

(1)



ผลกระทบของการใช้แก๊สเอทิลีนต่อต้นยางพาราอายุน้อยที่เปิดกรีดแล้ว
The Impact of Ethylene Gas Application on Young-tapping Rubber Trees

ธงชัย ไทรน้อย
Thongchai Sainoi

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญา
วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต 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

2555

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

เลขที่	SB290.5.T5 822 2555
Bib Key	365657
	/ /

ชื่อวิทยานิพนธ์ ผลกระทบของการใช้แก๊สเอทิลีนต่อต้นยางพาราอายุน้อยที่เปิดกรีดแล้ว
ผู้เขียน นายธงชัย ไทรน้อย
สาขาวิชา พืชศาสตร์

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

.....
(รองศาสตราจารย์ ดร.สายัณห์ สดุดี)

คณะกรรมการสอบ

.....ประธานกรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร.สมพงษ์ เตชะโต)

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม

.....
(รองศาสตราจารย์ ดร.จรัสศรี นวลศรี)

.....กรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร.สายัณห์ สดุดี)

.....กรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร.จรัสศรี นวลศรี)

.....กรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร.สมพร ณ นคร)

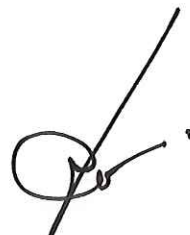
บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ อนุมัติให้บัณฑิตวิทยานิพนธ์ฉบับนี้
เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา ตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาพืชศาสตร์

.....
(ศาสตราจารย์ ดร.อมรรัตน์ พงศ์ดารา)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

(3)

ขอรับรองว่า ผลงานวิจัยนี้เป็นผลมาจากการศึกษาวิจัยของนักศึกษาเอง และขอขอบคุณผู้
ที่มีส่วนเกี่ยวข้องทุกท่านไว้ ณ ที่นี้



ลงชื่อ

(รองศาสตราจารย์ ดร.สายัณห์ สดุดี)
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

ลงชื่อ



(นายธงชัย ไทรน้อย)
นักศึกษา

(4)

ข้าพเจ้าขอรับรองว่า ผลงานวิจัยนี้ไม่เคยเป็นส่วนหนึ่งในการอนุมัติปริญญาในระดับใดมาก่อน และไม่ได้ถูกใช้ในการยื่นขออนุมัติปริญญาในขณะนี้

ลงชื่อ



(นายธงชัย ไทรน้อย)

นักศึกษา

ชื่อวิทยานิพนธ์	ผลกระทบของการใช้แก๊สเอทิลีนต่อต้นยางพาราอายุน้อยที่เปิดกรีดแล้ว
ผู้เขียน	นายธงชัย ไทรน้อย
สาขาวิชา	พืชศาสตร์
ปีการศึกษา	2555

บทคัดย่อ

เกษตรกรชาวสวนยางบางรายในภาคใต้ของประเทศไทยใช้วิธีเพิ่มผลผลิตน้ำยางโดยการกระตุ้นด้วยเอทิลีนในยางพาราอายุน้อยที่เปิดกรีดแล้ว ซึ่งอาจส่งผลกระทบต่อช่วงอายุการกรีดยางในระยะยาวได้ ดังนั้น ได้ทำการทดลองที่สถานีวิจัยและฝึกภาคสนามเทพา จังหวัดสงขลา เพื่อศึกษาผลกระทบของการกระตุ้นด้วยแก๊สเอทิลีนในยางพาราอายุน้อยที่เปิดกรีดแล้ว โดยใช้ยางพาราพันธุ์ RRIM 600 อายุ 9 ปี วางแผนการทดลองแบบ One Tree Plot Design จำนวน 6 สิ่งทดลอง คือ ระบบกรีดแบบ S/3 2d/3 6d/7 (T1) ระบบกรีดแบบ S/6 d3 6d/7 (T2) ระบบกรีดแบบ S/6 d3 6d/7. ET2.5% Pa 1(2) 12/y (m) (T3) ระบบกรีดแบบ S/6 d3 6d/7. ETG99% RRIMFLOW -60- 36/y (9d) (T4) ระบบกรีดแบบ S/6 d3 6d/7. ETG60% LET -40- 48/y (6d) (T5) และระบบกรีดแบบ S/6 d3 6d/7. ETG99% Double Tex -60- 36/y (9d) (T6) ประกอบด้วย 20 ซ้ำ ตั้งแต่เดือนกันยายน 2553 ถึงเดือนมีนาคม 2555 พบว่า การใช้ระบบกรีดแบบ T4 ให้ปริมาณผลผลิตยางก้อนสะสมและผลผลิตยางก้อนเฉลี่ยสูงสุดแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติคือ 3186.05 กรัมต่อตัน และ 91.03 กรัมต่อตันต่อครั้งกรีด ตามลำดับ การใช้ระบบกรีดร่วมกับการกระตุ้นด้วยเอทิลีน (T4, T5 และ T6) ให้เปอร์เซ็นต์เนื้อยางแห้งและอัตราการเจริญเติบโตต่ำกว่าการใช้เอทิลีนและไม่มีความแตกต่างทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับระบบกรีดแบบที่เกษตรกรใช้ (T1) แต่มีเปอร์เซ็นต์การปกคลุมพื้นที่ของทรงพุ่มมากกว่า นอกจากนี้การใช้ระบบกรีดแบบวันเว้นสองวัน (d3) มีความสิ้นเปลืองเปลือกว่าการใช้ระบบกรีดแบบสองวันเว้นวัน (2d/3) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ สำหรับองค์ประกอบทางชีวเคมีของน้ำยาง พบว่า การใช้ระบบกรีดร่วมกับการกระตุ้นด้วยเอทิลีน (T4, T5 และ T6) มีแนวโน้มของปริมาณซูโครสและปริมาณไรออลในน้ำยางต่ำกว่า ขณะที่ปริมาณอนินทรีย์ฟอสฟอรัสสูงกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับระบบกรีดแบบที่เกษตรกรใช้ (T1) ดังนั้น การศึกษาในระยะยาวมีความจำเป็นต่อการประเมินผลกระทบของช่วงอายุการกรีดยาง เมื่อเกษตรกรเริ่มนำวิธีการกระตุ้นด้วยแก๊สเอทิลีนมาใช้ในยางพาราอายุน้อยที่เปิดกรีดแล้ว

Thesis Title	The Impact of Ethylene Gas Application on Young-tapping Rubber Trees
Author	Mr. Thongchai Sainoi
Major Program	Plant Science
Academic Year	2012

ABSTRACT

Recently, the ethylene gaseous stimulation has been introduced by rubber smallholders in southern Thailand to increase latex production, land productivity and tapping labour efficiency. Some smallholders also apply ethylene gaseous in order to stimulate latex yield even in young-tapping rubber trees. This may cause adverse impact on the rubber tree. Therefore, this experiment was established at the Thepa Research Station in Songkhla province to investigate the effect of ethylene gas stimulation on the young-tapping rubber tree. Nine-year-old RRIM 600 clones were used for the experiment. The experiment was designed as one tree plot design with 6 treatments; T1: S/3 2d/3 6d/7, T2: S/6 d3 6d/7, T3: S/6 d3 6d/7. ET2.5% Pa 1(2) 12/y (m), T4: S/6 d3 6d/7. ETG99% RRIMFLOW -60- 36/y (9d), T5: S/6 d3 6d/7. ETG60% LET -40-48/y (6d) and T6: S/6 d3 6d/7. ETG99% Double Tex -60- 36/y (9d). There were twenty replicates in each treatment. The results showed that the cup lump production of the T4 treatment provided the highest cumulative and average yield of accumulate 3186.05 g tree⁻¹ and 91.03 g tree⁻¹ tapping⁻¹, significantly different from the remaining treatments. Dry rubber content (DRC) and radial trunk growth of the T4, T5 and T6 treatments were decrease, however, there was no significant difference among the treatments. Bark consumption of the T2, T3, T4, T5 and T6 was significantly less than that of the conventional tapping system (T1). Moreover, the percent canopy area closeness of the ethylene stimulation treatments was higher than the conventional tapping system. Sucrose and thiol content of the ethylene stimulation treatments decreased, while inorganic phosphorus content was higher than the conventional tapping system. This

(7)

indicated that latex production of young-tapping rubber tree was increased by ethylene stimulation. This may lead to negative impact in long term. Hence, it needs to be investigated further for long term impact of using ethylene gaseous stimulation.

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์เล่มนี้สำเร็จลุล่วงได้ดี ข้าพเจ้าขอกราบขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ ดร.สายัณห์ สดุดี ประธานกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และรองศาสตราจารย์ ดร.จรัสศรี นวลศรี กรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ที่กรุณาให้ความรู้ คำแนะนำในด้านการเรียน รวมถึงแนวทางในการแก้ปัญหาการทำวิจัย ตลอดจนการเขียนและตรวจแก้ไขวิทยานิพนธ์จนเสร็จสมบูรณ์ และขอกราบขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ ดร.สมปอง เตชะโต ประธานกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ และรองศาสตราจารย์ ดร.สมพร ณ นคร กรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ที่กรุณาให้คำแนะนำ และตรวจแก้ไขวิทยานิพนธ์เล่มนี้ให้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น

ขอขอบพระคุณบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ ที่ให้ความอนุเคราะห์สนับสนุนเงินทุนในการทำวิจัย และขอขอบพระคุณ Dr. Antoine Leconte จากสถาบันวิจัย CIRAD ประเทศฝรั่งเศส ที่ให้คำแนะนำการวางแผนงาน การเก็บข้อมูล และการวิเคราะห์ข้อมูลในงานวิจัย คุณจรรยา เพชรหนองชุม และคุณอาสัน บุษาระเฐ เจ้าหน้าทีสถานีวิจัย และฝึกภาคสนามเทพา ที่ให้ความอนุเคราะห์ในการใช้สถานที่ในการวิจัยและให้ความร่วมมือช่วยเหลือตลอดมา

ขอขอบพระคุณบุคลากรภาควิชาพืชศาสตร์ คณะทรัพยากรธรรมชาติ ตลอดจนเพื่อน พี่ น้องชาวพืชศาสตร์ทุกท่านที่คอยให้ความช่วยเหลือทั้งกำลังกายและกำลังใจในการทำวิจัยครั้งนี้จนสำเร็จ

ทั้งนี้ ข้าพเจ้าขอกราบขอบพระคุณ คุณพ่อมัญญู คุณแม่ทองย้อย ไทรน้อย และครอบครัว ตลอดจนญาติพี่น้องครอบครัวไทรน้อย และครอบครัวเชื่อนิด ที่คอยช่วยเหลือ สนับสนุน และให้กำลังใจตลอดมาจนสำเร็จการศึกษานี้

ธงชัย ไทรน้อย

สารบัญ

	หน้า
สารบัญ	(9)
รายการตาราง	(10)
รายการภาพ	(11)
บทที่ 1 บทนำ	1
บทนำต้นเรื่อง	1
ตรวจเอกสาร	2
วัตถุประสงค์	14
บทที่ 2 วัสดุ อุปกรณ์ และวิธีการ	15
วัสดุ อุปกรณ์	15
วิธีการดำเนินการ	18
บทที่ 3 ผล	26
บทที่ 4 วิจารณ์	40
บทที่ 5 สรุป	47
เอกสารอ้างอิง	48
ภาคผนวก	57
ประวัติผู้เขียน	71

รายการตาราง

ตารางที่		หน้า
1	จำนวนวันกรี๊ดตามปฏิทินที่กำหนดและวันกรี๊ดจริงของระบบกรี๊ด 6 สิ่งทดลอง ตั้งแต่เดือน กันยายน 2553 ถึงเดือนมีนาคม 2555	28
2	เปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์ผลผลิตยางก้อน ในหน่วยกรัมต่อต้น และกรัมต่อต้นต่อครั้งกรี๊ดของระบบกรี๊ด 6 สิ่งทดลอง ตั้งแต่เดือนกันยายน 2553 ถึงเดือนมีนาคม 2555	31
3	ความชื้นเปลือกเปลือก (เซนติเมตร) ของระบบกรี๊ด 6 สิ่งทดลอง ตั้งแต่เดือนกันยายน 2553 ถึงเดือนมีนาคม 2555	33
4	ปริมาณเนื้อยางแห้งเฉลี่ย (เปอร์เซ็นต์) จากการวิเคราะห์น้ำยางของ ระบบกรี๊ด 6 สิ่งทดลอง ตั้งแต่เดือนกันยายน 2553 ถึงเดือนมีนาคม 2555	36
5	ปริมาณซูโครส (มิลลิโมล/ลิตร) ในน้ำยางพาราของระบบกรี๊ด 6 สิ่งทดลอง ตั้งแต่เดือนกันยายน 2553 ถึงเดือนมีนาคม 2555	37
6	ปริมาณอนินทรีย์ฟอสฟอรัส (มิลลิโมล/ลิตร) ของระบบกรี๊ด 6 สิ่งทดลอง ตั้งแต่เดือนกันยายน 2553 ถึงเดือนมีนาคม 2555	38
7	ปริมาณไฮดรอล (มิลลิโมล/ลิตร) ของระบบกรี๊ด 6 สิ่งทดลอง ตั้งแต่เดือนกันยายน 2553 ถึงเดือนมีนาคม 2555	39

