู่ในช่วง 9.17 – 11.93 มิลลิโมลต่อลิตร การใช้ระบบกริดแบบ T3 มีปริมาณอินทรีย์ฟอสฟอรัสสูงสุด 11.93 มิลลิโมลต่อลิตร รองลงมาคือการใช้ระบบกริดแบบ T6, T5, T2, T1 และ T4 มีปริมาณอินทรีย์ฟอสฟอรัส เท่ากับ 10.98, 10.66, 10.25, 9.65 และ 9.17 มิลลิโมลต่อลิตร ตามลำดับ แต่เมื่อนำข้อมูลของแต่ละระบบกริดมาเปรียบเทียบความแตกต่างทางสถิติ พบว่าไม่มีความแตกต่างทางสถิติ ในปี 2554 การใช้ระบบกริดแบบต่างๆ มีปริมาณอินทรีย์ฟอสฟอรัสอยู่ในช่วง 9.00 – 18.14 มิลลิโมลต่อลิตร ระบบกริดที่ใช้แก๊สเอทิลีนมีปริมาณอินทรีย์ฟอสฟอรัสเพิ่มขึ้นจากปี 2553 การใช้ระบบกริดแบบ T3 มีปริมาณอินทรีย์ฟอสฟอรัสสูงสุด 18.14 มิลลิโมลต่อลิตร รองลงมาคือการใช้ระบบกริดแบบ T5, T4, T6, T2 และ T1 มีปริมาณ อินทรีย์ฟอสฟอรัสเท่ากับ 17.75, 13.99, 9.95, 9.00 และ 7.83 มิลลิโมลต่อลิตร ตามลำดับ ซึ่งมีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ในปี 2555 การใช้ระบบกริดแบบต่างๆ มีปริมาณอินทรีย์ฟอสฟอรัสอยู่ในช่วง 9.12 – 21.02 มิลลิโมลต่อลิตร ทุก

ระบบกรีดยังมีปริมาณอนินทรีย์ฟอสฟอรัสเพิ่มขึ้นจากปี 2554 การใช้ระบบกรีดยังแบบ T3 มีปริมาณอนินทรีย์ฟอสฟอรัสสูงสุด 21.02 มิลลิโมลต่อลิตร รองลงมาคือการใช้ระบบกรีดยังแบบ T5, T4, T6, T2 และ T1 มีปริมาณอนินทรีย์ฟอสฟอรัสเท่ากับ 18.93, 15.65, 11.08, 9.92 และ 9.12 มิลลิโมลต่อลิตรตามลำดับ ซึ่งมีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง

ตารางที่ 7 ปริมาณอนินทรีย์ฟอสฟอรัสในน้ำยางของระบบกรีดยัง 6 สิ่งทดลองในช่วงเดือนกรกฎาคม 2555 – เดือนสิงหาคม 2556

สิ่งทดลอง	ปริมาณอนินทรีย์ฟอสฟอรัส (มิลลิโมลต่อลิตร)								
	ก.ค.	ก.ย.	ต.ค.	ธ.ค.	ก.พ.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	เฉลี่ย
T1	10.66b	10.76c	3.46b	14.83	12.15	7.40c	5.34b	6.20c	9.12c
T2	13.86ab	12.04c	10.48a	9.46	10.26	21.64abc	4.44b	8.99c	9.92c
T3	31.04a	26.03a	13.86a	18.47	15.42	22.22abc	24.24a	18.65ab	21.02a
T4	29.27a	21.48ab	3.18b	12.67	9.13	24.35ab	20.06a	14.39abc	15.65b
T5	27.72ab	13.17bc	3.67b	18.90	11.11	32.42a	19.99a	23.17a	18.93ab
T6	13.51ab	10.14c	2.54b	11.62	10.49	13.48bc	11.53ab	10.52bc	11.08c
F-test	**	**	**	ns	ns	**	**	**	**
C.V. (%)	38.37	27.56	40.82	35.77	33.95	31.96	36.08	27.89	14.33

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)

หมายเหตุ : ** มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง

ns ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

ค่าเฉลี่ยที่กำกับด้วยตัวอักษรต่างกันในกลุ่มเดียวกันแสดงว่ามีความแตกต่างทางสถิติ จากการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's Multiple Range Test

ส่วนปริมาณอนินทรีย์ฟอสฟอรัสเฉลี่ยทั้ง 3 ปี พบว่าอยู่ในช่วง 8.50 – 15.67 มิลลิโมลต่อลิตร การใช้ระบบกรีดแบบ T3 มีปริมาณ อนินทรีย์ฟอสฟอรัสสูงสุด 15.67 มิลลิโมลต่อลิตร รองลงมาคือการใช้ระบบกรีดแบบ T5, T4, T6, T2 และ T1 มีปริมาณอนินทรีย์ฟอสฟอรัสเท่ากับ 14.75, 12.62, 11.01, 10.15 และ 8.50 มิลลิโมลต่อลิตร ตามลำดับ ซึ่งมีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง

ตารางที่ 8 เปรียบเทียบปริมาณอนินทรีย์ฟอสฟอรัสของ 6 สิ่งทดลองในช่วง 3 ปี ต่อเนื่อง

สิ่งทดลอง	ปริมาณอนินทรีย์ฟอสฟอรัส (มิลลิโมลต่อลิตร)			
	ปี 2553	ปี 2554	ปี 2555	เฉลี่ย 3 ปี
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

หมายเหตุ : ns ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

** มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง

ค่าเฉลี่ยที่กำกับด้วยตัวอักษรต่างกันในกลุ่มเดียวกันแสดงว่ามีความแตกต่างทางสถิติจาก

การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's Multiple Range Test

ที่มา : ดัดแปลงจาก Sainoi และคณะ (2012)

4.4 ปริมาณรีดิวส์ไธออล

รีดิวส์ไธออลเป็นสารต้านอนุมูลอิสระของน้ำยาง ทำหน้าที่เกี่ยวข้องกับการไหล และการหยุดไหลของน้ำยาง จากการศึกษาปริมาณรีดิวส์ไธออล ในหน่วย มิลลิโมลต่อลิตร ช่วงเดือน กรกฎาคม 2555 ถึงเดือนสิงหาคม 2556 พบว่าโดยส่วนใหญ่ในแต่ละเดือน ทุกสิ่งทดลองมีปริมาณรีดิวส์ไธออลใกล้เคียงกัน ยกเว้นในเดือน ตุลาคม กุมภาพันธ์ และสิงหาคม ปริมาณรีดิวส์ไธออลของแต่ละสิ่งทดลองมีความแตกต่างกันทางสถิติ อย่างไรก็ตามจากการหาค่าเฉลี่ยปริมาณรีดิวส์ไธออล ของทุกเดือน พบว่าปริมาณรีดิวส์ไธออลของทุกสิ่งทดลองไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 9) แต่จากการนำข้อมูลปริมาณรีดิวส์ไธออลของแต่ละปีมาเปรียบเทียบกันพบว่า ในช่วงระยะเวลา 3 ปี แต่ละระบบกรีตมีปริมาณรีดิวส์ไธออลใกล้เคียงกัน (ตารางที่ 10) ในปี 2553 แต่ละระบบกรีตมีปริมาณรีดิวส์ไธออลอยู่ในช่วง 0.38 – 0.46 มิลลิโมลต่อลิตร ในปี 2554 มีปริมาณรีดิวส์ไธออลอยู่ในช่วง 0.40 – 0.58 มิลลิโมลต่อลิตร ส่วนในปี 2555 มีปริมาณรีดิวส์ไธออลอยู่ในช่วง 0.36 – 0.49 มิลลิโมลต่อลิตร เมื่อนำข้อมูลแต่ละปีมาเฉลี่ยพบว่า แต่ละระบบกรีตมีปริมาณรีดิวส์ไธออลอยู่ในช่วง 0.38 – 0.46 มิลลิโมลต่อลิตร ซึ่งจากการเปรียบเทียบความแตกต่างทางสถิติพบว่าปริมาณรีดิวส์ไธออลในแต่ละปีของแต่ละระบบกรีตไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

ตารางที่ 9 ปริมาณรีดิวส์ไซออลในน้ำยางของระบบกรีด 6 สิ่งทดลองในช่วงเดือนกรกฎาคม
2555 – เดือนสิงหาคม 2556

สิ่งทดลอง	ปริมาณรีดิวส์ไซออล (มิลลิโมลต่อลิตร)							
	ก.ค.	ก.ย.	ต.ค.	ธ.ค.	ก.พ.	ก.ค.	ส.ค.	เฉลี่ย
T1	0.56	0.28	0.23b	0.45	0.19b	0.56	0.18ab	0.38
T2	0.69	0.44	0.27b	0.29	0.25b	0.69	0.04c	0.35
T3	0.60	0.32	0.70a	0.61	0.30b	0.61	0.11bc	0.46
T4	0.57	0.70	0.30b	0.44	0.29b	0.57	0.14ab	0.37
T5	0.47	0.53	0.30b	0.41	0.24b	0.47	0.15ab	0.43
T6	0.48	0.43	0.33b	0.53	0.44a	0.48	0.20a	0.38
F-test	ns	ns	**	ns	*	ns	**	ns
C.V. (%)	39.52	33.85	33.07	27.54	22.03	39.52	21.94	13.70

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)

หมายเหตุ : * มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ

** มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง

ns ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

ค่าเฉลี่ยที่กำกับด้วยตัวอักษรต่างกันในกลุ่มเดียวกันแสดงว่ามีความแตกต่างทางสถิติ จากการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's Multiple Range Test

ตารางที่ 10 เปรียบเทียบปริมาณรีดิวส์ไซอลของ 6 สิ่งทดลองในช่วง 3 ปี ต่อเนื่อง

สิ่งทดลอง	ปริมาณรีดิวส์ไซอล (มิลลิโมลต่อลิตร)			
	ปี 2553	ปี 2554	ปี 2555	เฉลี่ย 3 ปี
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

หมายเหตุ : ns ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

ที่มา : ดัดแปลงจาก Sainoi และคณะ (2012)