รายการภาพ

ภาพที่		หน้า
1	ภาพตัดขวางสามมิติของโครงสร้างเปลือกยางพารา	4
2	โครงสร้างของเอทิฟอน	7
3	อุปกรณ์ในการทดลอง อุปกรณ์รีมโพล์ (ก) อุปกรณ์เลท (ข) อุปกรณ์ดับเบิลเท็กซ์ (ค) และสารเอทิฟอนความเข้มข้น 2.5 เปอร์เซ็นต์	19
4	ปริมาณน้ำฝน ค่าการคายระเหยน้ำ และ อุณหภูมิสูงสุด-ต่ำสุด ของเดือนกันยายน 2553 ถึงเดือนมีนาคม 2555 ข้อมูลตรวจวัดอากาศ ของสถานีอำเภอหนองจิก จังหวัดปัตตานี	27
5	ปริมาณผลผลิตยางก้อนสะสม (กรัมต่อต้น) ของระบบกรีต 6 สิ่งทดลอง ตั้งแต่เดือนกันยายน 2553 ถึงเดือนมีนาคม 2555	29
6	ผลผลิตยางก้อนเฉลี่ย (กรัมต่อต้นต่อครั้งกรีต) ของระบบกรีต 6 สิ่งทดลอง ตั้งแต่เดือนกันยายน 2553 ถึงเดือนมีนาคม 2555	30
7	ปริมาณเนื้อยางแห้งเฉลี่ย (เปอร์เซ็นต์) ของระบบกรีต 6 สิ่งทดลอง ตั้งแต่เดือนกันยายน 2553 ถึงเดือนมีนาคม 2555	32
8	อัตราการเจริญเติบโตของลำต้น (เซนติเมตร) ของระบบกรีต 6 สิ่งทดลอง ตั้งแต่เดือนกันยายน 2553 ถึงเดือนมีนาคม 2555	34
9	การปกคลุมพื้นที่ของทรงพุ่ม (เปอร์เซ็นต์) ของระบบกรีต 6 สิ่งทดลอง ตั้งแต่เดือนกุมภาพันธ์ 2554 ถึงเดือนมีนาคม 2555	35

บทที่ 1

บทนำ

บทนำต้นเรื่อง

ยางพารา (*Hevea brasiliensis*) เป็นพืชอุตสาหกรรมที่สำคัญของประเทศไทย โดยประเทศไทยเป็นผู้ผลิตและส่งออกยางธรรมชาติมากที่สุดของโลก ซึ่งในปี 2552 มีปริมาณการผลิต 3.16 ล้านตัน คิดเป็น 32.91 เปอร์เซ็นต์ ของปริมาณการผลิตยางธรรมชาติของโลก ปริมาณการส่งออก 2.73 ล้านตัน คิดเป็น 39.67 เปอร์เซ็นต์ ของปริมาณการส่งออกยางธรรมชาติของโลก (สถาบันวิจัยยาง, 2553) นอกจากนี้สัดส่วนการใช้ยางธรรมชาติเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องจาก 43.3 เปอร์เซ็นต์ ในปี 2549 เป็น 44.6 เปอร์เซ็นต์ ในปี 2552 ในขณะที่สัดส่วนการใช้ยางสังเคราะห์ ลดลงจาก 56.7 เปอร์เซ็นต์ ในปี 2549 เป็น 55.4 เปอร์เซ็นต์ ในปี 2552 จะเห็นได้ว่าสัดส่วนการใช้ยางธรรมชาติในอนาคตของโลกมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น นับเป็นการสร้างรายได้ให้กับเกษตรกรชาวสวนยาง

ในภาวะที่ราคายางขยับตัวสูงขึ้นทำให้ชาวสวนเร่งกรีดยาง ส่งผลให้อายุการให้ผลผลิตสั้นลง และผลผลิตรวมตลอดอายุยางต่ำกว่าที่ควรจะเป็น (พิศมัย และคณะ, 2549) ซึ่งระบบกรีดยางที่เกษตรกรใช้ส่วนมากเป็นระบบกรีดยางที่ทำให้ผลผลิตต่อครั้งกรีดยางหรือต่อวันน้อย (โชคชัย, 2541; พิศมัย และคณะ, 2552) การเพิ่มประสิทธิภาพต่อครั้งกรีดยางนับว่ามีส่วนสำคัญต่อเกษตรกร ทำให้เริ่มมีการนำเทคโนโลยีเข้ามาช่วยในการเพิ่มน้ำยางต่อครั้งกรีดยางด้วยวิธีการอัดแก๊สเอทธิลีน คือระบบ RRIMFLOW, LET, Double TEX และการทาน้ำกรีดยางด้วยสารเอทธิลีน (ethephon) เพื่อให้ได้ผลผลิตน้ำยางต่อครั้งกรีดยางที่สูงขึ้น มีเกษตรกรบางรายในพื้นที่ที่เป็นแหล่งปลูกยางพาราของจังหวัดสงขลา นำวิธีการช่วยเพิ่มผลผลิตน้ำยางดังกล่าวเข้าไปใช้แล้วเนื่องจากราคายางพาราสูงขึ้นอย่างต่อเนื่อง ปัจจุบันมีเกษตรกรนำเทคโนโลยีการใช้แก๊สเอทธิลีนไปใช้โดยขาดการพิจารณาถึงความเหมาะสมกับอายุของต้นยางพารา โดยมุ่งหวังเพียงให้มีการผลิตน้ำยางต่อครั้งกรีดยางเพิ่มขึ้น ทั้งที่การใช้แก๊สเอทธิลีนมีการแนะนำให้ใช้กับยางพาราอายุมากกว่าก่อนที่จะทำการโค่น ดังนั้นจึงมีความจำเป็นอย่างยิ่งที่ต้องมีการศึกษาถึงผลกระทบจากการใช้เทคโนโลยีดังกล่าว เพื่อให้ทราบถึงผลเสียที่จะมีต่อกระบวนการทางสรีรวิทยาและการเจริญเติบโตของต้นยางพารารวมไปถึงผลผลิตและคุณภาพเนื้อไม้ด้วย เพื่อเป็นข้อมูลให้เกษตรกรพิจารณาก่อนตัดสินใจ

ตรวจเอกสาร

1. ลักษณะทั่วไปของยางพารา

ยางพารา อยู่ในวงศ์ Euphorbiaceae เป็นพืชยืนต้นที่มีถิ่นกำเนิดบริเวณลุ่มน้ำอเมซอน ประเทศบราซิล และเปรู ทวีปอเมริกาใต้ มีแหล่งผลิตมากสุดในทวีปเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ และประเทศไทยเป็นผู้ผลิตรายใหญ่ที่สุดในโลก สำหรับสภาพพื้นที่ปลูกไม่ควรอยู่สูงจากระดับน้ำทะเลเกิน 600 เมตร ลักษณะดินควรเป็นดินร่วนเหนียวปนทราย (สถาบันวิจัยยาง, 2553) มีความอุดมสมบูรณ์ปานกลาง ดินควรมีความเป็นกรดซึ่งมีค่า pH อยู่ระหว่าง 4-5.5 มีหน้าดินลึกไม่น้อยกว่า 1 เมตร ระบายน้ำและอากาศดี ตามปกติพื้นที่ปลูกยางที่จะให้ผลดี จะต้องมีน้ำฝนรายปีมากกว่า 2,000 มิลลิเมตรต่อปี มีค่าเฉลี่ยความแตกต่างของอุณหภูมิในรอบวันประมาณ 7°C และมีจำนวนวันฝนตก 100-150 วัน และมีช่วงแล้งไม่เกิน 4 เดือน (Watson, 1989 อ้างโดย กุมุท และ ธเนศ, 2545) สำหรับประเทศไทย สภาพแวดล้อมเหล่านี้จะอยู่ทางภาคใต้และภาคตะวันออกเฉียงใต้ อย่างไรก็ตามเกษตรกรได้ปลูกยางกันอย่างทั่วไป ในสภาพแวดล้อมที่แตกต่างไป ซึ่งปริมาณน้ำฝนรายปีในแต่ละจังหวัดอาจน้อยกว่า 1,500 มิลลิเมตรต่อปี ซึ่งอาจเป็นตัวจำกัดการให้ผลผลิตน้ำยาง นอกจากสภาพแวดล้อมจะมีผลต่อผลผลิตของน้ำยางแล้ว ขนาดของเส้นรอบวงยางที่เปิดกรีดยาง อายุยาง ระบบและความถี่ของการกรีดยาง รวมทั้งการใช้สารเคมีกระตุ้นการไหลของน้ำยางก็มีผลด้วย (Paardekooper, 1989 อ้างโดย กุมุท และ ธเนศ, 2545) ดังนั้นการให้ผลผลิตของยางขึ้นกับปัจจัยหลายอย่างได้แก่ สภาพแวดล้อม สรีรวิทยาของยาง รวมทั้งการจัดการภายในสวนยางด้วย

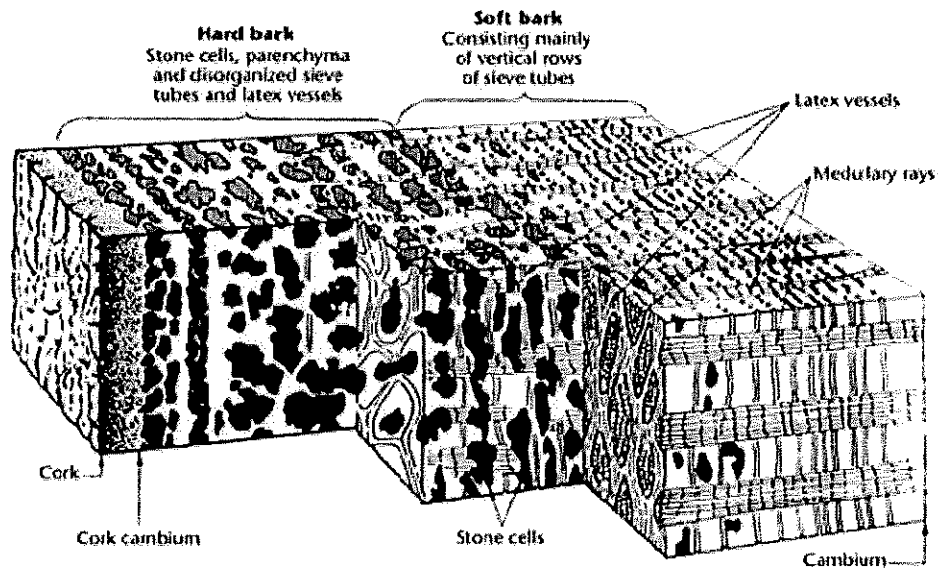
2. ยางพาราพันธุ์ RRIM600

ยางพาราพันธุ์ RRIM600 เป็นพันธุ์ยางชั้นหนึ่ง (สถาบันวิจัยยาง, 2553) ที่สามารถแนะนำให้ปลูกโดยไม่ต้องจำกัดเนื้อที่ปลูกและให้ผลผลิตน้ำยางสูงเป็นหลัก ยางพาราพันธุ์ RRIM 600 เป็นพันธุ์ที่ให้ผลผลิตน้ำยางสูง มีกระบวนการเมทาบอลิซึมค่อนข้างสูง ความสามารถในการเคลื่อนย้ายน้ำตาลปานกลาง (พิศมัย และคณะ, 2546) ใบมีรูปร่างป้อมปลายใบ สีเขียวอมเหลือง ลักษณะฉัตรใบเป็นรูปกรวย มีขนาดเล็ก ในระยะ 2 ปีแรก ต้นยางจะมีลักษณะลำต้นตรง แต่เรียวเล็ก การแตกกิ่งช้า ลักษณะการแตกกิ่งเป็นมุมแหลม กิ่งที่แตกค่อนข้างยาว ทรงพุ่มมีขนาดปานกลาง ใบรูปพัด เริ่มผลัดใบเร็ว ในระยะก่อนเปิดกรีดและระหว่างกรีดการ

เจริญเติบโตปานกลาง เปลือกเดิมบาง เปลือกงอกใหม่หนาปานกลาง ผลผลิตในระยะแรกอยู่ในระดับปานกลาง แต่จะเพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ ในปีต่อมา ให้ผลผลิตเนื้อยาง 10 ปีกรีดเฉลี่ย 289 กิโลกรัมต่อไร่ต่อปี อ่อนแอมากต่อโรคใบร่วงที่เกิดจากเชื้อไฟทอปโทราและโรคเส้นดำ ด้านทานโรคราแป้งและโรคใบจุดรุนแรงระดับปานกลาง อ่อนแอต่อโรคราสีชมพู ด้านทานลมระดับปานกลาง สามารถปรับตัวและให้ผลผลิตได้ดีในเกือบทุกพื้นที่ ทนทานต่อการกรีดที่ได้มากกว่าพันธุ์อื่น ๆ และมีจำนวนต้นแสดงอาการเปลือกแห้งน้อย (กรรณิการ์, 2550)