บทที่ 4

วิจารณ์ผล

1. ผลของสภาพอากาศ ต่อคุณสมบัติทางสรีรวิทยาของน้ำยาง

สภาพอากาศที่แตกต่างกันในแต่ละช่วงเวลามีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของคุณสมบัติทางสรีรวิทยาของน้ำยาง โดยเฉพาะในเดือนธันวาคม มีปริมาณน้ำฝนเพิ่มขึ้นจากเดือนตุลาคม (ภาพที่ 2) ส่งผลให้ทุกสิ่งทดลองมีปริมาณน้ำตาลซูโครสเพิ่มขึ้นจากเดือน ตุลาคม (ตารางที่ 5) เนื่องจากน้ำเป็นปัจจัยสำคัญที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการเมแทบอลิซึมภายในต้นพืช ประกอบกับปริมาณน้ำฝนที่สูงทำให้มีจำนวนวันกรีนน้อย น้ำตาลซูโครสไม่ถูกนำไปใช้ในกระบวนการสังเคราะห์น้ำยางเพื่อชดเชยส่วนที่สูญเสียไป ส่งผลให้ในเดือนธันวาคม ทุกสิ่งทดลองมีการสะสมปริมาณน้ำตาลซูโครสเพิ่มขึ้นจากเดือน ตุลาคม สอดคล้องกับการรายงานของ พัชรภรณ์ (2552) ซึ่งรายงานว่าปริมาณน้ำมีผลต่อคุณสมบัติทางสรีรวิทยาของน้ำยางและส่งผลต่อกระบวนการสร้างน้ำยาง เนื่องจากน้ำเป็นปัจจัยสำคัญที่ใช้ในกระบวนการสังเคราะห์แสงสำหรับสังเคราะห์น้ำตาลซูโครสเพื่อผลิตน้ำยาง เมื่อพืชได้รับน้ำอย่างเพียงพอ จึงช่วยเพิ่มอัตราการสังเคราะห์น้ำตาลซูโครส สอดคล้องกับปริมาณอนินทรีย์ฟอสฟอรัสที่แสดงถึงกระบวนการเมแทบอลิซึมของทุกสิ่งทดลองในเดือน ธันวาคม เพิ่มขึ้นจากเดือน ตุลาคม (ตารางที่ 5) ซึ่งปริมาณอนินทรีย์ฟอสฟอรัสที่เพิ่มขึ้นอาจเกิดจากการใช้พลังงานในกระบวนการเคลื่อนย้ายน้ำตาลซูโครสที่ได้จากกระบวนการสังเคราะห์แสงไปสะสมยังส่วนต่างๆ ของต้นยางนพาวรรณ และคณะ (2544) รายงานว่าปริมาณเนื้อยางแห้ง หรือปริมาณของแข็งทั้งหมด ของยางทุกสายพันธุ์มีความแตกต่างกันในแต่ละเดือน โดยมีปริมาณลดลงเมื่อปริมาณน้ำฝนเพิ่มขึ้น แต่จากการทดลองพบว่าปริมาณน้ำฝนที่เพิ่มขึ้นในเดือน ธันวาคม มีผลให้ปริมาณของแข็งทั้งหมดเพิ่มขึ้นจากเดือน ตุลาคม (ตารางที่ 3) ทั้งนี้อาจเนื่องจากการใช้แก๊สเอทิลีน และมีช่วงแล้งต่อเนื่อง ส่งผลให้ต้นยางมีปริมาณของแข็งทั้งหมดลดลงติดต่อกันหลายเดือน เมื่อได้รับน้ำฝน และไม่มีการสูญเสียผลผลิตจากการ

กรีดยางในช่วงฝนตก ต้นยางจึงกระตุ้นให้มีการสะสมปริมาณของแข็งทั้งหมด เพื่อสร้างความสมดุลของระบบสรีรวิทยาของน้ำยางให้กลับสู่สภาวะปกติ

2. ผลของแก๊สเอทิลีน และสารเคมีเร่งน้ำยางต่อผลผลิตยาง

จากการศึกษาการใช้แก๊สเอทิลีนด้วยระบบต่าง ๆ ในยางพาราพันธุ์ RRIM 600 อายุ 23 ปี ซึ่งผ่านการทดลองการใช้แก๊สเอทิลีนมาแล้ว 2 ปี จึงทำการศึกษาต่อเป็นปีที่ 3 (ปี 2555) เพื่อมุ่งศึกษาการตอบสนองของต้นยางพาราในช่วง 3 ปีต่อเนื่อง เมื่อนำข้อมูลแต่ละปีมาเปรียบเทียบกัน (ภาพที่ 4) พบว่าทั้ง 3 ปี สิ่งทดลองที่มีการใช้แก๊สเอทิลีน (T3, T4 และ T5) ให้ผลผลิตยางก้อนถ้วยต่อครั้งกรีดยางสูงกว่าการใช้เอทธิฟอน (T6) อาจเนื่องจากการใช้เอทิลีนชนิดแก๊สเป็นการบรรจุเอทิลีนเข้าไปภายในลำต้นโดยตรง ส่วนการใช้เอทธิฟอนต้องทาบริเวณเปลือกต้นยาง ซึ่งอาจสูญเสียเอทิลีนในรูปเอทธิฟอนจากการระเหย หรือการชะล้างโดยน้ำฝนจึงทำให้มีประสิทธิภาพต่ำกว่าการใช้เอทิลีนชนิดแก๊ส สอดคล้องกับรายงานของ รณชัย (2553) ซึ่งรายงานว่า การใช้สารเคมีเร่งน้ำยางในแต่ละวิธีให้ผลผลิตแตกต่างกัน ซึ่งจากการศึกษาการใช้แก๊สเอทิลีนในยางพันธุ์ RRIM 600 โดยวิธีที่แตกต่างกัน พบว่าการกรีดยางหน้าสูง รอยกรีดยาง และใช้แก๊สให้ผลผลิตสูงสุด ส่วนการกรีดยางหน้าสูงและทาสารเคมีเร่งน้ำยาง 2.5% ให้ผลผลิตต่ำสุดเมื่อเปรียบเทียบกับตำรับการทดลองการใช้สารเคมีเร่งน้ำยางอื่นๆ นอกจากนี้ยังพบว่าการใช้ระบบ RRIMFLOW (T3) มีแนวโน้มให้ผลผลิตสูงกว่าการใช้ระบบ LET (T4) และระบบ Double Tex (T5) เนื่องจากการใช้ระบบ RRIMFLOW ในขั้นตอนการติดตั้งไม่ต้องทำลายในบริเวณส่วนของเปลือกและมีพื้นที่สัมผัสของแก๊สมากกว่าการใช้ระบบอื่น ทำให้สามารถช่วยกระตุ้นกระบวนการเมแทบอลิซึมในการสังเคราะห์น้ำยางได้ดี (สายัณห์ และคณะ, 2553) Hoong และ San (2000) รายงานว่าระบบ RRIMFLOW เป็นระบบที่มีศักยภาพสูงสุดในการใช้สารเคมีเร่งน้ำยางเพื่อเพิ่มปริมาณผลผลิต สามารถเพิ่มปริมาณผลผลิตได้ถึง 35% – 75% Akbar และ Said (2005) รายงานว่า การใช้ระบบ RRIMFLOW สามารถให้ผลผลิตสูงถึง 164.28 กรัม/ต้น/ครั้งกรีดยาง แต่จากการใช้ระบบ RRIMFLOW, LET และ Double Tex ในต้นยางอ่อนพบว่าแต่ละระบบให้ผลผลิตไม่แตกต่างกัน (Sainoi and Sdoodee, 2012)

อย่างไรก็ตามพบว่าปริมาณเนื้อยางแห้งของสิ่งทดลองที่ใช้แก๊สเอทิลีนมีปริมาณเนื้อยางแห้งต่ำกว่าการใช้ระบบกรีดยางอื่นๆ ระบบ RRIMFLOW มีปริมาณเนื้อยางแห้งต่ำสุด (ภาพที่ 6)

เนื่องจากระบบกริดที่ให้ผลผลิตสูงจะส่งผลให้ดินยางมีปริมาณเนื้อยางแห้งลดลง โดยเฉพาะการกระตุ้นด้วยแก๊สเอทธิลีน (Soumahin *et al.*, 2010) เนื่องจากเอทธิลีนเป็นสาเหตุของการกระตุ้นให้เกิดการแพร่กระจายของน้ำและโมเลกุลที่มีประจุบวกบางชนิดเข้าไปในเซลล์ที่น้ำยาง ปริมาณเนื้อยางแห้งที่ลดต่ำลงเกิดจากการเคลื่อนย้ายน้ำเข้าไปในเซลล์ที่น้ำยาง มีผลให้ความหนืดของน้ำยางลดลง น้ำยางไหลได้นานขึ้น (Lacrotte *et al.*, 1998 อ้างโดย พยาวี และคณะ, 2546ก) สอดคล้องกับการใช้แก๊สเอทธิลีนด้วยระบบ RRIMFLOW, LET และ Double Tex ในยางพันธุ์ RRIM600 อายุ 9 และ 21 ปี ที่ส่งผลให้ปริมาณเนื้อยางแห้งมีแนวโน้มลดลง โดยเฉพาะการใช้ระบบ RRIMFLOW สามารถเห็นผลได้ชัดเจน (Doungmusik and Sdoodee, 2012; Sainoi and Sdoodee, 2012)

ส่วนแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของปริมาณผลผลิตในแต่ละปี พบว่าในปี 2554 การใช้ระบบกริดแบบ T3, T4 และ T5 มีปริมาณผลผลิตยาก่อนถ้วยต่อครั้งกริดเพิ่มขึ้นจากปี 2553 อย่างเห็นได้ชัด เมื่อเปรียบเทียบกับสิ่งทดลองอื่นๆ อาจเนื่องจากในปีแรกเป็นช่วงที่ต้นยางอยู่ในช่วงกำลังปรับตัว จึงยังไม่ค่อยตอบสนองต่อการใช้แก๊สเอทธิลีนเมื่อปรับตัวได้ดีแล้ว จึงมีผลผลิตเพิ่มขึ้นอย่างเห็นได้ชัด ในปีที่ 2 สอดคล้องกับรายงานของ สถาบันวิจัยยาง (2554ข) ซึ่งรายงานว่ายางพาราพันธุ์ RRIM 600 เป็นพันธุ์ที่สามารถปรับตัวเข้ากับสภาพแวดล้อมต่างๆ ได้ดีและเป็นพันธุ์ที่ตอบสนองต่อการใช้สารเคมีเร่งน้ำยางปานกลาง อย่างไรก็ตามในปี 2555 การใช้ระบบกริดแบบ T2, T3 และ T6 มีปริมาณผลผลิตต่อครั้งกริดเพิ่มขึ้นจากปี 2554 เล็กน้อย แสดงให้เห็นว่าศักยภาพการให้ผลผลิตของระบบกริดดังกล่าว น่าจะถูกจำกัดอยู่เพียงแค่นี้ ในขณะที่การใช้ระบบกริดแบบ T1, T4 และ T5 ปริมาณผลผลิตเริ่มลดลง อาจเป็นเพราะการใช้ระบบกริด หนึ่งในสามของลำต้นสองวันเว้นวัน (T1) เป็นระบบกริดที่ต้นยางไม่สามารถผลิตน้ำยางได้ทันเนื่องจากปกติต้นยางต้องใช้เวลาประมาณ 48-72 ชั่วโมง สำหรับการสังเคราะห์น้ำยางเพื่อชดเชยส่วนที่สูญเสียไป (พิชิต และคณะ, 2550; พันธ์ และคณะ, 2554) ส่วนการใช้ระบบ LET (T4) และระบบ Double Tex (T5) ต้องใช้หัวเหล็ก และหัวพลาสติกเป็นตัวเก็บฮอร์โมน ซึ่งต้องดอกเข้าไปในลำต้นส่งผลให้หน้ายางเกิดบาดแผลจากการดอก ทำให้พื้นที่สำหรับการสังเคราะห์น้ำยางถูกทำลาย จึงอาจเป็นสาเหตุให้ผลผลิตเริ่มลดลงในปีที่ 3 นอกจากนี้ยังพบว่า การใช้ระบบกริดหนึ่งในสามของลำต้น กริดสองวันเว้นหนึ่งวัน (T1) ให้ผลผลิตไม่ต่างกับการใช้ระบบกริดหนึ่งในแปดของลำต้น กริดหนึ่งวันเว้นสองวัน (T2) อาจเนื่องจากการใช้ระบบกริดหนึ่งในสามของลำต้น กริดสองวัน

วันหนึ่งวัน ทำให้ต้นยางไม่สามารถสังเคราะห์น้ำยางได้ทัน เนื่องจากต้นยางต้องใช้เวลาประมาณ 48-72 ชั่วโมง สำหรับการสังเคราะห์น้ำยางเพื่อชดเชยส่วนที่สูญเสียไป (พิชิต และคณะ, 2550; พันธ์ และคณะ, 2554) ส่งผลให้ได้ผลผลิตต่อครั้งกรีดยาง ไม่แตกต่างกับการใช้ระบบกรีดยางในแปลงของลำต้นกรีดยางวันเว้นสองวัน ในขณะที่ ระบบกรีดยางในแปลงของลำต้น กรีดยางวันเว้นสองวัน มีปริมาณความชื้นเปลือกเปลือกน้อยกว่า แต่มีการเจริญเติบโตทางลำต้นสูงกว่า ระบบกรีดยางแบบ T2 จึงน่าจะเป็นทางเลือกใหม่สำหรับเกษตรกรเมื่อเปรียบเทียบกับระบบกรีดยางแบบ T1 ที่เกษตรกรใช้อยู่ทั่วไปในปัจจุบัน

3. ผลของแก๊สเอทิลีนและสารเคมีเร่งน้ำยางต่อสรีรวิทยาของต้นยาง

การใช้แก๊สเอทิลีนทุกระบบช่วยลดการสูญเสียเปลือกของหน้ากรีดยาง เนื่องจากเป็นระบบที่ใช้รอยกรีดยาง แต่ทำให้การเจริญเติบโตทางลำต้นลดลง ในสภาวะปกติต้นยางจะมีการขยายของเส้นรอบวงเพิ่มขึ้นปีละประมาณ 10 เซนติเมตร (ธนาพร, 2552) จากการนำข้อมูลการเจริญเติบโตของแต่ละปีมาเปรียบเทียบกัน (ภาพที่ 8) พบว่าการใช้ระบบกรีดยางแบบ T2 มีการเจริญเติบโตทางลำต้นสูงสุด รองลงมาคือการใช้ระบบกรีดยางแบบ T1, T6, T5, T4 และ T3 ตามลำดับ แสดงให้เห็นว่าการเจริญเติบโตของแต่ละระบบกรีดยางมีความสัมพันธ์กับปริมาณผลผลิต เมื่อเปรียบเทียบปริมาณผลผลิต (ภาพที่ 5) กับการเจริญเติบโต (ภาพที่ 8) พบว่า ระบบกรีดยางที่ให้ผลผลิตสูงจะส่งผลให้ต้นยางมีการเจริญเติบโตทางลำต้นต่ำ โดยเฉพาะการใช้แก๊สเอทิลีน พเยาว์ และคณะ (2546) รายงานว่า การใช้สารเคมีเร่งน้ำยาง ในยางพันธุ์ RRIM 600, GT 1 และ RRIC 110 สามารถเพิ่มผลผลิตได้ 23.99%, 28.19% และ 99.36% ตามลำดับ ขณะเดียวกันมีผลทำให้การเจริญเติบโตลดลง 37.08%, 18.26% และ 35.48% ตามลำดับ Traore และคณะ (2011) รายงานว่า การใช้สารเคมีเร่งน้ำยางความเข้มข้น 2.5% ในยางพันธุ์ GT 1 ในช่วง 9 ปี ส่งผลให้ต้นยางมีการเจริญเติบโตของลำต้นลดลงตามปริมาณความถี่ของการใช้ที่เพิ่มขึ้น การใช้สารเคมีเร่งน้ำยาง 2, 4, 13 และ 78 ครั้งต่อปี ส่งผลให้ต้นยางมีอัตราการขยายตัวของเส้นรอบวงเฉลี่ย 2.56, 2.29, 1.95 และ 1.39 เซนติเมตรต่อปี ตามลำดับ Soumahin และคณะ (2009) รายงานว่า การใช้สารเคมีเร่งน้ำยางความเข้มข้น 5% จำนวน 52 ครั้งต่อปี ในยางพันธุ์ PB217 ส่งผลให้ต้นยางลดการเจริญเติบโตทางลำต้นลง ประมาณ 1.8 เซนติเมตรต่อปีเมื่อเปรียบเทียบกับการใช้ระบบ

กรีดปกติ เนื่องจากปริมาณคาร์โบไฮเดรตที่ได้จากการสังเคราะห์แสงถูกนำไปใช้ในกระบวนการสร้างผลผลิตเพื่อชดเชยส่วนที่สูญเสียไป ส่งผลให้ส่วนที่จะถูกนำมาใช้สำหรับการเจริญเติบโตทางลำต้นมีน้อย (Traore *et al.*, 2011) จึงส่งผลกระทบต่ออาการเจริญเติบโตของต้นยาง โดยเฉพาะต้นยางที่มีอายุน้อยจากการใช้แก๊สเอทิลีนด้วยระบบ RRIMFLOW, LET และ Double Tex ในยางพันธุ์ RRIM600 อายุ 9 ปี พบว่าการใช้แก๊สเอทิลีนทุกระบบ ในระยะเวลา 1 ปี มีแนวโน้มส่งผลให้ต้นยางมีอัตราการเจริญเติบโตต่ำกว่าการใช้ระบบกรีดปกติ (Sainoi and Sdoodee, 2012)

นอกจากนี้ยังพบว่าการใช้แก๊สเอทิลีนด้วยระบบต่างๆ ในช่วง 3 ปี ส่งผลให้ต้นยางมีการแสดงอาการเปลือกแห้งสูงกว่าการใช้ระบบกรีดปกติ (ภาพที่ 9) Eliathe และคณะ (2012) รายงานว่าการใช้สารเคมีเร่งน้ำยางส่งผลให้ต้นยางแสดงอาการเปลือกแห้งสูงกว่าการไม่ใช้สารเคมีเร่งน้ำยางสถาบันวิจัยยาง (2554ก) รายงานว่า การใช้สารเคมีเร่งน้ำยางความเข้มข้น 5% ทาทุกเดือน และทุก 15 วัน หลังจากเปิดกรีดในระยะปีที่ 2 ทำให้หน้ากรีดเกิดอาการเปลือกแห้งประมาณ 20% - 22% พเยาว์ และคณะ (2542) รายงานว่า การใช้สารเคมีเร่งน้ำยางกับต้นยางพันธุ์ RRIM 600 ที่กรีดด้วยระบบ ครึ่งลำต้นวันเว้นวัน เป็นเวลา 5 ปี ทำให้ต้นยางแสดงอาการเปลือกแห้งเพิ่มขึ้น โดยขึ้นอยู่กับความเข้มข้น และความถี่ในการใช้ มีค่าเฉลี่ยของอาการเปลือกแห้งระหว่าง 5.19% - 20.51% ในขณะที่การกรีดโดยไม่ใช้สารเคมีเร่งน้ำยางทำให้ต้นยางแสดงอาการเปลือกแห้งเพียง 1.61% Traore และคณะ (2011) รายงานว่าการใช้สารเคมีเร่งน้ำยางความเข้มข้น 2.5% ในยางพันธุ์ GT 1 ส่งผลให้ต้นยางแสดงอาการเปลือกแห้งเพิ่มขึ้นตามปริมาณความถี่ของการใช้ที่เพิ่มขึ้น การใช้สารเคมีเร่งน้ำยาง 2, 4, 13 และ 39 ครั้งต่อปี ส่งผลให้ต้นยางแสดงอาการเปลือกแห้ง 2.8%, 7.7%, 14.5% และ 16.5% ตามลำดับ นอกจากนี้ Chantuma และคณะ (2011) รายงานว่า การใช้สารเคมีเร่งน้ำยางความเข้มข้น 2.5% ในอัตรา 4 ครั้งต่อปี หลังจาก 10 ปี ของการกรีด ส่งผลให้ต้นยางแสดงอาการเปลือกแห้งสูงถึง 24.6% Obouayeba และคณะ (2009) รายงานว่า การใช้สารเคมีเร่งน้ำยางมีผลให้ปริมาณน้ำตาลซูโครสลดลงในอัตราที่เร็วกว่าปกติ ทำให้ต้นยางไม่สามารถสังเคราะห์น้ำตาลซูโครสได้ทันสำหรับการนำไปใช้ ส่งผลให้เกิดความไม่สมดุลระหว่างส่วนที่สร้างกับส่วนที่ใช้ จึงกระตุ้นให้ต้นยางไม่ผลิตน้ำยาง และแสดงอาการเปลือกแห้ง ส่วน พเยาว์ และคณะ (2542) รายงานว่า เมื่อเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติทางสรีรวิทยาของน้ำยาง จากต้น

ยางที่แสดงอาการเปลือกแห้งกับต้นปกติ พบว่า ต้นที่แสดงอาการเปลือกแห้ง จะเริ่มมีการสะสมน้ำตาลซูโครสในน้ำยางสูงขึ้น เนื่องจากเซลล์ทำงานผิดปกติ ปริมาณเนื้อยางแห้งมีแนวโน้มสูงกว่าต้นปกติ ส่วนปริมาณอนินทรีย์ฟอสฟอรัสมีค่าลดลง นอกจากนี้จากการทดลองยังพบว่าการใช้ระบบ LET ส่งผลให้ต้นยางแสดงอาการเปลือกแห้งสูงกว่าการใช้สารเคมีเร่งน้ำยางระบบอื่นๆ อย่างเห็นได้ชัด อาจเนื่องจากระบบ LET ใช้หัวเหล็กเป็นตัวเก็บฮอร์โมน ซึ่งต้องตอกเข้าไปในลำต้นส่งผลให้หน้ายางเกิดบาดแผลจากการตอก จึงกระตุ้นให้อัตราการเกิดอาการเปลือกแห้งค่อนข้างสูง

4. ผลของแก๊สเอทิลีนและสารเคมีเร่งน้ำยางต่อสรีรวิทยาของน้ำยาง

จากการศึกษาการใช้แก๊สเอทิลีนด้วยระบบต่าง ๆ ในยางพาราพันธุ์ RRIM 600 อายุ 23 ปี ซึ่งผ่านการทดลองการใช้แก๊สเอทิลีนมาแล้ว 2 ปี จึงทำการศึกษาต่อเป็นปีที่ 3 (ปี 2555) เมื่อนำข้อมูลแต่ละปีมาเปรียบเทียบกัน (ตารางที่ 4) พบว่าแก๊สเอทิลีนทำให้สรีรวิทยาของน้ำยางเปลี่ยนแปลงไป พบว่าปริมาณของแข็งทั้งหมด เฉลี่ยทั้ง 3 ปี อยู่ในช่วง 37.85% – 46.11% การใช้ระบบกริดแบบ T6 มีปริมาณของแข็งทั้งหมดสูงสุด 46.11% รองลงมาคือการใช้ระบบกริดแบบ T2, T4, T1 และ T5 มีปริมาณของแข็งทั้งหมดเท่ากับ 45.73%, 43.8%, 43.50% และ 42.33% ตามลำดับ สำหรับระบบกริดแบบ T3 มีปริมาณของแข็งทั้งหมดต่ำสุด 37.85% ตามลำดับ แสดงให้เห็นว่าในช่วงระยะเวลา 3 ปี การใช้แก๊สเอทิลีนด้วยระบบ RRIMFLOW (T3) ต้นยางมีปริมาณของแข็งทั้งหมด ใกล้เคียงกับการใช้ระบบ Double Tex (T5) แต่มีปริมาณของแข็งทั้งหมดต่ำกว่าการใช้ระบบกริดอื่นๆ สอดคล้องกับปริมาณผลผลิตของระบบ RRIMFLOW ซึ่งให้ผลผลิตสูงกว่าการใช้ระบบกริดอื่นๆ เนื่องจากระบบกริดที่ให้ผลผลิตสูงจะส่งผลให้ต้นยางมีปริมาณของแข็งทั้งหมดลดลง โดยเฉพาะการกระตุ้นด้วยแก๊สเอทิลีน (Soumahin *et al.*, 2010) จากการศึกษาการใช้ฮอร์โมนต่าง ๆ เพื่อเพิ่มผลผลิตน้ำยางในยางพันธุ์ PB217 ของ Tungngoen และคณะ (2011) พบว่าเมื่อผลผลิตน้ำยางเพิ่มขึ้นจากการใช้เอทิลีนส่งผลให้ปริมาณของแข็งทั้งหมดลดลง สอดคล้องกับการใช้แก๊สเอทิลีนด้วยระบบ RRIMFLOW, LET และ Double Tex ในยางพันธุ์ RRIM600 อายุ 9 และ 21 ปี ที่ส่งผลให้ปริมาณเนื้อยางแห้งมีแนวโน้มลดลง โดยเฉพาะการใช้ระบบ RRIMFLOW สามารถเห็นผลได้ชัดเจน (Doungmusik and Sdoodee, 2012; Sainoi and Sdoodee, 2012) เนื่องจากเมื่อมีการกรีดยาง น้ำจากเซลล์บริเวณใกล้เคียงจะไหลปนออกมา กับน้ำยางทำให้น้ำยางไหลได้นานขึ้น ผลผลิตจึงเพิ่มขึ้น แต่ปริมาณของแข็งทั้งหมดลดลงเนื่องจากถูก