3. โครงสร้างเปลือกยาง

โครงสร้างของลำต้นยาง มีส่วนประกอบสำคัญ 3 ส่วน (ภาพที่ 1) ส่วนแรกคือเปลือก (bark) ที่เกี่ยวข้องกับผลผลิต แบ่งออกเป็น 2 ชั้น ประกอบด้วย เปลือกชั้นในสุด หรือเปลือกอ่อน (soft bark) อยู่ติดกับเยื่อเจริญ เป็นส่วนที่สำคัญที่สุด เพราะมีเนื้อเยื่อและท่อน้ำยางที่สร้างขึ้นใหม่ มีจำนวนวงท่อน้ำยางหนาแน่นและสมบูรณ์ที่สุดมากกว่าเปลือกชั้นนอก ความหนาของเปลือกชั้นนี้ประมาณร้อยละ 20-30 ของเปลือกทั้งหมด และเปลือกชั้นนอก หรือเปลือกแข็ง (hard bark) อยู่ถัดจากเปลือกชั้นในสุดออกมาทางด้านนอก เป็นส่วนของเนื้อเยื่อที่ถูกดันออกมาด้านนอกเมื่อเยื่อเจริญมีการสร้างเนื้อเยื่อใหม่ขึ้นมาแทนที่ เปลือกส่วนนี้มี stone cell แทรกอยู่ในวงท่อน้ำยาง ทำให้ท่อน้ำยางขาดและไม่สมบูรณ์ ความหนาของเปลือกชั้นนี้ประมาณร้อยละ 70-80 ของเปลือกทั้งหมด ส่วนที่สองคือ เยื่อเจริญ (cambium) เป็นเนื้อเยื่อที่อยู่ระหว่างเปลือกกับเนื้อไม้ ทำหน้าที่สร้างความเจริญเติบโตให้กับต้นยางและมีการแบ่งตัวตลอดเวลา โดยแบ่งเข้าด้านในเป็นเนื้อไม้ และแบ่งออกด้านนอกเป็นเปลือกยางและทำหน้าที่สร้างเปลือกงอกใหม่ขึ้นมาแทนที่เปลือกที่ถูกกรีดออกไป หากเยื่อเจริญถูกทำลายเป็นบริเวณกว้างจะไม่มีการสร้างเปลือกใหม่ขึ้นมาแทนเปลือกเดิม และส่วนที่สามคือ เนื้อไม้ (wood) เป็นแกนกลางทำหน้าที่ ลำเลียงน้ำจากรากไปสู่ส่วนต่างๆของลำต้นเป็นส่วนที่ไม่มีท่อน้ำยาง (สถาบันวิจัยยาง, 2553)



ภาพที่ 1 ภาพตัดขวางสามมิติของโครงสร้างเปลือกยางพารา

ที่มา : Webster และ Paardekoooper (1989)

4. น้ำยาง

น้ำยางเป็นของเหลวที่อยู่ภายในเซลล์ cytoplasm โดยการไหลของน้ำยางจะเกิดขึ้นในเซลล์พิเศษเรียกว่าท่อน้ำยาง (laticiferous vessel) ที่มีการเรียงตัวเป็นท่อยาว (Chrestin *et al.*, 1997a) เป็นเนื้อเยื่อที่สร้างขึ้นจากเยื่อเจริญ อยู่ในส่วนของท่ออาหาร (phloem) ของต้นยางพารา (Han *et al.*, 2000) ซึ่งจะเรียงตัวเป็นวงรอบต้น โดยท่อน้ำยางในแต่ละวงจะมีรอยเชื่อมต่อกันเป็นร่างแห จัดเป็น secondary phloem ซึ่งอยู่ในส่วนของเปลือกอ่อนของลำต้นบริเวณใกล้เยื่อเจริญ ทำให้น้ำยางในแต่ละวงสามารถไหลติดต่อกันได้ แต่ไม่ติดต่อกันโดยท่อน้ำยางจะวางตัวเฉียงไปทางขวาจากแนวตั้งประมาณ 2-7 องศา ต้นยางที่มีจำนวนวงท่อน้ำยางมากจะให้ผลผลิตสูง ปกติน้ำยางสดเมื่อเทียบโดยน้ำหนัก จะมีส่วนของเนื้อยางแห้งประมาณ 35 เปอร์เซ็นต์ ส่วนของน้ำยางประมาณ 55 เปอร์เซ็นต์ และสารอื่นๆ ประมาณ 10 เปอร์เซ็นต์ (พิชิต และคณะ, 2550)

การเคลื่อนย้ายธาตุอาหาร น้ำตาล และน้ำ จากเซลล์ parenchyma และ sieve tube ข้างเคียงเข้าสู่เซลล์ท่อน้ำอย่างผ่าน plasma lemma เพื่อเข้าสู่กระบวนการสร้างน้ำยาง โดยประสิทธิภาพในการสร้างน้ำยาง ขึ้นอยู่กับปริมาณน้ำตาลที่ได้จากการสังเคราะห์แสง พลังงาน น้ำ และ ธาตุอาหารภายใต้สภาพแวดล้อมที่เหมาะสม (พิศมัย, 2543) การสร้างน้ำยางจะใช้น้ำตาล ซูโครสที่ได้จากการสังเคราะห์แสง เป็นวัตถุดิบตั้งต้น น้ำยางที่ได้ถือเป็นผลผลิตสุดท้ายของกระบวนการทางเคมี โดยที่ต้นยางไม่สามารถนำน้ำยางกลับไปเปลี่ยนเป็นสารอย่างอื่นเพื่อใช้ประโยชน์ได้อีก ต้นยางที่ถูกกรีดจะมีการสังเคราะห์น้ำยางขึ้นมาเพื่อชดเชยปริมาณน้ำยางที่ออกมา ซึ่งระยะเวลาในการสร้างทดแทนต้องใช้เวลาประมาณ 48-72 ชั่วโมง (พิชิต และคณะ, 2550) ขึ้นอยู่กับพันธุ์ยางและความสมบูรณ์ของต้นยาง Dusotoit-Coucaud และคณะ (2009) รายงานว่า น้ำตาลซูโครสมีความสำคัญเป็นพิเศษต่อการสังเคราะห์น้ำยาง ซึ่งต้องลำเลียงน้ำตาลซูโครสผ่าน plasma membrane ก่อนที่จะเกิดกระบวนการเมทาบอลิซึมในน้ำยางได้ การลำเลียงน้ำตาลซูโครสจึงมีความสัมพันธ์กับการกำหนดปริมาณผลผลิตน้ำยางภายในต้นยางพารา สำหรับกระบวนการทางเมทาบอลิซึมที่เกี่ยวข้องกับการสังเคราะห์น้ำยาง ถูกควบคุมโดยขั้นตอนทางเมทาบอลิซึมที่สำคัญซึ่งเกี่ยวข้องกับการเก็บสะสมซูโครสในเซลล์ท่อน้ำยางและควบคุมการทำงานของเอนไซม์สำหรับการสังเคราะห์น้ำยาง (Mesquita *et al.*, 2006)

5. ความสัมพันธ์ของเปลือกยางและการกรีดยางต่อผลผลิตน้ำยาง

โครงสร้างของเปลือกยางและท่อน้ำยางมีความสัมพันธ์กับการกรีดและผลผลิตน้ำยาง จึงต้องมีกลไกในการจัดสรรที่ดีเพื่อให้เกิดความสมดุลในต้นยาง จากการศึกษาของ Riches และ Gooding (1952) รายงานว่า น้ำยางเป็นส่วนที่ได้รับจากเปลือกของต้นยางโดยการกรีด ซึ่งน้ำยางที่ไหลออกมามีปริมาณเนื้อยางสูง (50-60 เปอร์เซ็นต์) น้ำยางจะมีความหนืดสูงเป็นสาเหตุทำให้น้ำยางไหลช้าลงและแข็งตัวที่รอยกรีด ในขณะที่ปริมาณเนื้อยางน้อย น้ำยางไหลต่อเนื่องเป็นเวลานาน 2-3 ชั่วโมง จากนั้นจะค่อย ๆ ลดน้อยลง Chanasongkram และ Samosom (1989) รายงานว่า ปริมาณและขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของท่อน้ำยางมีมาก ทำให้การไหลของน้ำยางมากขึ้นด้วย อัตราการไหลจึงถูกกำหนดโดยจำนวนเซลล์และขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของท่อน้ำยาง ผลผลิตน้ำยางจะมากขึ้นตามจำนวนท่อน้ำยางที่มีมากในเปลือกชั้นใน ซึ่งจำนวนของวงท่อน้ำยางนั้นจะเพิ่มขึ้นเฉลี่ย 1.74-3.41 วงต่อปี

6. การกรีดยางด้วยวิธีการเจาะต้นยางโดยใช้แก๊สเอทิลีนแรงน้ำยาง

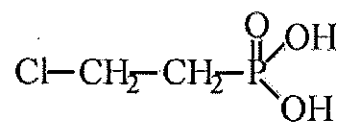
การกรีดยางด้วยวิธีการเจาะต้นยางเป็นเทคโนโลยีใหม่สำหรับประเทศไทย แต่ประเทศมาเลเซียได้ใช้วิธีนี้มานานแล้ว เนื่องจากส่วนมากมาเลเซียเป็นสวนขนาดใหญ่ ส่วนประเทศไทยส่วนใหญ่เป็นเกษตรกรรายย่อย ซึ่งไม่กล้าเสี่ยงในการใช้วิธีนี้ ซึ่งส่วนใหญ่จะมีการกรีดแบบใช้มีดกรีด แต่สำหรับการกรีดแบบการเจาะต้นยางมีที่มาจากกรีดยางหน้าสูง ซึ่งมี 2 แบบ โดยมีวิธีแบบการกรีดเพื่อการพักหน้ากรีดหน้าปกติ และการกรีดก่อนโค่น สำหรับการกรีดก่อนโค่น จะมี 2 แบบ คือ

6.1 การกรีดก่อนโค่นควบคู่กับการใช้สารเคมีแรงน้ำยางความเข้มข้น 2.5 เปอร์เซ็นต์ สารแรงน้ำยางที่มีสถานะเป็นของเหลวซึ่งสามารถปลดปล่อยแก๊สเอทิลีนที่มีคุณสมบัติทำให้น้ำยางแข็งตัวช้าและเพิ่มการดูดซึมน้ำจากเซลล์ข้างเคียงเข้าสู่ท่อน้ำยางมีผลทำให้การไหลของน้ำยางนานกว่าปกติทำให้ได้ผลผลิตเพิ่มขึ้น

6.2 การกรีดหรือการเจาะร่วมกับการใช้แก๊สเอทิลีน โดยในที่นี้จะกล่าวถึงการกรีดหรือการเจาะร่วมกับการใช้แก๊สเอทิลีน ซึ่งได้ค้นคว้าโดยสถาบันวิจัยยางมาเลเซีย (Rubber Research Institute of Malaysia : RRIM) เพื่อรองรับการขาดแคลนแรงงานในประเทศมาเลเซียในปี พ.ศ.2534 เรียกว่าวิธีการกรีดต้นยางโดยใช้แก๊สแรงน้ำยางนี้ว่า "ริมโพล์" ซึ่งใช้กับยางก่อนโค่นในระยะ 5 ปีสุดท้าย คือ เมื่ออายุประมาณ 20-25 ปีขึ้นไป (พงษ์เทพ, 2538) เป็นเทคโนโลยีหรือนวัตกรรมการอัดแก๊สหรือฮอริโมนเอทิลีนเข้าไปในเปลือกต้นยางพาราเพื่อเพิ่มผลผลิตน้ำยางมีความสำคัญต่อการเพิ่มผลผลิตน้ำยาง โดยเฉพาะจากต้นยางพาราที่ปลูกมาแล้วไม่น้อยกว่า 15 ปี ซึ่งมีการกรีดยางไปแล้วทั้ง 2 หน้า และเปลือกงอกใหม่ยังบางหรือหนาไม่ถึง 1 เซนติเมตร หากกรีดซ้ำหน้าเดิมก็จะได้น้ำยางน้อย จึงได้มีเทคโนโลยีการใช้อุปกรณ์เพื่อให้สามารถอัดฮอริโมนเอทิลีนเข้าไปในเปลือกยางพาราได้ซึ่งเรียกว่าเทคโนโลยีริมโพล์ (กระเปาะพลาสติก) โดยทำการกรีดยางหน้าสูงด้วยรอยกรีดสั้นเพียง 4 นิ้ว ทำให้ได้ผลผลิตน้ำยางมากและอีกวิธีการหนึ่งก็คือ LET เป็นการดัดแปลงระบบริมโพล์ของประเทศมาเลเซียจนกลายมาเป็นแบบของประเทศไทย โดยมีหลักการเดียวกับริมโพล์

7. การใช้สารเคมีเร่งน้ำยาง

สารเคมีเร่งน้ำยาง หมายถึง สารเคมีที่เมื่อใช้กับต้นยางทำให้ได้ผลผลิตมากขึ้น โดยจะยืดเวลาการไหลของน้ำยางให้นานขึ้น สารเคมีเร่งน้ำยางที่มีประสิทธิภาพในปัจจุบันได้แก่ 2-chloroethylphosphonic acid ซึ่งมีชื่อสามัญว่า เอทธิฟอน ซึ่งสามารถปล่อยแก๊สเอทธิลีนออกมาช้าๆ หรือการให้แก๊สเอทธิลีนโดยตรงกับต้นยางบริเวณเปลือกที่ใกล้รอยกรีดหรือเจาะ แก๊สเอทธิลีนจะกระจายและซึมเข้าสู่เปลือกชั้นใน เข้าสู่ท่อน้ำยางทำให้น้ำยางสามารถไหลผ่านผนังเซลล์ได้ดีขึ้น เพิ่มปฏิริยาการเปลี่ยนแปลงน้ำตาลซูโครส เพิ่มความดันภายในท่อน้ำยางเพิ่มบริเวณพื้นที่ให้น้ำยาง ชะลอการจับตัวของเม็ดยางในท่อน้ำยาง การอุดต้นจึงช้าลงทำให้น้ำยางไหลได้นานขึ้น (พิชิต, 2544; สถาบันวิจัยยาง, 2543; สถาบันวิจัยยาง, 2553; d' Auzac, 1989) รูปของเอทธิลีนที่ใช้เป็นสารเคมีเร่งน้ำยาง มีสูตรโครงสร้างแสดงในภาพที่ 2 น้ำหนักโมเลกุล 144.49 จุดหลอมเหลว 74-75 องศาเซลเซียส pH ต่ำกว่า 3.5 อยู่ในสภาพเสถียร pH สูงกว่า 3.5 จะสลายตัวให้แก๊สเอทธิลีน ละลายได้ดีในน้ำ, methanol, acetone, ethylene, glycol, propylene glycol ผลึกเป็นรูปเข็ม ตกผลึกได้โดยเบนซิน