เจือจางด้วยน้ำ ประกอบกับการกระตุ้นด้วยเอทิลีนเป็นปัจจัยส่งเสริมให้น้ำไหลเข้าสู่ท่อน้ำอย่างมากขึ้น จึงยังส่งผลให้ปริมาณของแข็งทั้งหมดมีปริมาณลดลง (Tungngoen *et al.*, 2009) สอดคล้องกับการรายงานของ Mak และคณะ (2008) ซึ่งพบว่า ปริมาณผลผลิตมีความสัมพันธ์เชิงลบกับปริมาณเนื้อเยื่อแห้งหรือปริมาณของแข็งทั้งหมด โดยมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r) เท่ากับ -0.695

ส่วนปริมาณน้ำตาลซูโครส พบว่าเมื่อเปรียบเทียบปริมาณน้ำตาลซูโครสในปี 2553 กับ ปี 2554 พบว่าทุกระบบกรีดยังมีปริมาณน้ำตาลซูโครสลดลง ยกเว้นระบบกรีดยแบบ T5 มีปริมาณน้ำตาลซูโครสเพิ่มขึ้นเล็กน้อย (ตารางที่ 6) อาจเนื่องจากในปี 2554 ระบบกรีดยแบบ T5 มีปริมาณน้ำตาลซูโครสอยู่ในระดับต่ำ ในปี 2555 จึงมีการสะสมน้ำตาลซูโครสเพื่อใช้ในการเจริญเติบโตและการสร้างน้ำยาง สอดคล้องกับรายงานของ พเยาว์ และคณะ (2546ก) ซึ่งรายงานว่าต้นยางจะเริ่มมีการสะสมน้ำตาลซูโครสเมื่อปริมาณน้ำตาลซูโครสอยู่ในระดับต่ำ ส่วนปริมาณน้ำตาลซูโครสเฉลี่ย ทั้ง 3 ปี พบว่าอยู่ในช่วง 8.78 – 13.64 มิลลิโมลต่อลิตร (ตารางที่ 6) การใช้ระบบกรีดยแบบ T2 มีปริมาณน้ำตาลซูโครสสูงสุด 13.64 มิลลิโมลต่อลิตร รองลงมาคือการใช้ระบบกรีดยแบบ T6, T4, T1, T5 และ T3 มีปริมาณน้ำตาลซูโครสเท่ากับ 11.71, 10.69, 10.43, 9.45 และ 8.78 มิลลิโมลต่อลิตร ตามลำดับ ซึ่งมีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ แสดงให้เห็นว่าในช่วงระยะเวลา 3 ปี การใช้แก๊สเอทิลีนด้วยระบบต่างๆ และการใช้ระบบกรีดยแบบ T1 ส่งผลให้ต้นยางมีปริมาณน้ำตาลซูโครสต่ำกว่าการใช้ระบบกรีดยแบบ T2 เนื่องจากปริมาณน้ำตาลซูโครสมีความสัมพันธ์กับปริมาณผลผลิต จากการศึกษาการใช้สารเคมีเร่งน้ำยางเพื่อเพิ่มปริมาณผลผลิตในยางพันธุ์ PR107 ของ Tang และคณะ (2010) พบว่าเมื่อผลผลิตน้ำยางเพิ่มขึ้นจะส่งผลให้ปริมาณน้ำตาลซูโครสมีปริมาณลดลง สอดคล้องกับรายงานของ Lacote และคณะ (2010) ซึ่งพบว่าปริมาณน้ำตาลซูโครสมีความสัมพันธ์เชิงลบกับปริมาณผลผลิต โดยมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r) เท่ากับ -0.869 เนื่องจากน้ำตาลซูโครสถูกนำไปใช้ในกระบวนการสังเคราะห์น้ำยาง ยังมีการสังเคราะห์น้ำยางมากเท่าไร ปริมาณน้ำตาลซูโครสก็ยังมีปริมาณลดลงมากเท่านั้น (Coucaud *et al.*, 2009) ประกอบกับการใช้แก๊สเอทิลีนช่วยให้น้ำสามารถไหลผ่านผนังเซลล์ได้ดีขึ้นเพิ่มประสิทธิภาพการเปลี่ยนแปลงน้ำตาลซูโครส เพิ่มความดันภายในท่อน้ำยาง ชะลอการจับตัวของอนุภาคยางในน้ำยาง ทำให้การอุดตันช้าลง น้ำยางไหลได้นานขึ้น (สถาบันวิจัยยาง, 2554ก) นอกจากนี้ยังช่วยเพิ่มการแสดงออกของยีนในกลุ่ม (SUT) เช่น (HbSUT1B), (HbSUT3) ซึ่งเป็นกลุ่มยีนที่ทำหน้าที่

เกี่ยวข้องกับกระบวนการเคลื่อนย้ายน้ำตาลซูโครสสำหรับการสังเคราะห์น้ำตาล จึงยิ่งส่งผลให้ต้นยางสามารถสังเคราะห์น้ำตาลได้มากขึ้น แต่ปริมาณน้ำตาลซูโครสมีปริมาณลดลง (Coucaud *et al.*, 2010; Li *et al.*, 2011)

ส่วนปริมาณอนินทรีย์ฟอสฟอรัส พบว่าในปี 2554 ระบบกริดที่ใช้แก๊สเอทิลีนมีปริมาณอนินทรีย์ฟอสฟอรัสเพิ่มขึ้นจากปี 2553 (ตารางที่ 8) สอดคล้องกับปริมาณผลผลิตที่เพิ่มขึ้นในปี 2554 (ภาพที่ 4) อาจเนื่องจากการปรับสภาพของต้นยางพาราในการตอบสนองต่อแก๊สเอทิลีน ซึ่งยางพันธุ์ RRIM 600 เป็นพันธุ์ที่สามารถปรับตัวเข้ากับสภาพแวดล้อมต่างๆ ได้ดี (สถาบันวิจัยยาง, 2554ข) ส่วนปริมาณอนินทรีย์ฟอสฟอรัสเฉลี่ยทั้ง 3 ปี พบว่าอยู่ในช่วง 8.50 – 15.67 มิลลิโมลต่อลิตร (ตารางที่ 8) การใช้ระบบกริดแบบ T3 มีปริมาณ อนินทรีย์ฟอสฟอรัสสูงสุด 15.67 มิลลิโมลต่อลิตร รองลงมาคือ การใช้ระบบกริดแบบ T5, T4, T6, T2 และ T1 มีปริมาณอนินทรีย์ฟอสฟอรัสเท่ากับ 14.75, 12.62, 11.01, 10.15 และ 8.50 มิลลิโมลต่อลิตร ตามลำดับ ซึ่งมีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง แสดงให้เห็นว่าในช่วงระยะเวลา 3 ปี การใช้แก๊สเอทิลีนด้วยระบบ RRIMFLOW ส่งผลให้มีปริมาณอนินทรีย์ฟอสฟอรัสไม่แตกต่างกับการใช้แก๊สเอทิลีนด้วยระบบอื่น แต่เมื่อเปรียบเทียบกับระบบกริดแบบ T1 และ T2 พบว่าการใช้ระบบ RRIMFLOW มีปริมาณอนินทรีย์ฟอสฟอรัสสูงกว่า เนื่องจากเอทิลีนช่วยเร่งกระบวนการเมแทบอลิซึมในกระบวนการสังเคราะห์น้ำตาล (Coupe and Chrestin, 1998; Obouayeba *et al.*, 2010; Obouayeba *et al.*, 2011; Traore *et al.*, 2011) สอดคล้องกับการศึกษาการใช้สารเคมีเร่งน้ำยางในยางพันธุ์ PB 217 และ PB 210 ของ Jetro และ Simon (2007) ซึ่งพบว่าการใช้สารเคมีเร่งน้ำยางทำให้ค่าปริมาณอนินทรีย์ฟอสฟอรัสในยางทั้งสองพันธุ์มีค่าสูงกว่าระบบกริดปกติ ปริมาณอนินทรีย์ฟอสฟอรัสที่เพิ่มขึ้นมีความสัมพันธ์เชิงลบกับปริมาณน้ำตาลซูโครส แต่มีความสัมพันธ์เชิงบวกกับปริมาณผลผลิต เนื่องจากปริมาณ อนินทรีย์ฟอสฟอรัสเป็นองค์ประกอบสำคัญของโปรตีนในท่อน้ำยาง ช่วยรักษาเสถียรภาพการไหลของน้ำยาง จึงมีความสัมพันธ์ทางบวกกับผลผลิต (She *et al.*, 2013) สอดคล้องกับการศึกษาของ Lacote และคณะ (2010) ซึ่งพบว่าปริมาณอนินทรีย์ฟอสฟอรัสมีความสัมพันธ์เชิงบวกกับปริมาณผลผลิต โดยมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r) เท่ากับ 0.979

แต่จากการนำข้อมูลปริมาณรีดิวส์ไธออลของแต่ละปีมาเปรียบเทียบกันพบว่า เมื่อนำข้อมูลแต่ละปีมาเฉลี่ย แต่ละระบบกรี๊ดมีปริมาณรีดิวส์ไธออลอยู่ในช่วง 0.38 – 0.46 มิลลิโมลต่อลิตร (ตารางที่ 10) ซึ่งจากการเปรียบเทียบความแตกต่างทางสถิติพบว่าปริมาณรีดิวส์ไธออลในแต่ละปีของแต่ละระบบกรี๊ดไม่มีความแตกต่างทางสถิติ แสดงให้เห็นว่าการใช้แก๊สเอทิลีนด้วยระบบต่างๆ ไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของปริมาณรีดิวส์ไธออล สอดคล้องกับการศึกษาของ เพยาวี และคณะ (2546ข) ซึ่งรายงานว่าการใช้ระบบกรี๊ดที่ต่างกันในยางพันธุ์ RRIM 600 ไม่มีผลต่อปริมาณรีดิวส์ไธออล แต่จากการศึกษาการเพิ่มผลผลิตโดยใช้สารเคมีเร่งน้ำยางในยางพันธุ์ PB217 ของ Jetro และ Simon (2007) พบว่าเมื่อผลผลิตยางเพิ่มขึ้นจากการใช้สารเคมีเร่งน้ำยาง ส่งผลให้ปริมาณรีดิวส์ไธออล มีค่าสูงขึ้น นอกจากนี้จากการเปรียบเทียบการให้ผลผลิตของยางพันธุ์ RRIM600 กับพันธุ์ SK3 ของ พิมพ์ภิลลา (2552) พบว่ายางพันธุ์ SK3 ให้ผลผลิตต่อครั้งกรี๊ด และมีปริมาณรีดิวส์ไธออลสูงกว่าพันธุ์ RRIM600 เนื่องจากในเซลล์ท่อน้ำยางของต้นที่ให้ผลผลิตสูง มีกิจกรรมการสังเคราะห์น้ำยางมากกว่าต้นที่ให้ผลผลิตต่ำ ทำให้มีการสร้างสารอนุมูลอิสระที่เป็นพิษ เพิ่มมากขึ้น เซลล์จึงต้องสร้าง รีดิวส์ไธออล เพิ่มมากขึ้นเพื่อป้องกันเซลล์ไม่ให้ถูกทำลาย (เพยาวี และคณะ, 2546ข) และปริมาณรีดิวส์ไธออลที่ถูกสร้างขึ้นยังช่วยกระตุ้นการทำงานของเอนไซม์ invertase และ pyruvate kinase ในกระบวนการสังเคราะห์น้ำยาง (Jacob *et al.*, 1989) จึงส่งผลให้ปริมาณรีดิวส์ไธออลเพิ่มขึ้นตามปริมาณผลผลิต สอดคล้องกับรายงานของ Sreelatha (2003) อ้างโดย วารุณี และจำเป็น (2556) ซึ่งรายงานว่าปริมาณรีดิวส์ไธออลมีความสัมพันธ์เชิงบวกกับปริมาณผลผลิต โดยมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r) เท่ากับ 0.745 แต่จากการใช้แก๊สเอทิลีนด้วยระบบ RRIMFLOW, LET และ Double Tex ในยางพันธุ์ RRIM 600 อายุ 9 และ 21 ปี พบว่า ปริมาณรีดิวส์ไธออลมีการเปลี่ยนแปลงผันแปรกันในแต่ละเดือน (Doungmusik and Sdoodee, 2012; Sainoi and Sdoodee, 2012) และการใช้แก๊สเอทิลีนอาจมีผลให้ต้นยางสูญเสียน้ำ และน้ำยางอย่างรวดเร็ว ทำให้ต้นยางอยู่ในสภาวะเครียด เซลล์ทำงานผิดปกติ การสร้างรีดิวส์ไธออลเพื่อลดความเป็นพิษของออกซิเจนจึงลดลงในระยะยาวอาจก่อให้เกิดการแสดงอาการเปลือกแห้งได้ (เพยาวี และคณะ, 2546ข)