ภาพที่ 2 โครงสร้างของเอทธิฟอน

ที่มา: ดัดแปลงจาก Lee และคณะ (2006)

เอทธิลีนเป็นฮอร์โมนพืชชนิดเดียวที่มีสถานะเป็นก๊าซ ไม่มีสี มีกลิ่นเล็กน้อย เป็นสารประเภทไฮโดรคาร์บอน สูตรทางเคมีคือ $\text{CH}_2=\text{CH}_2$ สามารถแพร่กระจายไปยังส่วนต่างๆ ของพืชได้ง่าย ทำให้มีอิทธิพลค่อนข้างกว้างขวางต่อการพัฒนาของพืช โดยทั่วไปเอทธิลีนจะไปเร่งอัตราเสื่อมสภาพของพืชเพราะเอทธิลีนสามารถกระตุ้นเนื้อเยื่อทุกชนิดให้มีอัตราการหายใจสูงขึ้นได้ ในใบพืชกระตุ้นการหลุดร่วงของใบ ในดอกทำให้เหี่ยวเร็วขึ้น ส่วนในผลไม้เอทธิลีนกระตุ้นให้เกิดการสุกได้เร็วขึ้น (จริงแท้, 2549) เอทธิลีนมีผลต่อการซึมผ่านของเยื่อหุ้มเซลล์ ควบคุมการไหลของน้ำยาง และทำให้เกิดกระบวนการเมทาบอลิซึมต่างๆ ไป (Jiahong and Zhili, 2009)

นอกจากนี้ ช่วยเร่งให้เกิดน้ำยางในต้นยางพารา ส่งผลให้น้ำยางไหลเร็วและนานขึ้น จึงมีความสำคัญต่อต้นยางพาราเป็นอย่างมาก เมื่อทาเอทธิฟอนตรงบริเวณเปลือกของลำต้นยางพารา การดูดซึมและการเปลี่ยนแปลงจะเกิดขึ้นโดยทันที โดยเอทธิฟอนสามารถเคลื่อนย้ายเข้าสู่เนื้อเยื่อต่างๆ ของพืชได้ ซึ่งเอทธิฟอนที่สะสมอยู่บริเวณเปลือกของต้นยาง จะปลดปล่อยแก๊สเอทธิลีนออกมาเรื่อยๆ ในอัตราเท่าๆ กันหรือบางครั้งอาจปลดปล่อยออกมาในอัตราที่เร็ว ทำให้น้ำยางสามารถไหลผ่านผนังเซลล์ได้ดีขึ้น โดยที่แก๊สเอทธิลีนไปมีผลต่อการเพิ่มความดันในท่อน้ำยาง ทำให้อุณหภูมิของท่อน้ำยาง ซึ่งเป็นสาเหตุให้น้ำยางจับตัวไม่แตกออก จึงส่งผลให้ท่อน้ำยางอุดตันช้าลง นอกจากนี้ การปลดปล่อยแก๊สเอทธิลีนจากสารเอทธิฟอนช่วยเพิ่มช่วงเวลาการไหลของน้ำยางหลังเปิดกรีตโดยไปกระตุ้นกระบวนการเมทาบอลิซึมของเซลล์น้ำยาง (Lacote *et al.*, 2010) และลดการอุดตันของท่อน้ำยาง (Wenxian *et al.*, 1986 อ้างโดย Jetro and Simon, 2007) เมื่อเริ่มกรีตยาง ทำให้เกิดแผลกับต้นยางพารา กรด 2-chloroethylphosphonic ซึ่งเป็นสารออกฤทธิ์มีผลในการเร่งการไหลของน้ำยาง ทำให้ได้รับผลผลิตน้ำยางเพิ่มขึ้น เพราะเอทธิลีนไปเร่งการทำงานของเอนไซม์ ATPase ทำให้โปรตอนเกิดการเหนี่ยวนำ และเข้าสู่เซลล์การสังเคราะห์ยาง ช่วยเร่งการเคลื่อนย้ายน้ำตาลซูโครส ซึ่งเป็นสารตั้งต้นในการสังเคราะห์น้ำยาง (ดลมนัส, 2552)

การเจาะยางโดยใช้เข็มเจาะสามารถทำให้น้ำยางไหลได้นาน 48 ชั่วโมง เมื่อใช้สารเคมีเร่งน้ำยางเอทธิฟอนทาบริเวณเปลือกก่อนที่จะทำการเจาะ ซึ่งสารเคมีเร่งน้ำยางเอทธิฟอนสามารถปลดปล่อยแก๊สเอทธิลีน ที่มีคุณสมบัติ ทำให้น้ำยางแข็งตัวช้า และเพิ่มแรงดันออสโมติกของน้ำยาง มีผลทำให้การไหลของน้ำยางยาวนานกว่าปกติ (Gomez, 1997 อ้างโดย พันธ์ และ สมยศ, 2552) จากการทดลองของ พันธ์ และ สมยศ (2552) ในยางพาราพันธุ์ RRIM600 อายุ 7 ปี ที่ศูนย์วิจัยยางสุราษฎร์ธานี โดยการกรีตครั้งลำต้นวันเว้นวัน กรีตครั้งลำต้นวันเว้นวันร่วมกับการใช้สารเคมีเร่งน้ำยาง 2.5 เปอร์เซ็นต์ กรีตครั้งลำต้นวันเว้นวันร่วมกับการใช้สารเคมีเร่งน้ำยาง 2.5 เปอร์เซ็นต์ พร้อมพลาสติกคลุมกันฝน ใช้ระบบเจาะวันเว้นสองวัน และระบบเจาะวันเว้นสี่วันร่วมกับการใช้แก๊สเร่งน้ำยาง (เอทธิลีน 68 เปอร์เซ็นต์) พบว่า การใช้ระบบเจาะวันเว้นสองวันให้ผลผลิตสูงที่สุดคือ 8.6 กิโลกรัม/ต้น/ปี รองลงมาเป็นผลผลิตจากการใช้ระบบเจาะวันเว้นสี่วัน 7.7 กิโลกรัม/ต้น/ปี เพิ่มขึ้น 220 และ 200 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบกับการไม่ใช้สาร นอกจากนี้ พิศมัย และคณะ (2546ข) ได้ศึกษาการใช้เอทธิลีน ในรูปของสารเคมีเร่งน้ำยางและแก๊สกับยางอายุ 23 ปี ทั้งหมด 10 พันธุ์ คือ พันธุ์ PR 261, AVROS 2037, PR 255, RRIM 600, KRS 21, GT 1, KRS 113, BRS 1, RRIC 6 และ KRS 156 พบว่า เอทธิลีนมีผลทำให้สมบัติทางชีวเคมีของน้ำยางเปลี่ยนแปลง โดยพันธุ์ยางส่วนใหญ่มีปริมาณน้ำตาลซูโครสและปริมาณเนื้อยาง

แห้งลดลง ปริมาณอนินทรีย์ฟอสฟอรัสและปริมาณไนโตรเจนสูงขึ้น เอทธิลีนในรูปของสารเคมีเร่งน้ำยางมีผลทำให้ปริมาณเนื้อยางแห้งต่ำกว่าเอทธิลีนในรูปของแก๊ส เอทธิลีนในรูปของแก๊สให้ผลผลิตเฉลี่ยมากกว่าเอทธิลีนในรูปของสารเคมีเร่งน้ำยาง พันธุ์ยางทุกพันธุ์มีการตอบสนองต่อเอทธิลีนในรูปของแก๊สเอทธิลีนที่ดีที่สุด โดยพันธุ์ยางที่ตอบสนองต่อแก๊สได้ดีที่สุดคือ พันธุ์ GT 1 และพันธุ์ยางที่ตอบสนองต่อสารเคมีเร่งน้ำยางได้ดีที่สุดคือ พันธุ์ KRS 21

การลดความยาวรอยกรีด และหรือลดความถี่ของการกรีดลง ทำให้จำนวนวันกรีดต่อปีน้อยลง การกรีดในระยะเปลือกเดิมของต้นยางจะมีอายุการกรีดนานขึ้น สามารถเพิ่มผลผลิตต่อหน่วยของต้นยางโดยใช้สารเคมีเร่งน้ำยาง ส่วนการกรีดรอยกรีดสั้นลงสามารถเพิ่มจำนวนต้นกรีดต่อวันได้มากขึ้น จะทำให้ได้ระบบกรีดที่เหมาะสมทั้งผลผลิตต่อหน่วย และผลผลิตต่อแรงงานกรีดที่เพิ่มขึ้นด้วยเช่นกัน (พิชิต และคณะ, 2544) แต่การใช้สารเคมีเร่งน้ำยางติดต่อกันหลายปีส่งผลให้ผลผลิตน้ำยางลดลง เพื่อป้องกันไม่ให้น้ำยางหยุดไหลและกระทบต่อการให้ผลผลิตในระยะหลัง ดังนั้นระยะเวลาที่ใช้ต้องเหมาะสม ในฤดูฝนการใช้สารเคมีเร่งน้ำยางได้ผลไม่ค่อยดีเนื่องจากกรีดไม่ได้ แม้ว่าต้นยางจะตอบสนองดีกว่าฤดูปกติเพราะต้นยางสมบูรณ์กว่า แต่กรีดแล้วมักเก็บน้ำยางครั้งที่ 2 ไม่ได้ (พิชิต และคณะ, 2546) จากการศึกษาของ Jetro and Simon (2007) พบว่า ผลของการใช้สารเคมีเร่งน้ำยางทั้งด้านผลผลิตและตัวแปรทางสรีรวิทยาของน้ำยางมีความแตกต่างกันในแต่ละฤดูกาล และการใช้แก๊สเอทธิลีนไม่มีผลต่ออัตราการเจริญเติบโตของต้นยางพาราที่เปิดกรีด ความแตกต่างของขนาดลำต้นเป็นผลมาจากความแตกต่างของพื้นที่รอบรอยกรีด ซึ่งอัตราการเจริญของต้นที่เปิดกรีดจะน้อยกว่าต้นที่ไม่ได้เปิดกรีดและต้นที่เปิดกรีดหน้าสูงจะเจริญกว่าต้นที่เปิดกรีดหน้าล่าง (Silpi *et al.*, 2006)

8. ปัจจัยที่มีอิทธิพลตอบสนองต่อการใช้สารเคมีเอทธิลีน

การใช้สารเคมีเร่งน้ำยางเอทธิลีนเพื่อเพิ่มผลผลิตน้ำยาง ต้องคำนึงถึงอิทธิพลของปัจจัยที่เป็นตัวกำหนดเพื่อให้การใช้สารเคมีเร่งน้ำยางเกิดความเหมาะสม โดยปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการให้สารเคมีเร่งน้ำยางประกอบด้วย ช่วงเวลาที่แตกต่างกันเมื่อใช้สารเคมีเร่งน้ำยาง โดยหลังจากการใช้สารเคมีเร่งน้ำยางทาจนถึงการกรีดครั้งแรก ควรทาสารเคมีทิ้งไว้ 12 ชั่วโมง เพื่อให้ได้ผลผลิตที่ดีกว่าและเหมาะสมที่สุด นอกจากนี้ สภาพของหน้ากรีดที่ชื้นหรือเปียก เมื่อทาสารเคมีจะให้ผลผลิตดีกว่าการทาบนหน้ากรีดที่แห้ง จากการทดลองใช้สารเคมีทาได้รอยกรีดโดยวิธีหูดเปลือก ทาสารเคมีในสภาพหน้ากรีดเปียก หน้ากรีดชื้นและหน้ากรีดธรรมดา พบว่าผลผลิตเพิ่มขึ้นเมื่อเทียบกับการไม่ใช้สารเคมี 218 203 และ 192 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (Sivakumaran

and Hashim, 1983 อ้างโดย พิธิต สฟโชค 2536) เมื่อมีการชะล้างหลังทาสารเคมีภายใน 2 ชั่วโมง ทาสารเคมีใหม่ สำหรับความถี่ในการทาสารเคมี พบว่าเมื่อทาแล้วกรีตเป็นระยะเวลาหนึ่ง ผล การตอบสนองของลดลง สำหรับการใส่สารเคมีเร่งน้ำยาล้างความเข้มข้นสูง เป็นระยะเวลาสั้นติดต่อกัน ทำให้ต้นยางทรุดโทรมและผลผลิตลดลงในระยะหลังของการกรีต ทั้งนี้ขึ้นกับพันธุ์ยาง เพราะพันธุ์ ยางแต่ละพันธุ์มีการตอบสนองต่อการใส่สารเคมีเร่งน้ำยาล้างต่างกัน (พิธิต, 2544; พิคมัย และคณะ, 2546ก)

9. ผลกระทบที่มีต่อต้นยางจากการใส่สารเคมีเร่งน้ำยาล้าง

การใส่สารเคมีเร่งน้ำยาล้างส่งผลให้ปริมาณเนื้อยางแห้งลดลง การใส่สารเคมี เอทธิฟอน ทำให้ปริมาณเนื้อยางแห้งลดลง 3-6 เปอร์เซ็นต์ การลดลงมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับชนิด ของพันธุ์ยาง และการใส่สารเคมีบ่อยครั้งมีผลให้ปริมาณเนื้อยางแห้งลดลงมากขึ้น จากการทดลอง ของ Leconte และคณะ (2006) ในยางพาราพันธุ์ RRIM 600 อายุ 7.5 ปี โดยกรีตหนึ่งในสามของ ลำต้นวันเว้นวัน (1/3S d2) เป็นวิธีการเปรียบเทียบและกรีตหนึ่งในสามของลำต้นวันเว้นวันร่วมกับ การใส่สารเคมีเร่งน้ำยาล้าง 2.5 เปอร์เซ็นต์ (1/3S d2 + ET2.5%) พบว่า การกรีตหนึ่งในสามของลำ ตันวันเว้นวัน ให้ปริมาณเนื้อยางแห้งและปริมาณของแข็งทั้งหมดสูงกว่าการกรีตหนึ่งในสามของลำ ตันวันเว้นวันร่วมกับการใช้สารเคมีเร่งน้ำยาล้าง 2.5 เปอร์เซ็นต์ การใช้สารเคมีเร่งน้ำยาล้างบ่อยครั้ง ร่วมกับการใช้ระบบกรีตดี เช่น กรีตทุกวัน กรีตสองวันเว้นวัน หรือกรีตสามวันเว้นวัน ทำให้น้ำยาง สูญเสียน้ำมากและทำให้คุณสมบัติในการสร้างน้ำยางของเซลล์ในท่อน้ำยางเปลี่ยนไป ส่งผลให้มี อัตราการเกิดอาการเปลือกแห้งสูงขึ้น ดังนั้นจึงไม่ควรใช้สารเคมีเร่งน้ำยาล้างกับระบบกรีตดี รวมถึง การใส่สารเคมีเร่งน้ำยาล้างความเข้มข้นสูงทาบ่อยครั้งซึ่งทำให้เกิดอาการเปลือกแห้งเพิ่มขึ้น

10. อาการเปลือกแห้งของยางพารา

เป็นลักษณะความผิดปกติจากการไหลของน้ำยาง เกิดบริเวณหน้ากรีตทำให้ ผลผลิตลดลง จนไม่สามารถเก็บผลผลิตได้ ส่งผลกระทบต่อรายได้ของเกษตรกรและสูญเสีย ผลผลิตโดยรวมของประเทศ (อารมณ และคณะ, 2551) โดยลักษณะการเกิดอาการเปลือกแห้งมี 2 แบบ (ปัทมา และคณะ, 2536) คือ ต้นยางที่มีอาการเปลือกแห้งแบบชั่วคราว ซึ่งผลผลิตจะต่ำกว่า ปกติ ส่วนใหญ่เกิดจากการกรีตถี่เกินไป กรีตยางในช่วงแล้ง ใช้สารเคมีเร่งน้ำยาล้างที่ไม่เหมาะสม และอายุต้นยางไม่พร้อมเปิดกรีต ซึ่งอาการในลักษณะนี้อาจหายได้ ถ้ามีการหยุดพักกรีตพร้อมใส่

บู่บ่ารุง และต้นยางที่มีอาการเปลือกแห้งแบบถาวร ไม่สามารถรักษาให้หายได้ สังเกตได้จากการไหลและลักษณะของน้ำยางเป็น 3 ระยะ คือ ระยะแรก เมื่อกรีดยางแล้ว บนหน้ากรีดมีน้ำยางไหลเป็นช่วงๆ ไม่ติดต่อกัน น้ำยางไหลช้ากว่าปกติ หรือมีอาการน้ำยางข้นมากจับตัวบนหน้ากรีด ไม่ไหลลงถ้วย ระยะที่สอง เมื่อกรีดไม่มีน้ำยางไหล โดยอาการจะเริ่มในหน้ากรีดแรก หรือหน้ากรีดที่สอง มักถูกลามลงด้านล่างและรอบต้น หากเกิดที่เท้าข้างมักจะลามขึ้นด้านบนจนถึงรอยกรีด และระยะที่สาม น้ำยางจะไม่ไหลเลย ลำต้นภายนอกแสดงอาการให้เห็นชัดเจน เช่น เปลือกแตกล่อนหรือเป็นปุ่มปม

อาการเปลือกแห้งไม่ได้มีสาเหตุมาจากเชื้อโรค จึงไม่ตายทอดจากต้นสู่ต้น แต่เกิดจากความผิดปกติทางด้านสรีรวิทยา มีสาเหตุหลักมาจากพันธุ์ยาง ระบบกรีด การใช้สารเคมีเร่งน้ำยาง สภาพแวดล้อมรวมทั้งดินที่ปลูก ซึ่งอาจเกิดจากปัจจัยใดปัจจัยหนึ่งหรือหลายปัจจัยร่วมกัน แต่ยังไม่สามารถอธิบายสาเหตุการเกิดอาการเปลือกแห้งได้อย่างชัดเจน Sivakumaran and Haridas (1989) อ้างโดย วิสุทธิ (2544) รายงานว่า พันธุ์ยางที่ให้ผลผลิตสูง เช่น PB 260 และ PB 235 แสดงอาการเปลือกแห้งมากกว่าพันธุ์ยาง RRIM 600 โดยเฉพาะเมื่อปลูกในพื้นที่แห้งแล้งจะเป็นมากกว่าในที่ฝนตกชุก และปลูกในที่ดินเลวจะเป็นมากกว่าดินอุดมสมบูรณ์ Okoma และคณะ (2011) รายงานว่า พันธุ์ของยางพาราแต่ละพันธุ์ มีการตอบสนองต่อการเกิดอาการเปลือกแห้งของยางพาราไม่เหมือนกัน โดยพันธุ์ยาง IRC A41, PB 217, AF 261 และ RRIM 712 มีการตอบสนองเพียงเล็กน้อย พันธุ์ยาง IRCA 130, AVROS 2037, IRCA 209 และ GT 1 มีการตอบสนองในระดับปานกลาง และพันธุ์ยาง RRIC 100, IRCA 230, PB 254, PB 260 และ PB 235 มีการตอบสนองในระดับสูง ตามการเปลี่ยนแปลงในแต่ละฤดูกาลโดยสัมพันธ์กับช่วงการขาดน้ำและอุณหภูมิ

จากการสำรวจการเกิดอาการเปลือกแห้งของยางพาราพันธุ์ RRIM 600 และ BPM 24 ในแหล่งปลูกยางใหม่ของ เพยาว์ และคณะ (2550) ในภาคตะวันออก ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ และภาคเหนือ จำนวน 1,464 สวน พบว่า ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือมีต้นยางแสดงอาการเปลือกแห้งเฉลี่ย 8.75 เปอร์เซ็นต์ ภาคตะวันออกเฉียงเหนือเฉลี่ย 7.73 เปอร์เซ็นต์และภาคเหนือเฉลี่ย 1.48 เปอร์เซ็นต์ โดยพบการเกิดทั้งแบบเป็นกลุ่ม และแบบกระจายทั่วไป ต่อมา อารมณ และคณะ (2551) ได้สำรวจอาการเปลือกแห้งของยางพาราในพื้นที่ปลูกยางภาคใต้ตอนบน 7 จังหวัด จำนวน 909 สวน พบว่าสวนยาง 96.6 เปอร์เซ็นต์ มีต้นยางแสดงอาการเปลือกแห้งเฉลี่ย 15 เปอร์เซ็นต์ ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการเกิดอาการเปลือกแห้งคือ 1)อายุต้นยาง เมื่ออายุของยางมากขึ้น ต้นยางแสดงอาการเปลือกแห้งมากขึ้น 2)หน้ากรีด หน้ากรีดที่กรีดซ้ำบนเปลือก

งอกใหม่ มีโอกาสแสดงอาการเปลือกแห้งมากกว่าหน้ากรีตที่เป็นเปลือกแรก 3)ระบบกรีต การกรีต
 ถี กรีต 3 วันเว้น 1 วัน มีโอกาสแสดงอาการเปลือกแห้งมากกว่าการกรีตถีกรีต 2 วันเว้น 1 วัน
 ปีทมา และคณะ (2551) ได้ศึกษาปัจจัยต่างๆ ที่มีผลต่อการเกิดอาการเปลือกแห้งใน 4 จังหวัด
 ภาคใต้ ได้แก่ สงขลา สตูล พัทลุง และตรัง จำนวน 794 สวน พบว่า การกรีตยางโดยไม่พักกรีต
 ในช่วงต้นยางผลัดใบ มีผลให้เกิดอาการเปลือกแห้งสูงสุดเฉลี่ย 10.22 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาเป็น
 การปลูกยางในดินนาเฉลี่ย 8.42 เปอร์เซ็นต์ ส่วนการเปิดกรีตที่ขนาดต้นยางต่ำกว่ามาตรฐาน
 พันธุ์ยาง อายุต้นยาง ดินลูกรังมีผลใกล้เคียงกันเฉลี่ยระหว่าง 7.54-6.98 เปอร์เซ็นต์ ส่วนที่ตั้งสวน
 (จังหวัด) และระบบกรีตมีผลต่ำสุดที่ 6.19-5.95 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

11. ปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับผลผลิต

โดยปกติต้นยางนำเอาแป้งและน้ำตาลที่ได้จากปฏิกิริยาการสังเคราะห์แสงมา
 เป็นวัตถุดิบในการสร้างน้ำยาง เสริมสร้างการเจริญเติบโตของต้นยาง และอีกส่วนหนึ่งถูกเก็บ
 สะสมไว้ในรูปอาหารสำรอง ดังนั้นจึงจำเป็นต้องมีกลไกจัดสรรที่ดีเพื่อให้เกิดความสมดุลในต้นยาง
 สำหรับผลผลิตของน้ำยางที่ได้จะขึ้นอยู่กับองค์ประกอบหลัก 2 ประการ คือ ประการแรก การไหล
 และการหยุดไหลของน้ำยาง (latex flow) ขึ้นอยู่กับความดัน (turgor pressure) ภายในท่ออาหาร
 และท่อน้ำยาง (Han *et al.*, 2000) มีความสัมพันธ์โดยตรงระหว่างแรงดันกับการไหลของน้ำยาง
 ในระหว่างการกรีต (Jacob *et al.*, 1997) ปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับความดัน ได้แก่ ช่วงเวลาในการกรีต
 ยาง ปกติช่วงเที่ยงวันปากใบของต้นยางจะปิด เพราะอุณหภูมิสูงและต้นยางขาดน้ำ ทำให้ความ
 ดันและผลผลิตลดลง (Buttery and Boatman, 1966 อ้างโดย พิศมัย, 2544) การหยุดไหลของน้ำ
 ยาง เกิดมาจากการจับตัวของน้ำยางบริเวณหน้ากรีตยางทำให้เกิดการอุดตัน (Chrestin *et al.*,
 1997b) ซึ่งการอุดตันจะเกิดช้าหรือเร็วขึ้นอยู่กับลักษณะประจำพันธุ์ยางและระบบการกรีตยาง
 โดยทั่วไป น้ำยางประกอบด้วยอนุภาคหลักๆ อยู่ 3 ชนิด คือ อนุภาคยาง (rubber particle) 25-45
 เปอร์เซ็นต์ ลูทอยด์ 10-20 เปอร์เซ็นต์ และ เฟร วิสลิ่ง (frey-wyssling) 1-3 เปอร์เซ็นต์ โดยปริมาณ
 อนุภาคเหล่านี้แขวนลอยอยู่ได้เนื่องจากมีประจุไฟฟ้าลบเหมือนกัน จึงผลักกันทำให้ไม่ตกตะกอน
 เมื่อกรีตยางจึงมีแรงกลทำให้เยื่อหุ้มเซลล์ของลูทอยด์แตก ประจุบวกภายในลูทอยด์กระจายจับกับ
 ประจุลบที่อยู่ล้อมรอบอนุภาคยาง (coagulation) อย่างไรก็ตาม การแตกตัวของลูทอยด์มีหลาย
 สาเหตุ เช่น อุณหภูมิ สารเคมี เป็นต้น และประการที่ 2 การสร้างน้ำยางภายหลังการกรีตยาง
 (latex regeneration) หลังจากการกรีตยางในเซลล์ท่อน้ำยางมีกระบวนการเมทาบอลิซึมเพื่อสร้าง
 น้ำยางขึ้นมาใหม่ โดยนิวเคลียส และไมโทคอนเดรีย (Chrestin *et al.*, 1977 อ้างโดย พิศมัย,

2543) ในกระบวนการเมทาบอลิซึมของการสร้างน้ำยางมี 3 ปัจจัยที่สำคัญควบคุม คือ 1. ปริมาณซูโครสที่มีอยู่ 2. เมทาบอลิซึมในการเปลี่ยนน้ำตาลซูโครสเป็นน้ำยาง และ 3. พลังงานที่ใช้ (พิศมัย, 2543) การสร้างน้ำยางภายหลังการกรีดยางต้องใช้เวลาอย่างน้อย 3 วัน (Jacob, 1970; Pujade-Renaud *et al.*, 1994 อ้างโดย Mesquita *et al.*, 2006) นอกจากนี้ พันธุกรรมหรือยีน (gene) สภาพแวดล้อม และกระบวนการทางสรีรวิทยาก็เป็นตัวกำหนดในการให้ผลผลิตน้ำยาง (Vinod *et al.*, 2000)

12. ตัวแปรที่เกี่ยวข้องกับการประเมินผลผลิต

ตัวแปรที่ใช้เป็นตัวชี้วัดผลผลิต (Latex diagnosis: LD) ที่สำคัญ ซึ่งใช้อธิบายผลผลิตของน้ำยางในกระบวนการสร้างและไหลของน้ำยางอย่างสมบูรณ์มี 4 ค่า (Gohet *et al.*, 2008) ได้แก่