บทที่ 5

สรุป

การใช้แก๊สเอทิลีนทุกระบบในช่วง 3 ปีต่อเนื่อง ส่งผลให้ดัชนียางมีผลผลิตเฉลี่ยต่อตันต่อครั้งกรีตสูงกว่าการใช้เอทิลีน และระบบกรีตปกติ ระบบ RRIMFLOW มีแนวโน้มให้ผลผลิตเฉลี่ยต่อตันต่อครั้งกรีตสูงสุด ส่วนการใช้ระบบ LET และ Double Tex ให้ผลผลิตเฉลี่ยต่อตันต่อครั้งกรีตไม่แตกต่างกัน ในขณะที่การใช้แก๊สเอทิลีนทุกระบบช่วยลดการสูญเสียเปลือกของหน้ากรีต แต่ส่งผลให้แนวโน้มการเจริญเติบโตทางลำต้น และปริมาณเนื้อยางแห้ง หรือปริมาณของแข็งทั้งหมดลดลงตามปริมาณผลผลิตที่เพิ่มขึ้น

การใช้แก๊สเอทิลีนยังทำให้คุณสมบัติทางสรีรวิทยาของน้ำยางเปลี่ยนแปลงไป โดยเมื่อเปรียบเทียบกับการใช้ระบบกรีตแบบปกติ มีผลทำให้ปริมาณน้ำตาลซูโครสลดลง ปริมาณอินทรีซ์ฟอสฟอรัสเพิ่มขึ้น โดยเฉพาะการใช้ระบบกรีตแบบ RRIMFLOW สามารถเห็นผลได้ชัดเจน แต่ไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของปริมาณรีดิวซ์ไฮดรอล นอกจากนี้การใช้แก๊สเอทิลีนยังทำให้ดัชนียางมีการแสดงอาการเปลือกแห้งสูงกว่าการใช้ระบบกรีตปกติ โดยเฉพาะการใช้ระบบ LET ส่งผลให้ดัชนียางมีการแสดงอาการเปลือกแห้งสูงสุด 18.5 เปอร์เซ็นต์

เอกสารอ้างอิง

- โครงการจัดตั้งฝ่ายวิจัยและบริการ. 2543. รายงานการวิจัยประจำปี 2543.สงขลา: คณะ
ทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.
- จूरรัตน์ รักขันธุ์. 2553. การประเมินประสิทธิภาพของระบบกรีดยางแบบสองหน้ากรีตในสวนยางพารา
ที่อำเภอนาหม่อม. จังหวัดสงขลา. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยสงขลา
นครินทร์.
- ธนาพร ห้วยนุ้ย. 2552. ผลของระบบกรีดยางแบบสลัดหน้ากรีต 2 รอยที่มีผลต่อผลผลิตและคุณภาพของ
ยางพาราพันธุ์ RRIM 600. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.
- นภาพรรณ เลขะวิวัฒน์, รัชณี รัตนวงศ์ และอนุสรณ์ แรมลี. 2544. การศึกษาชีวเคมีของยางพันธุ์
แลกเปลี่ยนระหว่างประเทศ ในเขตภูมิอากาศที่ 1. รายงานการวิจัย. สงขลา: สถาบันวิจัยยาง
กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.
- นเรศ จิโส๊ะ. 2551. การเจริญเติบโตของรากและรูปแบบการใช้น้ำในดินของต้นยางพารา (*Hevea
brasiliensis* Muell Arg.) โดยกำหนดการให้น้ำระดับต่างๆในช่วงสภาวะแล้ง. วิทยานิพนธ์
วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.
- ประศาสตร์ เกื้อมณี. 2528. ลักษณะทางกายวิภาคของยางพาราพันธุ์พื้นเมืองและพันธุ์ RRIM 600
วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- ปัทมา ชนะสงคราม, วรรณจันทร์ ไชรวิส, อุไร จันทรประทีน, วิสุทธิ์ ศุภรัตน์, ศุภมิตร ลิ้มปิชัย, พิชิต
สพโชค, นริสา จันทรเรือง, พรธยา อุดลยธรรม, ปรีดีเปรม ทักษณกุล, ภัทรา กิณเรศ และภัท
ราวุธ จิวตระกูล. 2551. ปัจจัยที่มีผลต่อการเกิดอาการเปลือกแห้งในสวนยางเอกชน. รายงาน
การวิจัย. สถาบันวิจัยยาง กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. หน้า 57-86.
- ปัทมา ชนะสงคราม. 2539. โครงสร้างของเปลือกยางท่อน้ำยาง และผลผลิต. วารสารยางพารา 16: 5-23.
- พงศธร วัฒน. 2548. การวิเคราะห์ระบบผลผลิตยางพาราระดับแปลงเกษตรกร. วิทยานิพนธ์ วิทยาศาสตร
มหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

- พนัส แพนนะ และบุญปียธิดา คล่องแคล่ว. 2554. ลักษณะทางกายวิภาคของเปลือกและท่อน้ำยางของ
ยางพารา. วารสารยางพารา 32: 35-42.
- พนัส แพนนะ, บุญปียธิดา คล่องแคล่ว และสุพินยา จันทร์มี. 2554. การเก็บเกี่ยวผลผลิตน้ำยาง. ว.
ยางพารา 32: 23-32.
- เพยาว์ ร่มรื่นสุขารมย์, ชีรชาติ วิจิตชลชัย และบุตรี พุทธรักษ์. 2546ก. ศึกษาอาการเปลือกแห้งของ
ยางพารา. กรุงเทพฯ : รายงานการวิจัย. สถาบันวิจัยยาง กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตร
และสหกรณ์. หน้า 241-249.
- เพยาว์ ร่มรื่นสุขารมย์, ชีรชาติ วิจิตชลชัย, บุตรี วงศ์ถาวร, กรรณิการ์ ชีระวัฒน์สุข และสุจินต์ แม้น
เหมือน. 2542. ปัจจัยเสี่ยงต่อการกระตุ้นการเกิดอาการเปลือกแห้งในยางพารา. รายงานการ
วิจัย. กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. หน้า 214-238.
- เพยาว์ ร่มรื่นสุขารมย์, นิพนธ์ ทัพมงคล, บุตรี พุทธรักษ์, จุลศักดิ์ บุญรัตน์ และทวิศักดิ์ อนุศิริ. 2553.
การจัดการสวนยางเพื่อลดอาการเปลือกแห้ง. รายงานการวิจัย. สถาบันวิจัยยาง กรมวิชาการ
เกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. หน้า 79-88.
- เพยาว์ ร่มรื่นสุขารมย์, รัชณี รัตนวงศ์, นภาพรรณ เลขะวิวัฒน์, กรรณิการ์ ชีระวัฒน์สุข, บุตรี พุทธรักษ์
และสมบัติ พิงกุศล. 2546ข. การใช้เทคนิคทางชีวเคมีระบุคุณสมบัติพันธุ์ยาง. รายงานการวิจัย.
สถาบันวิจัยยาง กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. หน้า 95-119.
- พัชรภรณ์ รักชุม. 2552. การตอบสนองทางสรีรวิทยา ผลผลิตน้ำยาง และองค์ประกอบทางชีวเคมีของ
น้ำยางของต้นยางพารา (*Hevea brasiliensis*) ภายใต้การจัดการให้น้ำ. วิทยานิพนธ์วิทยา
ศาสตรมหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.
- พิชิต สฟโชค, พิศมัย จันทุมมา และพนัส แพนนะ. 2550. การกรีดยาง และการใช้สารเคมีเร่งน้ำยาง.
เอกสารประกอบการฝึกอบรม พนักงานบรรจุใหม่ สำนักงานกองทุนสงเคราะห์การทำสวน
ยาง ณ มาริไทม์ ปาร์ค แอนด์ สปา รีสอร์ท จ.กระบี่ วันที่ 27 - 29 สิงหาคม หน้า 121-138.

- พิชิต สพโชค. 2544. การเพิ่มผลผลิตสวนยางขนาดเล็กโดยใช้ระบบกรีดที่เหมาะสม. รายงานการสัมมนา ยางพาราแห่งประเทศไทย ครั้งที่ 4 เรื่อง “พัฒนายางพาราไทย คู่ภัยเศรษฐกิจ” ณ โรงแรม เจ บี อ.หาดใหญ่ จ.สงขลา วันที่ 17-20 กันยายน 2544 หน้า 276-287.
- พิชิต สพโชค. 2553. สัจฉลักษณ์สากลของเทคโนโลยีการเก็บเกี่ยวน้ำยาง (ปรับปรุงปี พ.ศ. 2551). วารสารยางพารา 31: 34-45.
- พิมพ์ภิลลา สุภเจริญกุล. 2552. การเปรียบเทียบลักษณะทางกายวิภาค การตอบสนองทางสรีรวิทยา และองค์ประกอบชีวเคมีน้ำยางของยางพาราพันธุ์ RRIM 600 และพันธุ์ที่ให้ผลผลิตน้ำยางสูง. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.
- พิศมัย จันทูมา, พิชิต สพโชค, วิทยา พรหมมี, พันัส แพชนะ, พรรษา อุดุธรรม, นอง ยกถาวร, พิบูลย์ เพ็ชรยิ่ง และสว่างรัตน์ ลมนาม. 2546. การใช้องค์ประกอบทางชีวเคมีของน้ำยางตรวจสอบความสมบูรณ์ของต้นยางสำหรับระบบกรีดที่เหมาะสม. ใน รายงานผลวิจัยเรื่องเดิมประจำปี 2546 หน้า 250-296. สถาบันวิจัยยาง กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.
- พิศมัย จันทูมา. 2553. การเพิ่มประสิทธิภาพการกรีดและผลผลิตยาง. วารสารยางพารา 31: 6-26.
- พิศมัย จันทูมา, อารักษ์ จันทูมา และ สว่างรัตน์ ลมนาม. 2546. การเปลี่ยนแปลงองค์ประกอบชีวเคมีในน้ำยางต่อระบบกรีดและผลผลิตยางพารา. กรุงเทพฯ : รายงานการวิจัย. กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. หน้า 395-447.
- พิศมัย จันทูมา, อารักษ์ จันทูมา, Gohet, E. และอุณากรณ์ ศิลปดี. 2545. การใช้ลักษณะทางสรีรวิทยาในการตรวจสอบความสมบูรณ์ของต้นยาง. การประชุมวิชาการยางพาราประจำปี 2545 ครั้งที่ 1 สถาบันวิจัยยาง กรมวิชาการเกษตร ณ โรงแรมหนองคายแกรนด์ อ. เมือง จ.หนองคายวันที่ 20-22 กุมภาพันธ์ หน้า 32-72.
- ภูวดล บุตรรัตน์. 2547. โครงสร้างภายในของพีช. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์ไทยวัฒนาพานิชจำกัด.
- รณชัย ดวงดาว. 2553. การเร่งผลผลิตยางก่อนโค่นขายไม้. วารสารยางพารา 31: 19-27.