12.1 ปริมาณเนื้อยางแห้ง (Dry rubber content: DRC) เป็นค่าแสดงถึงปริมาณการสังเคราะห์ยาง (cis-polyisoprene) ที่เกิดขึ้นภายในท่อน้ำยาง ถ้าปริมาณเนื้อยางแห้งสูง หมายถึงน้ำยางมีความหนืดสูง การไหลของน้ำยางจะไหลไปได้ช้า เกิดการอุดตันที่ปลายท่อน้ำยางได้เร็ว ทำให้ผลผลิตต่ำ ในทางตรงกันข้ามหากปริมาณเนื้อยางแห้งต่ำมาก ถึงแม้อัตราการไหลจะเร็วแต่เนื้อยางแห้งที่มีอยู่ในน้ำยางน้อยจะทำให้ผลผลิตต่ำด้วย

12.2 ปริมาณซูโครส (Sucrose content) น้ำตาลซูโครสเป็นผลที่ได้จากการสังเคราะห์แสงและเป็นสารตั้งต้นสำหรับการสังเคราะห์น้ำยาง ปริมาณซูโครสในน้ำยางเป็นค่าที่แสดงถึงกิจกรรมการสังเคราะห์ซูโครสและการนำซูโครสไปใช้ในกระบวนการสร้างน้ำยาง ดังนั้น ปริมาณซูโครสจึงมีความสัมพันธ์ทั้งทางบวกและทางลบกับผลผลิต หากมีปริมาณซูโครสในน้ำยางสูงหมายถึงต้นยางมีศักยภาพในการสร้างน้ำยางได้สูง มีความสัมพันธ์ในทางบวกกับผลผลิต หรืออีกด้านหนึ่งปริมาณซูโครสสูงหมายถึงว่ามีการนำเอาซูโครสไปใช้ในการสร้างน้ำยางต่ำก็จะเกิดการสะสมของซูโครสในน้ำยาง ซึ่งจะมีความสัมพันธ์ในทางลบกับผลผลิต

12.3 ปริมาณอนินทรีย์ฟอสฟอรัส (Inorganic phosphorus: Pi) มีความสัมพันธ์โดยตรงกับกระบวนการเมทาบอลิซึม (Jacob *et al.*, 1989 อ้างโดย พิศมัย, 2544) ในเซลล์ท่อน้ำยาง และเกี่ยวข้องในรูปของพลังงานที่นำไปใช้ในการสังเคราะห์น้ำยาง มีผลต่อการให้ผลผลิตของน้ำยาง โดยพันธุ์ยางแต่ละพันธุ์มีการใช้พลังงานในการสังเคราะห์น้ำยางต่างกัน

12.4 ปริมาณไธออล (Thiol) มีบทบาทสำคัญต่อเซลล์ที่อ่อนแอ เป็นตัวกระตุ้นที่สำคัญของเอนไซม์หลักๆ ในกระบวนการเมแทบอลิซึม เช่น invertase หรือ pyruvate kinase และยังทำหน้าที่เป็นตัวช่วยให้อนุมูลทอยด์มีเสถียรภาพ ป้องกันการเกิด toxic oxygen มีผลทำให้น้ำยางจับตัวช้าลง โดยปกติปริมาณ toxic oxygen ในเซลล์ที่อ่อนแอจะต่ำมาก เมื่อเซลล์ได้รับความเครียด เช่น การกรีดยาง ทำให้ปริมาณ toxic oxygen ในเซลล์จะสูงขึ้น ไธออลในน้ำยางส่วนใหญ่เป็น glutathiol จะช่วยลดความเป็นพิษของ toxic oxygen ทำให้ลูทอยด์เกิดการแตกตัวช้า ช่วยให้น้ำยางไหลนานขึ้น (กฤษดา และ รัชมี, 2541)

การนำตัวแปรทั้ง 4 ตัวมาใช้อธิบายร่วมกันทำให้ทราบถึงสถานะของกระบวนการเมแทบอลิซึมในเซลล์ที่อ่อนแอและการป้องกันเซลล์ ช่วยอธิบายบทบาททางสรีรวิทยาของน้ำยาง โดยในยางแต่ละพันธุ์มีค่าวิกฤติของตัวแปรแต่ละตัวแตกต่างกัน นำไปใช้ประโยชน์ในการกำหนดระบบกรีดที่เหมาะสมกับพันธุ์ยาง ค่า LD ใช้ในการอธิบายผลดังนี้

ความถี่ในการกรีดต่ำ (under-exploitation) แสดงว่าผลผลิตที่ได้ต่ำกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับปริมาณน้ำตาลซูโครส (สารตั้งต้นที่ใช้ในการสร้างน้ำยาง) ทำให้ศักยภาพในการให้ผลผลิตแสดงออกไม่เต็มที่ เนื่องจากใช้ความถี่ในการกรีดยางต่ำ เซลล์มีน้ำตาลซูโครสสะสมอยู่ในน้ำยางสูง กระบวนการเมแทบอลิซึมต่ำ ปริมาณเนื้อยางแห้งและไธออลอยู่ในระดับต่ำ ปานกลาง หรือสูง แต่โดยทั่วไปจะสูง

ความถี่ในการกรีดสูง (over-exploitation) อธิบายในทางตรงกันข้าม คือความพยายามที่จะให้ได้ผลผลิตสูงเมื่อเปรียบเทียบกับสารตั้งต้นในการสร้างน้ำยาง มีการใช้น้ำตาลซูโครสมาก จึงทำให้มีน้ำตาลซูโครสในน้ำยางต่ำ ขบวนการเมแทบอลิซึมสูง ค่า Pi สูง แต่บางครั้งค่า Pi อาจลดต่ำลง ในกรณีที่มีการกรีดยางอย่างหักโหมมากๆ ไธออลและปริมาณเนื้อยางแห้งมีค่าต่ำ การที่ไธออลต่ำทำให้เกิดการออกซิเดชัน ที่เป็นอันตรายต่อเซลล์ที่อ่อนแอ ได้แก่ active oxygen species ถูกปลดปล่อยออกมาเนื่องจากกระบวนการเมแทบอลิซึมสูง ปริมาณเนื้อยางแห้งต่ำส่งผลต่อการสร้างน้ำยางลดลง

วัตถุประสงค์

เพื่อศึกษาผลของแก๊สเอทิลีน ที่มีต่อการเพิ่มผลผลิตน้ำยาง สรีรวิทยาของน้ำยางในต้นยางพาราอายุน้อยรวมไปถึงผลกระทบที่มีต่อสรีรวิทยาและการเจริญเติบโตของต้นยางพารา

บทที่ 2

วัสดุ อุปกรณ์และวิธีการ

1. วัสดุ อุปกรณ์

1.1 วัสดุ

- ต้นยางพาราพันธุ์ RRIM600
- สายเทปวัดความยาวและตลับเมตร
- แผ่นป้ายชื่อทรีตเมนต์
- ชุดติดตั้งระบบริมโฟล์ (RRIMFLOW)
- ชุดติดตั้งระบบเลท (LET)
- ชุดติดตั้งระบบดับเบิลเท็กซ์ (Double Tex)
- แก๊สเอทริลีน
- สารเอทيفون
- ถ้วยรับน้ำยาง ลวดแขวน ลี้นรองน้ำยาง
- สีนํ้ามันและแปรงทาสี
- กระดาษสติ๊กเกอร์และปากกาเคมี
- ถุงพลาสติก
- กระบุงพร้อมฝาปิด
- เข็มหมุดและกระดาษลึง
- กระดาษกรองเบอร์ 1
- กระดาษขึงสาร
- ถุงมือยาง
- ลังโฟม

1.2 สารเคมี

- กรดอะซิติกเข้มข้น 6 เปอร์เซ็นต์
- กรดซัลฟูริกเข้มข้น 97 เปอร์เซ็นต์
- กรดไนตริก
- แอนโทรน
- ไตรคลอโรอะซิติก แอซิด (TCA)
- น้ำตาลซูโครส
- แอมโมเนียมโมลิบเดต
- แอมโมเนียมตาวานาเดต
- ทริส
- ไดโรซอล บิสไนโตรเบนโซอิก แอซิด (DTNB)
- เอทรีดีนไดอามีนเตตระอะซิติก แอซิด (EDTA)
- น้ำกลั่น

1.3 อุปกรณ์

- กล้องถ่ายภาพ
- ดิจิตอลเวอร์เนียร์
- หลอดทดลองฝาเกลียว
- ชั้นวางหลอดทดลอง
- ขวดขนาดเล็ก
- หลอดสำหรับปั่นสาร
- ขวดเก็บสารเคมีสีชาและใส
- บีกเกอร์ ขนาด 50 100 250 500 และ 1,000 มิลลิลิตร
- กระจกตวง ขนาด 1,000 มิลลิลิตร
- หลอดลำเลียงน้ำยาง
- หลอดดูดสารเคมีขนาดเล็ก กลาง และใหญ่
- เครื่องชั่งแบบละเอียดทศนิยม 2 และ 4 ตำแหน่ง
- ตู้อบยาง
- เครื่องวัดการดูดกลืนแสง รุ่น Ultrospec 3000
- เครื่องเขย่า
- อ่างควบคุมอุณหภูมิ
- แท่งเหล็กเจาะเก็บน้ำยาง

2. วิธีการดำเนินการ

ทำการทดลองที่สถานีวิจัยเทพาและฝักภาคสนาม คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ อ.เทพา จ.สงขลา ทดลองกับยางพาราพันธุ์ RRIM 600 ยางพาราอายุ 9 ปี ให้ระยะปลูก 3×7 เมตร ปลูกในดินร่วนปนทราย มีค่าความเป็นกรด-ด่างประมาณ 5.5 (โครงการจัดตั้งฝ่ายวิจัยและบริการ, 2543) ทำการทดลองตั้งแต่เดือน กันยายน 2553 ถึงเดือน มีนาคม 2555 โดยศึกษาเกี่ยวกับอุปกรณ์ RRIMFLOW, LET, Double Tex และสารเอทธิฟอน ความเข้มข้น 2.5 เปอร์เซ็นต์ (ภาพที่ 3) ที่ส่งผลต่อผลผลิตน้ำยาง การเจริญเติบโต อาการใบร่วง และองค์ประกอบทางชีววิทยาในน้ำยาง

2.1 วิธีการทดลอง

วางแผนการทดลองแบบ One tree plot design (OTPD) จำนวน 6 สิ่งทดลอง (Treatment) ซ้ำละ 1 ต้น จำนวน 20 ซ้ำ โดยใช้หลักสัญลักษณ์สากลของเทคโนโลยีการเก็บเกี่ยวน้ำยาง (พิชิต, 2553) ดังนี้

สิ่งทดลองที่ 1: S/3 2d/3 6d/7

ระบบกรีตหนึ่งในสามของลำต้น กรีตสองวันเว้นวัน หยุดกรีตหนึ่งวัน ในหนึ่งสัปดาห์

สิ่งทดลองที่ 2: S/6 d3 6d/7

ระบบกรีตหนึ่งในหกของลำต้น กรีตวันเว้นสองวัน หยุดกรีตหนึ่งวัน ในหนึ่งสัปดาห์

สิ่งทดลองที่ 3: S/6 d3 6d/7.ET2.5% Pa 1(2) 12/y (m)

ระบบกรีตหนึ่งในหกของลำต้น กรีตวันเว้นสองวัน หยุดกรีตหนึ่งวัน ในหนึ่งสัปดาห์ ใช้สารเคมีเร่งน้ำยางเอทธิฟอน 2.5 เปอร์เซ็นต์ ทาบนเปลือกงอกใหม่ติดกับรอยกรีต ปริมาณสาร 1 กรัม ทาเป็นแถบกว้าง 2 เซนติเมตร เดือนละครั้ง จำนวน 12 ครั้งต่อปี

สิ่งทดลองที่ 4: S/6 d3 6d/7. ETG99% RRIMFLOW -60- 36/y (9d)
ระบบกรีดหนึ่งในหกของลำต้น กรีดวันเว้นสองวัน หยุดกรีดหนึ่งวัน ในหนึ่งสัปดาห์ ใช้สารเคมีเร่งน้ำยางแก๊สเอทิลีน 99 เปอร์เซ็นต์ ชนิดอุปกรณ์ริมโฟล์ ปริมาณ 60 มิลลิลิตร ให้ 9 วันต่อครั้ง จำนวน 36 ครั้งต่อปี

สิ่งทดลองที่ 5: S/6 d3 6d/7. ETG60% LET -40- 48/y (6d)
ระบบกรีดหนึ่งในหกของลำต้น กรีดวันเว้นสองวัน หยุดกรีดหนึ่งวัน ในหนึ่งสัปดาห์ ใช้สารเคมีเร่งน้ำยางแก๊สเอทิลีน 60 เปอร์เซ็นต์ ชนิดอุปกรณ์เลข ปริมาณ 40 มิลลิลิตร ให้ 6 วันต่อครั้ง จำนวน 48 ครั้งต่อปี

สิ่งทดลองที่ 6: S/6 d3 6d/7. ETG99% Double Tex -60- 36/y (9d)
ระบบกรีดหนึ่งในหกของลำต้น กรีดวันเว้นสองวัน หยุดกรีดหนึ่งวันในหนึ่งสัปดาห์ ใช้สารเคมีเร่งน้ำยางแก๊สเอทิลีน 99 เปอร์เซ็นต์ ชนิดอุปกรณ์ดับเบิลเท็กซ์ ปริมาณ 60 มิลลิลิตร ให้ 9 วันต่อครั้ง จำนวน 36 ครั้งต่อปี

หมายเหตุ: ปริมาณแก๊สและจำนวนการกระตุ้นของอุปกรณ์ริมโฟล์ อุปกรณ์เลข และอุปกรณ์ดับเบิลเท็กซ์ใช้ตามคำแนะนำของบริษัทแต่ละอุปกรณ์ที่นำไปใช้จริง สำหรับวิธีปฏิบัติของอุปกรณ์ริมโฟล์ อุปกรณ์เลข และอุปกรณ์ดับเบิลเท็กซ์ (แสดงในภาคผนวก)



ภาพที่ 3 อุปกรณ์ในการทดลอง อุปกรณ์ริมโฟล์ (ก) อุปกรณ์เลข (ข) อุปกรณ์ดับเบิลเท็กซ์ (ค) และสารเอทิลีนความเข้มข้น 2.5 % (ง)

3. ตัวแปรที่ใช้ในการศึกษา

3.1 ข้อมูลสภาพอากาศ

ทำการบันทึกสภาพอากาศแต่ละวัน คือ อุณหภูมิสูงสุด-ต่ำสุด ค่าปริมาณน้ำฝนและค่าการระเหยของน้ำ เฉลี่ยหรือรวมเป็นรายเดือน ตั้งแต่เดือน กันยายน 2553 ถึงเดือน มีนาคม 2555 โดยใช้ข้อมูลจากสถานีตรวจอากาศ อำเภอหนองจิก จังหวัดปัตตานี

3.2 ผลผลิตยางพารา

เปรียบเทียบปริมาณน้ำยางที่ได้ในแต่ละสิ่งทดลอง โดยบันทึกผลผลิตยางจากน้ำหนักแห้งยางก้อน เก็บเป็นยางก้อนทุกครั้งกรีต โดยเก็บผลผลิตต้นต่อต้น ทุก 2 สัปดาห์ นำยางก้อนไปผึ่งแห้งในที่ร่ม ใช้เวลา 15-20 วัน และนำไปอบที่อุณหภูมิ 65 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 48 ชั่วโมง แล้วชั่งน้ำหนักแห้งยางก้อน และคำนวณโดยใช้สูตร

- กรัมต่อต้นต่อครั้งกรีต = $\frac{\text{น้ำหนักยางก้อน (รวม) / จำนวนวันกรีต}}$
- กิโลกรัมต่อต้นต่อปี = ผลรวมของยางก้อนทุกเดือนที่กรีตยางในรอบปี (พฤษภาคม - เมษายน) ของยางแต่ละต้น

3.3 ปริมาณเนื้อยางแห้ง

สุ่มเก็บตัวอย่างน้ำยางเดือนละ 2 ครั้ง ในแต่ละสิ่งทดลองแยกแต่ละต้น นำไปชั่งน้ำหนักสด หลังจากนั้นหยดกรดอะซิติกเข้มข้น 6 เปอร์เซ็นต์ ประมาณ 3 - 5 หยด ลงไปในน้ำยางผสมให้เข้ากัน ตั้งทิ้งไว้ประมาณ 10 - 20 นาที หรือจนกว่ายางจะจับตัวเป็นก้อน ริดแผ่นยางให้บาง นำไปอบที่อุณหภูมิ 65 องศาเซลเซียส นาน 24 ชั่วโมง นำแผ่นยางมาชั่งน้ำหนักยางแห้ง และคำนวณ โดยใช้สูตร

$$\text{เปอร์เซ็นต์เนื้อยางแห้ง (DRC)} = \frac{\text{น้ำหนักยางแห้ง (กรัม)} \times 100}{\text{น้ำหนักยางสด (กรัม)}}$$

3.4 ความสิ้นเปลืองเปลือก (Bark consumption)

วัดความสิ้นเปลืองเปลือก โดยใช้เวอร์เนียหรือสายวัด วัดความกว้างของรอยกรีด โดยให้ตั้งฉากกับรอยกรีด จะได้ค่าความสิ้นเปลืองเปลือกในแต่ละเดือน หลังจากนั้นทำการวัดความสิ้นเปลืองเปลือกทุก 3 เดือน

3.5 การเจริญเติบโต

ก่อนการทดลองวัดเส้นรอบวงของลำต้นที่ความสูง 1.70 เมตร หลังจากนั้นทำการวัดเส้นรอบวงของลำต้น ทุก 3 เดือน

3.6 การร่วงของใบ

ศึกษาอาการใบร่วงของต้นยางพาราแต่ละสิ่งทดลอง โดยใช้กล้องดิจิทัล ถ่ายภาพได้ทรงพุ่มในแต่ละสิ่งทดลองที่จุดเดียวกันของต้นยางที่กำหนด เพื่อดูการเปลี่ยนแปลงของใบในทรงพุ่มของต้นยางพาราแต่ละเดือน นำภาพที่ได้มาคำนวณหาเปอร์เซ็นต์การปกคลุมของทรงพุ่ม โดยใช้โปรแกรมประมวลข้อมูลดัชนีพื้นที่ใบ (Lertzman, 1999)

3.7 ศึกษาสรีรวิทยาของน้ำยางและองค์ประกอบทางชีวเคมีในน้ำยาง

วิเคราะห์องค์ประกอบทางชีวเคมีในน้ำยางโดยวิเคราะห์น้ำยางตามวิธีการของ Gohet and Chantuma (1999) คือ ปริมาณเนื้อยางแห้ง ปริมาณน้ำตาลซูโครส ปริมาณอินทรีย์ฟอสฟอรัส และปริมาณไขมัน

การวิเคราะห์น้ำยาง

ก่อนการวิเคราะห์น้ำยางจะทำ Standard curve ของตัวแปรแต่ละตัว เพื่อหาค่าสัมประสิทธิ์การดูดกลืนแสง (K) ของสารละลาย โดยกำหนดยอมรับค่าสัมประสิทธิ์การดูดกลืนแสงจากการทำ Standard curve ดังนี้

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

การเก็บตัวอย่างน้ำยาง เริ่มจากเตรียมสารละลาย EDTA เข้มข้น 0.01 เปอร์เซ็นต์ ในการเก็บน้ำยางเพื่อป้องกันการจับตัวของน้ำยาง ใส่หลอดทดลองฝาเกลียวที่ทราบน้ำหนัก หลอดละ 5 มิลลิลิตร จากนั้นนำมาชั่งน้ำหนักหลอด ทำการเก็บตัวอย่างน้ำยางแบบ 1 ต้นต่อหนึ่งตัวอย่างในช่วงเช้า โดยใช้แท่งเหล็กเจาะเปลือกยางเข้าไปจนถึงชั้นเนื้อไม้บริเวณใต้รอยกรีด 5 เซนติเมตร แทะหลอดช่วยลำเลียงน้ำยาง โดยทิ้งน้ำยาง 2 หยดแรกและเก็บน้ำยาง 10 หยดต่อมาใส่หลอดทดลองที่มีสารละลาย EDTA เข้มข้น 0.01 เปอร์เซ็นต์ หลังจากนั้นนำหลอดทดลองมาชั่งน้ำหนักเพื่อหาค่าน้ำหนักสดของน้ำยาง ก่อนเติมสารละลาย TCA เข้มข้น 20 เปอร์เซ็นต์ หลอดละ 0.715 มิลลิลิตร เพื่อให้ยางจับตัวเป็นก้อน หลังจากนั้นนำหลอดทดลองทั้งหมดแช่ไว้ในอุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียสจนกระทั่งทำการวิเคราะห์น้ำยาง (เก็บไว้ได้ 48 ชั่วโมง)

เมื่อมาถึงห้องปฏิบัติการ นำหลอดตัวอย่างมาเขย่ากับ Vortex ส่วนของก้อนยางนำไปหาปริมาณเนื้อยางแห้ง โดยนำไปอบที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง ส่วนสารละลายใสนำไปหาปริมาณน้ำตาลซูโครส อนินทรีย์ฟอสฟอรัส และไรออล ดังนี้

การวิเคราะห์หาปริมาณเนื้อยางแห้ง

เก็บน้ำยาง 10 หยด/ต้น (ใช้น้ำยางจากการวิเคราะห์องค์ประกอบทางชีวเคมีข้างต้น) เริ่มจากชั่งน้ำหนักหลอดเปล่าทุกหลอด เติมสารละลาย EDTA เข้มข้น 0.01 เปอร์เซ็นต์ ปริมาตร 5 มิลลิลิตร ในหลอด (T+E) เมื่อเก็บตัวอย่างน้ำยางสด 10 หยดแล้วนำมาชั่งน้ำหนักอีกครั้ง (T+E+L) โดยน้ำหนักของน้ำยางสด (Fw) เท่ากับ (T+E+L)-(T+E) หลังจากนั้นทำให้น้ำยางตกตะกอนด้วยสารละลาย TCA เข้มข้น 20 เปอร์เซ็นต์ นำส่วนที่เป็นเนื้อยางมาอบที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง น้ำยางแห้งที่ผ่านการอบมาชั่งน้ำหนักแต่ละก้อน (Dw) คำนวณปริมาณเนื้อยางแห้ง ตามสูตร

$$\text{เปอร์เซ็นต์เนื้อยางแห้ง} = \frac{Dw}{Fw} \times 100$$

การวิเคราะห์หาปริมาณซูโครส

ปริมาณซูโครส ตามหลักการปฏิกิริยา Colormetric reaction ของซูโครส โดยให้กรดที่มีความเข้มข้นสูงๆ ทำให้น้ำตาลเฮกโซสแตกตัวให้อนุพันธ์ที่เรียกว่า Furfural derivative ซึ่งจะทำปฏิกิริยาได้ดีกับ Anthrone โดยน้ำตาลฟรุกโตสจะทำปฏิกิริยาอย่างรวดเร็วแม้ขณะที่ยังคงเป็นส่วนหนึ่งของโมเลกุลซูโครส ส่วนน้ำตาลกลูโคสต้องนำไปอุ่นที่อุณหภูมิ 90 องศาเซลเซียส ก่อนจึงจะเข้าทำปฏิกิริยา

ในหลอดแก้วที่มีฝาปิดแต่ละหลอด เติมสารละลาย TCA เข้มข้น 2.5 เปอร์เซ็นต์ ปริมาตร 400 ไมโครลิตร หลังจากนั้นเติมสารตัวอย่าง (น้ำยางใส) 100 ไมโครลิตร และสารละลาย Anthrone reactive 3 มิลลิลิตร ปิดฝาหลอด นำไปเขย่าด้วย Vortex อุ่นที่อุณหภูมิ 90 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 นาที นำไปแช่ในอ่างน้ำเพื่อให้สารละลายเย็นที่อุณหภูมิห้อง วัดค่าการดูดกลืนแสงด้วย Spectrophotometer ที่ความยาวคลื่น 627 นาโนเมตร

หากวัดค่าการดูดกลืนแสงได้ต่ำกว่า 0.2 ให้ปรับปริมาณสารต่างๆ เป็นสารละลาย TCA เข้มข้น 2.5 เปอร์เซ็นต์ ปริมาตร 250 ไมโครลิตร สารตัวอย่างปริมาตร 250 ไมโครลิตร และ Anthrone reactive ปริมาตร 3 มิลลิลิตร

หากวัดค่าการดูดกลืนแสงได้สูงกว่า 0.8 ให้ปรับปริมาณสารต่างๆ เป็นสารละลาย TCA เข้มข้น 2.5 เปอร์เซ็นต์ ปริมาตร 450 ไมโครลิตร สารตัวอย่างปริมาตร 50 ไมโครลิตร และ Anthrone reactive ปริมาตร 3 มิลลิลิตร คำนวณความเข้มข้นของซูโครสในหน่วย มิลลิโมล/น้ำยาง 1 ลิตร (mM/l) ตามสูตร

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

เมื่อ K = ค่าสัมประสิทธิ์การดูดกลืนแสงของน้ำตาลซูโครสจาก Standard curve

Fw = น้ำหนักน้ำยางสดในหน่วยกรัม

W1 = น้ำหนักน้ำกลั่นต่อหลอดในหน่วยกรัม
(Standard CRRC = 5 กรัม)

W2 = น้ำหนักของ TCA เข้มข้น 20 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งใช้ในการชก
นำให้น้ำ ยางเกิดการตกตะกอน (Standard CRRC = 0.715 กรัม)

การวิเคราะห์หาปริมาณอนินทรีย์ฟอสฟอรัส

ปริมาณอนินทรีย์ฟอสฟอรัส ตามหลักการปฏิกิริยา Colormetric reaction ของอนินทรีย์ฟอสฟอรัส คือ จะสร้างพันธะกับ Molybdate และ Vanadate เกิดเป็นสารประกอบซึ่งดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 410 นาโนเมตร

ในหลอดแก้วที่มีฝาปิด เริ่มจากเติมสารละลาย TCA เข้มข้น 2.5 เปอร์เซ็นต์ ปริมาตร 1 มิลลิลิตร หลังจากนั้นเติมสารตัวอย่างปริมาตร 500 ไมโครลิตร และเติมสารละลาย Pi (IN) Reactive ปริมาตร 3 มิลลิลิตร ปิดฝาหลอด นำไปเขย่ากับ Vortex ทิ้งไว้ 5 นาที หลังจากนั้นนำไปอ่านค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 410 นาโนเมตร คำนวณความเข้มข้นของอนินทรีย์ฟอสฟอรัสในหน่วย มิลลิโมล/น้ำยง 1 ลิตร (mM/l) ตามสูตร

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

เมื่อ K = ค่าสัมประสิทธิ์การดูดกลืนแสงของอนินทรีย์ฟอสฟอรัสจาก Standard curve

Fw = น้ำหนักน้ำยงสดในหน่วยกรัม

W1 = น้ำหนักน้ำกลั่นต่อหลอดในหน่วยกรัม
(Standard CRRC = 5 กรัม)

W2 = น้ำหนักของ TCA เข้มข้น 20 เปอร์เซ็นต์ ที่ใช้ในการชักนำให้น้ำยงเกิดการตกตะกอน (Standard CRRC = 0.715 กรัม)