- รพีพรรณ วิทิตสุวรรณกุล, ชีรยศ วิทิตสุวรรณกุล, ปิยาภรณ์ ภาษิตกุล, นพแก้ว เจริญทิพากร และกมลชนก รักศรี. 2543. กระบวนการทางชีวเคมีที่เกี่ยวข้องกับการดูดตันของท่อน้ำยางในต้นยาง. สงขลา: ภาควิชา ชีวเคมี คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.
- วารุณี อติศักดิ์กุล และจำเป็น อ่อนทอง. 2556. ผลของการเก็บตัวอย่างน้ำยางสดต่อธาตุอาหารและองค์ประกอบทางชีวเคมีในน้ำยาง. วารสารแก่นเกษตร 41 ฉบับพิเศษ 2: 13-20.
- สถาบันวิจัยยาง. 2550. ข้อมูลวิชาการยางพารา 2550. กรุงเทพฯ : กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.
- สถาบันวิจัยยาง. 2553. ข้อมูลวิชาการยางพารา 2553. กรุงเทพฯ : กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.
- สถาบันวิจัยยาง. 2554ก. คำแนะนำการเก็บเกี่ยวผลผลิตน้ำยางปี 2554. กรุงเทพฯ : กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.
- สถาบันวิจัยยาง. 2554ข. คำแนะนำพันธุ์ยางปี 2554. กรุงเทพฯ : กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.
- สมพร จอนค้วง. 2549. การศึกษาลักษณะทางสัณฐานวิทยาและกายวิภาคของยางพารา. วิทยานิพนธ์ วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยทักษิณ.
- สายัณห์ สดุดี, อิบรอเฮม ยีคำ, วิชัย หวังวโรคม และจรวัย เพชรหนองชุม. 2553. โครงการผลของการใช้ RRIMFLOW, LET, Double Tex และ Ethephon ที่มีผลต่อการเพิ่มผลผลิตน้ำยางและสรีรวิทยา น้ำยางในยางพันธุ์ RRIM 600: กรณีศึกษาในจังหวัดสงขลา. สงขลา:ภาควิชาพืชศาสตร์ คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.
- สุริย์พร เจริญประเสริฐ. 2543. กายวิภาคของพืช. เอกสารประกอบการสอน วิชา 410 ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยแม่โจ้.
- เสาวนีย์ ก่อวุฒิกุลรังสี. 2546. การผลิตยางธรรมชาติ. บัณฑิต: ภาควิชาเทคโนโลยียางและพอลิเมอร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

- อภิรักษ์ ดวงมุสิก. 2556. ผลของแก๊สเอทิลีนต่อการเพิ่มผลผลิตน้ำยางและสรีรวิทยาน้ำยางในยางพารา พันธุ์ RRIM600 :กรณีศึกษาจังหวัดสงขลา.วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.
- อารมณั์ โรจน์สุจิตร์, สโรชา กริธาพล, สุเมธ พฤกษวรุณ, ปราโมทย์ คำพุทธ และประภา พงษ์อุทธา. 2551. สํารวจอาการเปลือกแห้งของยางพาราในพื้นที่ปลูกยางภาคใต้ตอนบน. รายงานผลการวิจัยเรื่องเต็มประจำปี 2551. กรุงเทพฯ : กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. หน้า 103-113.
- อารักษ์ จันทุมมา และพิศมัย จันทุมมา. 2546. การเคลื่อนย้ายน้ำตาลซูโครสในต้นยาง การสะสมมวลชีวภาพและดัชนีการเก็บเกี่ยวน้ำยางในยางบางพันธุ์. รายงานการวิจัย. สงขลา: สถาบันวิจัยยาง กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.
- เอกชัย พฤกษ์อำไพ. 2547. คู่มือยางพารา. กรุงเทพฯ: เพ็ท-แพล้น พับลิชชิ่ง.
- Akbar, M. and Said, M. 2005. Exploitation thchnology suitable for smallholders. IRRDB TOT Workshop Kuala Lumpur April 4-6:1-11.
- Chandrashekar, T.R., Nazeer, M.A., Marattukalam, J.G., Praksh, G.P., Annamalainathan, K. and Tomus, J. 1998. An analysis of growth and drought tolerance in rubber during the immature phase in a day subhumid climatic. *Experimental Agriculture* 34:287-300.
- Chantuma, P., Lacote, A., Kasemsap, P., Thanisawanyangkura, S., Gohet, E., Clement, A., Guilliot, A., Ameglio, T. and Thaler, P. 2009. Carbohydrate storage in wood and bark of rubber trees submitted to different level of C demand induced by latex tapping. *Tree Physiology* 29: 1021–1031.
- Chantuma, P., Lacote, R., Leconte, A. and Gohet, E. 2011. An innovative tapping system, the double cut alternative, to improve the yield of *Hevea brasiliensis* in Thai rubber plantations. *Field Crops Research* 121: 416–422.

- Charoenwut, C., Kongsawadworakul, P., Pichaut, J.P., Nandria, D., Sookmark, U., Narangajavana, J. and Chrestin, H. 2007. Cloning and characterization of specific molecular markers of rubber tree trunk phloem necrosis. CRRRI & IRRDB International Rubber Conference, Siem Reap, Cambodia, 12-13 November 2007.
- Chow, K., Wan, K., Isa, M. N. M., Bahari, A., Tan, S., Harikrishna, K. and Yeang, H. 2007. Insights into rubber biosynthesis from transcriptome analysis of *Hevea brasiliensis* latex. *Journal of Experimental Botany* 58: 2429-2440.
- Coucaud, A. D., Brunel, N., Kongsawadworakul, P., Viboonjun, U., Lacoïnte, A., Julien, J. L., Chrestin, H. and Sakr, S. 2009. Sucrose importation into laticifers of *Hevea brasiliensis*, in relation to ethylene stimulation of latex production. *Annals of Botany* 104: 635–647.
- Coucaud, A. D., Kongsawadworakul, P., Maurousset, L., Viboonjun, U., Brunel, N., Renaud, V. P., Chrestin, H. and Sakr, S. 2010. Ethylene stimulation of latex yield depends on the expression of a sucrose transporter (HbSUT1B) in rubber tree (*Hevea brasiliensis*). *Tree Physiology* 30: 1586–1598.
- Coupe, M. and Chrestin, H. 1989. Physico-chemical and biochemical mechanisms of hormonal (ethylene) stimulation. *In* *Physiology of Rubber Tree Latex*. (eds. J. d’Auzac, J. L. Jacob and H. Chrestin) pp.102-141. Boca Raton: CRC Press Inc.
- d’Auzac, J., Jacob, J. L. and Chrestin, H. 1989. *Physiology of Rubber Tree Latex*. Florida: C.R.C. Press.
- Doungmusik, A. and Sdoodee, S. 2012. Enhancing the latex productivity of *Hevea brasiliensis* clone RRIM 600 using ethylene stimulation. *Journal of Agricultural Technology* 6: 2033-2042.

- Eliathe, E. A. A., Edmond, K., Mathurin, O., Justin, L. Y., Pierre, N. A. S., Kouadio, D. and Abdourahamane, S. 2012. Detection of *Hevea brasiliensis* clones yield potential and susceptibility to tapping panel dryness in Cote d'Ivoire using the 32 and 35 KDa lutoidic proteins. *African Journal of Biotechnology* 44: 10200-10206.
- Gohet, E. and Chantuma, P. 1999. Microdiagnostic latex training RRIT-DOA. Chachoengsao RubberResearch Center 22-26 November 1999.
- Hoong, C. W. and San, O. T. 2000. Enhancing the sustainability of rubber plantations in peninsular Malaysia. *Applied Agricultural Research* 2000:1-14.
- Jacob, J. L., Prevot, J. C. and Kekwick, R. G. O. 1989. General metabolism of *Hevea brasiliensis* latex. *In Physiology of Rubber Tree Latex*. (eds. J. d'Auzac, J. L. Jacob and H. Chrestin) pp. 102-141. Boca Raton: CRC Press Inc.
- Jayanthy T. and Sankaranarayanan, P. E. 2005. Measurement of dry rubber content in latex using microwave technique. *Measurement Science Review* 5:50-54.
- Jetro, N. N. and Simon, G. M. 2007. Effects of 2-chloroethylphosphonic acid formulations as yield stimulants of *Hevea brasiliensis*. *African Journal of Biotechnology* 6: 523-528.
- Lacote, R., Gabla, O., Obouayeba, S., Eschbach, J.M., Rivano, F., Dian, K. and Gohet, E. 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.
- Li, H., Qin, Y., Xiao, X. and Tang, C. 2011. Screening of valid reference genes for real-time RT-PCR data normalization in *Hevea brasiliensis* and expression validation of a sucrose transporter gene *HbSUT3*. *Plant Science* 181: 132-139.
- Mak, S., Chinsathit, S., Pookpakdi, A. and Kasemsap, P. 2008. The effect of fertilizer and irrigation on yield and quality of rubber (*Hevea brasiliensis*) grown in Chanthaburi province of Thailand. *Kasetsart Journal (National Science)* 42: 226-237.

- Nawamawata, K., Sakdapipanicha, J. T., Hoc, C. C., Mad, Y., Songd, J. and Vancsod, J. G. 2011. Surface nanostructure of *Hevea brasiliensis* natural rubber latex particles. *Physicochem.Eng. Aspects* 390:157– 166.
- Njukeng, J. N., Muenyi, P. M., Ngane, B. K. and Ehabe, E. E. 2011. Ethephon stimulation and yield response of some *Hevea* clones in the humid forests of south west Cameroon. *International Journal of Agronomy* 10:1-5.
- Obouayeba, S., Coulibaly, L.F., Gohet, E., Yao, T.N. and Ake, S. 2009. Effect of tapping systems and height of tapping opening on clone PB 235 agronomic parameters and it's susceptibility to tapping panel dryness in south-east of Cote d'Ivoire. *Journal of Applied Biosciences* 24: 1535-1542.
- Obouayeba, S., Soumahin, E. F. and Coulibaly, L. F. 2010. Low intensity tapping systems applied to clone PR 107 of *Hevea brasiliensis* (Muell. Arg.) in South-eastern Côte d'Ivoire:influence of the nature of the exploited bark and the position of tapping panel. *Agriculture and Biology Journal of North America* 1: 1106 -1118.
- Obouayeba, S., Soumahin, E. F., Okoma, K. M., N'Guessan, E. B., Lacote, R., Coulibaly, L. F. and Ake, S. 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. *Journal of Crop Science* 2: 27-44.
- Rukkhun, J., Sdoodee, S. and Leconte, A. 2012. Test of double cut alternative (DCA) tapping system under on-farm trials in southern Thailand. *Journal of Agricultural Technology* 8: 1811-1820.
- Sainoi, T. and Sdoodee, S. 2012. The impact of ethylene gas application on young-tapping rubber trees. *Journal of Agricultural Technology* 4: 1497-1507.

- Sainoi, T., Doungmusik, A. and Sdoodee, S. 2012. Testing of ethylene stimulation to enhance latex yield of *Hevea brasiliensis* clone RRIM 600 in southern Thailand. The Proceedings of The 2nd Annual International Conference Syiah Kuala University. & The 8th IMT-GT Uninet Biosciences Conference 1: 150-153.
- Sdoodee, S., Leconte, A., Rongsawat, S., Rukkhun, J., Huaynui¹, T. and Chinatiam¹, H. 2012. First tests of “double cut alternative” rubber tapping system in southern Thailand. *Kasetsart Journal (Natural Science)* 46: 33-38.
- She, F., Zhu, D., Kong, L., Wang, J., An, F. and Lin., W. 2013. Ultrasound-assisted tapping of latex from para rubber tree *Hevea brasiliensis*. *Industrial Crops and Products* 50: 803-808.
- Silpi, U., Chantuma, P., Thaler, P., Thanisawanyangkura, S., Lacointe, A., Ameglio, T. and Gohet, E. 2006. Sucrose and metabolism distribution patterns in the latices of three *Hevea brasiliensis* clones: effects of tapping and stimulation on the tree trunk. *Journal of Rubber Research* 9:115–131.
- Soumahin, E. F., Obouayeba, S. and Anno, P. A. 2009. Low tapping frequency with hormonal stimulation on *Hevea brasiliensis* clone PB 217 reduces tapping manpower requirement. *Journal of Animal and Plant Sciences* 3: 109 -117.
- Soumahin, E.F., Obouateba, S., Dick, K.E., Dogbo, D.O. and Anno, A.P. 2010. Low intensity tapping systems applied to clone PR 107 of *Hevea brasiliensis* (Muell. Arg.): results of 21 years of exploitation in southeastern Cote d’Ivoire. *African Journal of Plant Science* 4: 145-153.
- Tang, C., Huang, D., Yang, J., Liu, S., Sakr, S., Li, H., Zhou, Y. and Qin, Y. 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.

- Traore, M. S., Diarrassouba, M., Okoma, K. M., Dick, K. E., Soumahin, E. F., Coulibaly, L. F. and Obouayeba, S. 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. *Agriculture and Biology Journal of North America* 8:1251 -1260.
- Tungngoen, K., Kongsawadworakul, P., Viboonjun, U., Katsuhara, M., Brunel, N., Sakr, S., Narangajavana, J. and Chrestin, H. 2009. Involvement of *HbPIP2;1* and *HbTIP1;1* aquaporins in ethylene stimulation of latex yield through regulation of water exchanges between inner liber and latex cells in *Hevea brasiliensis*. *Plant Physiology* 151: 843-856.
- Tungngoen, K., Viboonjun, U., Kongsawadworakul, P., Katsuhara, M., Julien, J. L., Sakr, S., Chrestin, H. and Narangajavana, J. 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. *Journal of Plant Physiology* 168: 253-262.
- Webster, C.C. and Paardekooper, E.C. 1989. The botany of the rubber trees. *In Rubber*. (eds. C.C. Webster and W.J. Baulkwill) pp. 125-164. New York: John Wiley and Sons Inc.
- Wititsuwannakul, D., Rattanapittayaporn, A. and Wititsuwannakul, R. 2003. Rubber biosynthesis by a *Hevea* latex bottom-fraction membrane. *Journal of Applied Polymer Science* 87:90-96.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก



รูปภาคผนวกที่ 1 ระบบกรีดหนึ่งในสามของลำต้นสองวันเว้นวัน



รูปภาคผนวกที่ 2 ระบบกรีดหนึ่งในแปดของลำต้นวันเว้นสองวันร่วมกับการใช้ระบบ RRIMFLOW



รูปภาพผนวกที่ 3 ระบบกรีดหนึ่งในแปดของลำต้นวันเว้นสองวันร่วมกับการใช้ระบบ LET



รูปภาพผนวกที่ 4 ระบบกรีดหนึ่งในแปดของลำต้นวันเว้นสองวันร่วมกับการใช้ระบบ Double Tex

ภาคผนวก ข

การเตรียมสารเคมีสำหรับการวิเคราะห์ห้องค์ประกอบทางสรีรวิทยาของน้ำยาง

เตรียมสารเคมีสำหรับการวิเคราะห์ห้องค์ประกอบทางสรีรวิทยาของน้ำยาง ตามวิธีของ ฟิมพ์ภักลา (2552)

1. สารละลายสำหรับการเก็บตัวอย่างน้ำยาง

1.1 สารละลาย TCA ความเข้มข้น 20 เปอร์เซ็นต์ ปริมาตร 1,000 มิลลิลิตร

- สาร TCA ความเข้มข้น 40 เปอร์เซ็นต์ 200 กรัม

- น้ำกลั่น 1,000 มิลลิลิตร

วิธีการชั่งสาร TCA 200 กรัม ละลายด้วยน้ำกลั่น 1,000 มิลลิลิตร ใช้แบ่งคนสารละลาย ให้เข้ากันเก็บไว้ในขวดสีส

1.2 สารละลาย TCA ความเข้มข้น 2.5 เปอร์เซ็นต์ ปริมาตร 1,000 มิลลิลิตร

- TCA ความเข้มข้น 40 เปอร์เซ็นต์ 125 มิลลิลิตร

- น้ำกลั่น 875 มิลลิลิตร

วิธีการ ตวงน้ำกลั่นมา 875 มิลลิลิตร รินใส่บีกเกอร์ขนาด 1,000 มิลลิลิตร จากนั้นริน สารละลาย TCA ความเข้มข้น 20 เปอร์เซ็นต์มา 125 มิลลิลิตร เติมลงในบีกเกอร์ที่มีน้ำกลั่นใช้แบ่งแล้ว คนให้สารละลายเข้ากัน เก็บใส่ขวดสีส

1.3 สารละลาย EDTA ความเข้มข้น 0.01 เปอร์เซ็นต์ ปริมาตร 1,000 มิลลิลิตร

- EDTA 0.1 กรัม

- น้ำกลั่น 1,000 มิลลิลิตร

วิธีการ ชั่ง EDTA 0.1 กรัม ละลายด้วยน้ำกลั่น 1,000 มิลลิลิตร ใช้เครื่องกวน สารละลาย (Hotplate Stirrer) ช่วยคน อุณหภูมิสารละลายเพื่อให้ละลายได้ดียิ่งขึ้น จากนั้นนำมาปรับปริมาตร ด้วยน้ำกลั่นให้ครบ 1,000 มิลลิลิตร เก็บไว้ในขวดเก็บสารสีส

2. สำหรับการวิเคราะห์ซูโครส

2.1 การเตรียม Anthrone reactive 1 ลิตร

- กรดซัลฟูริก ความเข้มข้น 97 เปอร์เซ็นต์ 710 มิลลิลิตร
- น้ำกลั่น 290 มิลลิลิตร
- Anthrone 1 กรัม

วิธีการ เตรียมในตู้ควัน โดยวางกระบอกตวงขนาด 1,000 มิลลิลิตร ลงในกะละมังที่มีน้ำอยู่ประมาณครึ่งกะละมัง รินน้ำกลั่น 290 มิลลิลิตร ลงในกระบอกตวง หลังจากนั้นค่อยๆ รินกรดซัลฟูริก ความเข้มข้น 97 เปอร์เซ็นต์ 710 มิลลิลิตร ลงไป ทิ้งสารละลายให้เย็น เทใส่บีกเกอร์ขนาด 1,000 มิลลิลิตร ใส่ Anthrone 1.0 กรัม ลงไป ใช้เครื่องกวนสารละลาย ความเร็วสูงช่วยคน เทใส่กระบอกตวงอีกครั้งหากปริมาตรไม่ครบ 1,000 มิลลิลิตรปรับปริมาตรให้ครบ 1 ลิตรด้วยกรดซัลฟูริก ความเข้มข้น 97 เปอร์เซ็นต์ รินใส่ขวดสีชาและห่อด้วยกระดาษฟลอยด์ เก็บไว้ในตู้เย็น

หมายเหตุ : ห้าม! เติมน้ำลงในกรดโดยเด็ดขาด

2.2 การทำ Standard curve /วิเคราะห์ปริมาณ

การเตรียมสารละลายมาตรฐานของน้ำตาลซูโครส 2 มิลลิโมล (100 มิลลิลิตร)

- น้ำตาลซูโครส 0.0685 กรัม
- สารละลาย TCA ความเข้มข้น 2.5 เปอร์เซ็นต์ 100 มิลลิลิตร

วิธีการ ชั่งน้ำตาลซูโครส 0.0685 กรัม เทใส่บีกเกอร์ขนาด 100 มิลลิลิตร ตวงสารละลาย TCA ความเข้มข้น 2.5 เปอร์เซ็นต์ 100 มิลลิลิตร ใส่ลงในบีกเกอร์ ใช้เครื่องกวนสารละลายช่วยคน สามารถเก็บสารละลายนี้ได้ไม่เกิน 1 สัปดาห์ในที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส

การทำ standard curve (สารละลายมาตรฐาน)

ในการทำ sucrose standard curve จะทำทั้งในกรณีที่มีปริมาณซูโครสปกติ ปริมาณซูโครสต่ำและปริมาณซูโครสสูง โดยความเข้มข้นสุดท้ายของน้ำตาลซูโครสจะแปรผันจาก 0 มิลลิโมลถึง 1.75 มิลลิโมลในสารละลาย TCA ความเข้มข้น 2.5 เปอร์เซ็นต์ ที่ความยาวคลื่น 627 นาโนเมตร การเตรียมสารสำหรับทำ standard ดังตารางภาคผนวกที่

ตารางภาคผนวกที่ 1 ปริมาณสารเคมีสำหรับเตรียม sucrose standard

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 ดังตารางแล้วนำหลอดทั้งหมดไปแช่เย็น จากนั้นเตรียมหลอดแก้วที่มีฝาปิด 9 หลอด เติมสารต่างๆ ในแต่ละหลอด เพื่อนำไปอ่านค่าการดูดกลืนแสงดังนี้

- สารละลาย TCA ความเข้มข้น 2.5 เปอร์เซ็นต์ 400 ไมโครลิตร
- สารตัวอย่าง (สารจากหลอด centrifuged) 100 ไมโครลิตร
- Anthrone reactive 3 มิลลิลิตร

สำหรับ blank ของสารละลายซูโครส ใช้ทั้งในกรณีที่มีซูโครสปกติ ซูโครสต่ำ และซูโครสสูง โดยเติมสารต่างๆ ดังนี้

- สารละลาย TCA ความเข้มข้น 2.5 เปอร์เซ็นต์ 1 มิลลิลิตร
- Anthrone reactive 6 มิลลิลิตร

กรณีที่มีปริมาณซูโครสต่ำ ใ้ใช้ในกรณีที่เมื่อทำการวิเคราะห์น้ำยางแล้ววัดค่าการดูดกลืนแสงของตัวอย่างน้ำยางแบบปกติได้ค่าต่ำกว่า 0.200 โดยทำการปรับปริมาตรสารต่างๆ ใหม่ดังนี้

- สารละลาย TCA ความเข้มข้น 2.5 เปอร์เซ็นต์ 250 ไมโครลิตร
- สารตัวอย่าง (สารจากหลอด centrifuged) 250 ไมโครลิตร
- Anthrone reactive 3 มิลลิลิตร

กรณีที่มีปริมาณซูโครสสูง ใ้ใช้ในกรณีที่เมื่อทำการวิเคราะห์น้ำยางแล้ววัดค่าการดูดกลืนแสงของตัวอย่างน้ำยางแบบปกติได้ค่าสูงกว่า 0.800 โดยทำการปรับปริมาตรสารต่างๆ ใหม่ดังนี้

- สารละลาย TCA ความเข้มข้น 2.5 เปอร์เซ็นต์ 450 ไมโครลิตร
- สารตัวอย่าง (สารจากหลอด centrifuged) 50 ไมโครลิตร

- Anthrone reactive 3 มิลลิลิตร

เมื่อเตรียมสารต่างๆ ชำรงต้นแล้ว นำแต่ละหลอดไปเขย่า จากนั้นนำไปแช่ในอ่างควบคุมอุณหภูมิ ที่อุณหภูมิ 90 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 นาที นำตัวอย่างมาแช่ในน้ำที่อุณหภูมิห้อง ทิ้งให้เย็นประมาณ 5 นาที นำไปอ่านค่าการดูดกลืนแสง บันทึกค่าการดูดกลืนแสงในแต่ละความเข้มข้นของซูโครส ทำ กราฟการกระจาย หาค่าสหสัมพันธ์และจุดตัดแกน x และ y จะได้สมการ $y = aX$ จากนั้นคำนวณหาค่า K โดย

$$K_{\text{Suc}} = 1/y$$

3. สำหรับการวิเคราะห์ห่อนินทรีย์ฟอสฟอรัส

3.1 การเตรียม Inorganic Phosphorus : Pi (IN) [Molybdate / Metavanadate]

reactive 1,000 มิลลิลิตร

- น้ำกลั่น 940 มิลลิลิตร
- กรดไนตริก 60 มิลลิลิตร
- แอมโมเนียมโมลิบเดต 6.0 กรัม
- แอมโมเนียมเมตาวานาเดต 0.3 กรัม

วิธีการ เตรียมบีกเกอร์ขนาด 500 มิลลิลิตร 2 บีกเกอร์ บีกเกอร์ที่ 1 ละลายแอมโมเนียมโมลิบเดต 6.0 กรัม กับน้ำกลั่นประมาณ 300 มิลลิลิตร เครื่องกวนสารละลายช่วยคนบีกเกอร์ที่ 2 รินน้ำกลั่นลงไปประมาณ 300 มิลลิลิตร จากนั้นเติมกรดไนตริกผ่านแท่งแก้วกลงไป 60 มิลลิลิตร เติมแอมโมเนียมเมตาวานาเดต 0.3 กรัม อุณหภูมิสารละลายเล็กน้อย เมื่อสารละลายเย็นลงนำสารละลายทั้ง 2 บีกเกอร์ใส่ลงในกระบอกตวงขนาด 1,000 มิลลิลิตร โดยใส่สารละลายในบีกเกอร์ที่ 2 ก่อน เติมน้ำกลั่นจนปริมาตรครบ 1,000 มิลลิลิตร ใช้เครื่องกวนสารละลายช่วยคนและอุณหภูมิเล็กน้อย

3.2 การทำ standard curve /วิเคราะห์ปริมาณ

การเตรียมสารละลายมาตรฐาน KH_2PO_4 (or NaH_2PO_4) 5 mM ปริมาตร 100 ml.

- KH_2PO_4 0.0680 กรัม
- น้ำกลั่น 90 มิลลิลิตร

- สารละลาย TCA ความเข้มข้น 2.5 เปอร์เซ็นต์ 10 มิลลิลิตร

วิธีการ ตวงน้ำ 50 มิลลิลิตรใส่บีกเกอร์ขนาด 100 มิลลิลิตร เติม KH_2PO_4 0.068 กรัม จากนั้นเติมสารละลาย TCA ความเข้มข้น 2.5 เปอร์เซ็นต์ 10 มิลลิลิตร และน้ำกลั่นอีก 40 มิลลิลิตรลงในบีกเกอร์ สามารถเก็บสารละลายนี้ได้ไม่เกิน 1 สัปดาห์ในที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส

การทำ standard curve (สารละลายมาตรฐาน)

ในการทำ Pi standard ความเข้มข้นสุดท้ายของ Pi จะแปรผันจาก 0 มิลลิโมล ถึง 5 มิลลิโมล ในสารละลาย TCA ความเข้มข้น 2.5 เปอร์เซ็นต์ที่ความยาวคลื่น 410 นาโนเมตร การเตรียมสารสำหรับทำ standard ดังตารางภาคผนวกที่ 2

ตารางภาคผนวกที่ 2 แสดงปริมาณสารเคมีสำหรับเตรียม Pi standard

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 ดังตารางแล้วนำหลอดทั้งหมดไปแช่เย็น จากนั้นเตรียมหลอดแก้วที่มีฝาปิด 6 หลอด เติมสารต่างๆ ในแต่ละหลอด เพื่อนำไปอ่านค่าการดูดกลืนแสงดังนี้

- สารละลาย TCA ความเข้มข้น 2.5 เปอร์เซ็นต์ 1 มิลลิลิตร
- สารตัวอย่าง (สารจากหลอด centrifuged) 500 ไมโครลิตร
- IN reactive 3 มิลลิลิตร

การเตรียม blank ของ Pi เตรียมดังนี้

- สารละลาย TCA ความเข้มข้น 2.5 เปอร์เซ็นต์ 3 มิลลิลิตร
- IN Reactive 6 มิลลิลิตร

เมื่อเตรียมสารต่างๆ ข้างต้นแล้ว นำแต่ละหลอดไปเขย่า ทิ้งไว้ประมาณ 5 นาทีนำไปอ่านค่าการดูดกลืนแสง บันทึกค่าการดูดกลืนแสงในแต่ละความเข้มข้นของ Pi ทำกราฟการกระจาย หาค่าสหสัมพันธ์และจุดตัดแกน x และ y จะได้สมการ $y = aX$ จากนั้นคำนวณหาค่า K โดย

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

4. สำหรับการวิเคราะห์หรีดิวส์ไอฮอล

4.1 การเตรียม TRIS reactive 0.5 โมล ปริมาตร 1,000 มิลลิลิตร

- TRIS 60.60 กรัม
- น้ำกลั่น 1,000 มิลลิโมล

วิธีการ ตวงน้ำกลั่น 1,000 มิลลิลิตร ใส่บีกเกอร์ เติม TRIS 60.60 กรัม ใช้เครื่องกวนสารละลายช่วยคน

4.2 การเตรียม DTNB 10 มิลลิโมล ปริมาตร 100 มิลลิลิตร

- DTNB (MW = 396.36) 0.3964 กรัม
- EDTA (MW = 292.2) 0.710 กรัม
- น้ำกลั่น 80 มิลลิลิตร
- TRIS 20 มิลลิโมล

วิธีการ ตวง 0.5 โมล TRIS 0.5 มา 20 มิลลิลิตร เติม DTNB 0.3964 กรัม และ EDTA 0.710 กรัม ใช้เครื่องกวนสารละลายช่วยคนจากนั้นเติมน้ำกลั่นลงไป 50 มิลลิลิตร ปรับ pH ให้ได้ 6.7 ด้วยสารละลาย TCA ความเข้มข้น 2.5 เปอร์เซ็นต์ จากนั้นปรับ pH ให้ได้ 6.5 ด้วยสารละลาย TCA ความเข้มข้น 2.5 เปอร์เซ็นต์ หลังจากนั้นเติมน้ำกลั่นจนปริมาตรครบ 100 มิลลิลิตร เก็บสารละลายใส่ขวดสีชาห่อด้วยกระดาษฟลอยด์เก็บไว้ในตู้เย็น

4.3 การทำ standard curve /วิเคราะห์ปริมาณ

การเตรียมสารละลายมาตรฐาน (Glutathion : GSH 1 มิลลิโมล (100 มิลลิลิตร))

- GSH (thiol) 0.0307 กรัม

- สารละลาย TCA ความเข้มข้น 2.5 เปอร์เซ็นต์ 100 มิลลิโมล

วิธีการ ชั่ง GSH 0.0307 กรัม จากนั้นตวงสารละลาย TCA ความเข้มข้น 2.5 เปอร์เซ็นต์
รินใส่ในบีกเกอร์ เติม GSH ที่ชั่งไว้ลงในบีกเกอร์ คนให้สารละลายเข้ากัน เก็บสารละลายในขวดสีชา
สามารถเก็บรักษาสารละลายนี้ได้ไม่เกิน 1 สัปดาห์ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส

การทำ Standard curve (สารละลายมาตรฐาน)

ในการทำ R-SH standard R-SH ความเข้มข้นสุดท้ายของ R-SH จะ
แปรผันจาก 0 มิลลิโมล ถึง 0.1 มิลลิโมล ในสารละลาย TCA ความเข้มข้น 2.5 เปอร์เซ็นต์ ที่ความยาว
คลื่น 412 นาโนเมตร การเตรียมสารสำหรับทำ standard ดังตารางภาคผนวกที่ 3

ตารางภาคผนวกที่ 3 แสดงปริมาณสารเคมีสำหรับเตรียม R-SH standard

Tube	Blank	1	2	3	4	5
GSH.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
[Suc] (mM.)	0.000	1.000	2.000	3.000	4.000	5.000

เมื่อเตรียมสารใส่หลอด centrifuged ดังตารางแล้วนำหลอดทั้งหมดไปเขย่าด้วย Vortex
จากนั้นเตรียมหลอดแก้วที่มีฝาปิด 6 หลอด เติมสารต่างๆ ในแต่ละหลอด เพื่อนำไปอ่านค่าการดูดกลืน
แสง ดังนี้

- 0.5 โมล TRIS 1 มิลลิโมล

- สารตัวอย่าง (สารจากหลอด centrifuged) 1.5 มิลลิโมล

- 20 มิลลิโมล DTNB reactive 50 ไมโครลิตร

การเตรียม blank ของ Pi เตรียมดังนี้

- สารละลาย TCA ความเข้มข้น 2.5 เปอร์เซ็นต์ 3 มิลลิโมล
- TRIS 2 มิลลิโมล
- 20 มิลลิโมล DTNB Reactive 100 ไมโครลิตร

เมื่อเตรียมสารต่างๆ ข้างต้นแล้ว นำแต่ละหลอดไปเขย่า ทิ้งไว้ประมาณ 5 นาทีนำไปอ่านค่าการดูดกลืนแสง บันทึกค่าการดูดกลืนแสงในแต่ละความเข้มข้นของ R-SH ทำการกราฟการกระจาย หาค่าสหสัมพันธ์และจุดตัดแกน x และ y จะได้สมการ $y = aX$ จากนั้นคำนวณหาค่า K โดย

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

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ สกุล นายสุทธิเชชา ขุนทอง

รหัสประจำตัวนักศึกษา 5510620035

วุฒิการศึกษา

วุฒิ	ชื่อสถาบัน	ปีที่สำเร็จการศึกษา
วิทยาศาสตร์บัณฑิต (เกษตรศาสตร์) เกียรตินิยมอันดับสอง	มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์	2553

ตำแหน่งและสถานที่ทำงาน

นักวิทยาศาสตร์ปฏิบัติการ สำนักวิทยาศาสตร์เพื่อการพัฒนาที่ดิน กรมพัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์

การตีพิมพ์เผยแพร่ผลงาน

สุทธิเชชา ขุนทอง และสาขัมภ์ สดุดี. 2558. การตอบสนองของต้นยางพาราต่อการใช้เอทธิลินในช่วง 3

ปี ต่อเนื่อง. วารสารแก่นเกษตร. 43 (3): (ได้รับการตอบรับตีพิมพ์ อยู่ระหว่างรอตีพิมพ์).