การวิเคราะห์หาปริมาณไรบออล ปริมาณไรบออล ตามหลักการปฏิกิริยา Colormetric reaction ของไรบออลจะทำปฏิกิริยากับ DTNB เกิดเป็นสารประกอบ TNB ซึ่งดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 412 นาโนเมตร

ในหลอดแก้วที่มีฝาปิด เริ่มจากเติมสารละลาย Tris เข้มข้น 0.5 โมล ปริมาตร 1 มิลลิลิตร หลังจากนั้นเติมสารตัวอย่าง 1.5 มิลลิลิตร และเติมสารละลาย DTNB ปริมาตร 50 ไมโครลิตร ปิดฝาหลอด นำไปเขย่ากับ Vortex ทิ้งไว้ 5 นาที หลังจากนั้นนำไปอ่านค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 412 นาโนเมตร คำนวณความเข้มข้นของไรบออลในหน่วย มิลลิโมล/น้ำยง 1 ลิตร ตามสูตร

[R-SH] mM	=	$OD \times K \times [(Fw + W1 + W2) / Fw]$
เมื่อ K	=	ค่าสัมประสิทธิ์การดูดกลืนแสงของไฮดรอลจาก Standard curve
Fw	=	น้ำหนักน้ำยาสดในหน่วยกรัม
W1	=	น้ำหนักน้ำกลั่นต่อหลอดในหน่วยกรัม (Standard CRRC = 5 กรัม)
W2	=	น้ำหนักของ TCA เข้มข้น 20 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งใช้ในการชัก น้ำให้น้ำยงเกิดการตกตะกอน (Standard CRRC = 0.71กรัม)

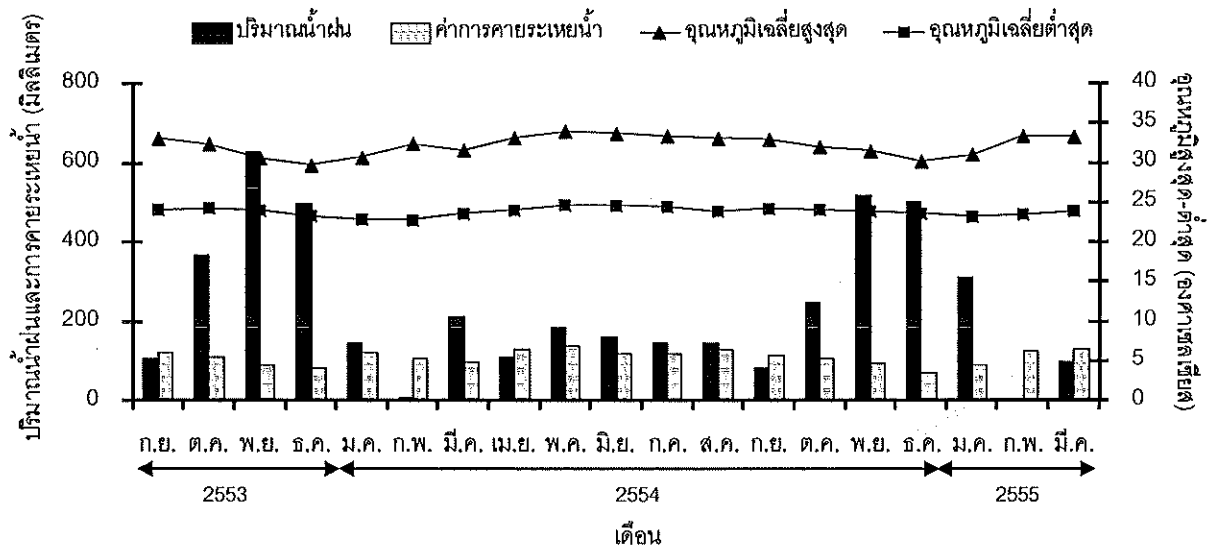
บทที่ 3

ผล

3.1 ข้อมูลสภาพอากาศ

3.1.1 สภาพอากาศ

สภาพอากาศในช่วงระหว่างการทดลองตั้งแต่เดือนกันยายน 2553 ถึงเดือนมีนาคม 2555 พบว่า ในปี 2553 เริ่มมีปริมาณฝนตกมากในเดือนตุลาคม ทำให้เกิดน้ำท่วมหนักในเดือนพฤศจิกายน วัดปริมาณน้ำฝนได้สูงสุด คือ 627.2 มิลลิเมตร ในปี 2554 กลับมีปริมาณฝนตกในช่วงฤดูร้อนตั้งแต่เดือนมีนาคมต่อเนื่องจนเข้าฤดูฝน คือเดือนพฤษภาคม และมีฝนตกหนักในช่วงปลายปี โดยมีปริมาณน้ำฝนสูงสุดในเดือนพฤศจิกายน คือ 517.5 มิลลิเมตร และในปี 2555 ตั้งแต่เดือนมกราคม ถึงเดือนมีนาคม มีปริมาณน้ำฝนสูงสุดในเดือนมกราคม คือ 311.7 มิลลิเมตร นอกจากนี้ พบว่า ในปี 2554 และ 2555 มีปริมาณน้ำฝนตกในเดือนกุมภาพันธ์น้อยที่สุด คือ 4.5 และ 3.9 มิลลิเมตร ตามลำดับ ซึ่งเป็นช่วงปลายฤดูหนาว สำหรับปริมาณค่าการคายระเหยน้ำจะผกผันกับปริมาณน้ำฝน โดยปริมาณน้ำฝนที่มากกว่า 110.4 มิลลิเมตร (เดือนเมษายน 2554) มีค่าการคายระเหยน้ำต่ำกว่าปริมาณน้ำฝน ของแต่ละเดือน สำหรับอุณหภูมิสูงสุด-ต่ำสุด พบว่า มีค่าใกล้เคียงกันตลอดระยะเวลาของการทดลองในแต่ละเดือน (ภาพที่ 4)



ภาพที่ 4 ปริมาณน้ำฝน ค่าการคายระเหยน้ำ และ อุณหภูมิสูงสุด-ต่ำสุด ของเดือนกันยายน 2553 ถึงเดือนมีนาคม 2555 ข้อมูลตรวจวัดอากาศของสถานีอำเภอหนองจิก จังหวัดปัตตานี

3.1.2 ตารางวันกรี๊ด

การใช้ระบบกรี๊ดแบบหนึ่งวันเว้นสองวัน (d3) ของสิ่งทดลอง T2, T3, T4, T5 และ T6 ใช้จำนวนวันกรี๊ดน้อยกว่าการใช้ระบบกรี๊ดแบบสองวันเว้นวัน (2d/3) ของสิ่งทดลอง T1 จำนวนวันกรี๊ดจริงที่ได้ของระบบกรี๊ด 6 ระบบกรี๊ด พบว่า การใช้ระบบกรี๊ดแบบ T1 มีจำนวนวันกรี๊ดจริงได้ 57 วัน จากวันกรี๊ดตามปฏิทินคือ 170 วัน สำหรับการที่ใช้ระบบกรี๊ดแบบ T2, T3, T4, T5 และ T6 มีจำนวนวันกรี๊ดจริงได้ 35 วัน จากวันกรี๊ดตามปฏิทินคือ 85 วัน โดยที่ระบบกรี๊ดแบบ d3 ได้จำนวนวันกรี๊ดจริงคิดเป็น 61.4 เปอร์เซ็นต์ หรือมีจำนวนวันกรี๊ดจริงลดลง 38.6 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเปรียบเทียบกับระบบกรี๊ดแบบ 2d/3 (ตารางที่ 1)

ตารางที่ 1 จำนวนวันกรีตตามปฏิทินที่กำหนดและวันกรีตจริงของระบบกรีต 6 สิ่งทดลอง ตั้งแต่เดือน กันยายน 2553 ถึงเดือนมีนาคม 2555

สิ่งทดลอง	จำนวนวันกรีต (ก.ย. 2553-มี.ค. 2555)	
	วันกรีตตามปฏิทินที่กำหนด	วันกรีตจริง
T1: S/3 2d/3 6d/7	170	57 (100)
T2: S/6 d3 6d/7	85	35 (61.4)
T3: S/6 d3 6d/7. ET2.5% Pa 1(2) 12/y (m)	85	35 (61.4)
T4: S/6 d3 6d/7. ETG99% RRIMFLOW -60- 36/y (9d)	85	35 (61.4)
T5: S/6 d3 6d/7. ETG60% LET -40- 48/y (6d)	85	35 (61.4)
T6: S/6 d3 6d/7. ETG99% Double Tex -60- 36/y (9d)	85	35 (61.4)

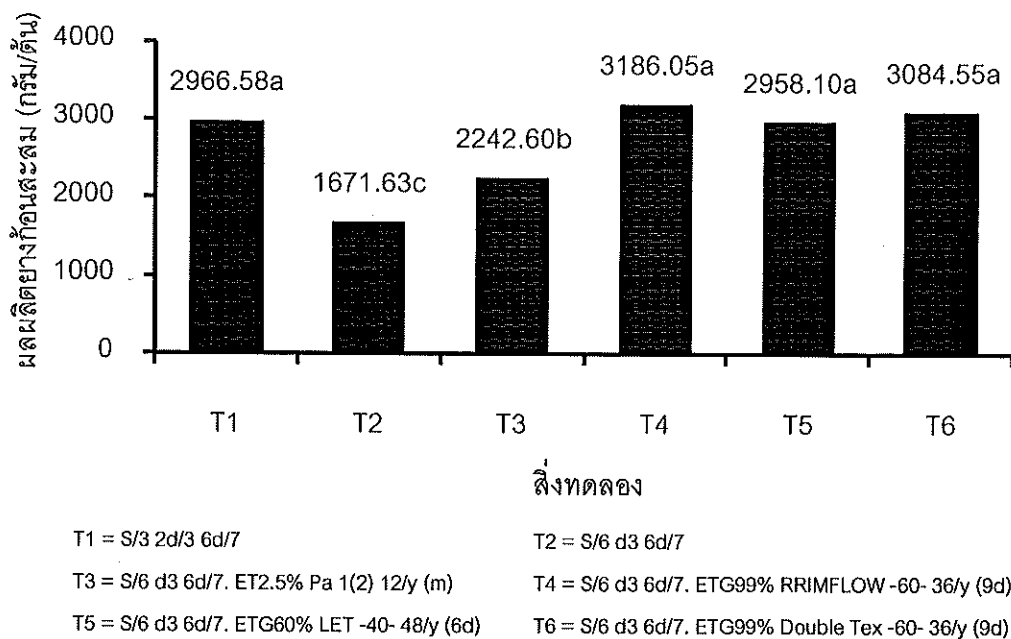
หมายเหตุ: ตัวเลขในวงเล็บแสดงวันกรีตจริงเป็นเปอร์เซ็นต์ เมื่อวันกรีตจริงที่ควบคุมเท่ากับ 100 เปอร์เซ็นต์

3.2 ข้อมูลผลผลิตยางพารา

3.2.1 ผลผลิตยางก้อนสะสม

ปริมาณผลผลิตยางก้อนสะสม (กรัมต่อต้น) ของการทดลองตั้งแต่เดือนกันยายน 2553 ถึงเดือนมีนาคม 2555 พบว่า มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ การใช้ระบบกรีต ร่วมกับการกระตุ้นด้วยเอทธิลีนชนิดอุปกรณิริมโฟล์ (T4) มีปริมาณผลผลิตยางก้อนสะสมสูงสุด คือ 3186.05 กรัมต่อต้น ส่วนการใช้ระบบกรีตแบบ T2 มีปริมาณผลผลิตยางก้อนสะสมต่ำสุด คือ 1671.63 กรัมต่อต้น (ภาพที่ 5) การใช้ระบบกรีตร่วมกับการกระตุ้นด้วยเอทธิลีนชนิดอุปกรณิริม โฟล์ (T4) อุปกรณ์เลท (T5) และอุปกรณ์ดับเบิลเท็กซ์ (T6) ให้ปริมาณผลผลิตยางก้อนสะสมไม่แตกต่างทางสถิติ ขณะที่การใช้ระบบกรีตร่วมกับการกระตุ้นด้วยเอทธิลีน ความเข้มข้น 2.5 เปอร์เซ็นต์ (T3) และการใช้ระบบกรีตแบบ T2 มีปริมาณผลผลิตยางก้อนสะสมต่ำกว่าการใช้ระบบ กรีตแบบที่เกษตรกรใช้ (T1) แตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ สำหรับระบบกรีตที่ได้รับการ กระตุ้นด้วยเอทธิลีนและเอทธิลีน พบว่า การใช้ระบบกรีตที่ได้รับการกระตุ้นด้วยเอทธิลีน ความ เข้มข้น 2.5 เปอร์เซ็นต์ ให้ปริมาณผลผลิตยางก้อนสะสมต่ำกว่าแตกต่างทางสถิติกับการใช้ระบบ กรีตร่วมกับการกระตุ้นด้วยเอทธิลีนชนิดอุปกรณิริมโฟล์ (T4) อุปกรณ์เลท (T5) และอุปกรณ์

ดับเบิลเท็กซ์ (T6) นอกจากนี้ การใช้ระบบกรีดร่วมกับการกระตุ้นด้วยเอทิลีนชนิดอูปกรณิรมโฟล์ (T4) ให้ปริมาณผลผลิตยางก้อนสะสมสูงกว่าอูปกรณ์ดับเบิลเท็กซ์ (T6) และอูปกรณ์เลท (T5) คือ 3186.05, 3084.55 และ 2958.10 กรัมต่อตัน ตามลำดับ แต่ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ (ภาพที่ 5)



ภาพที่ 5 ปริมาณผลผลิตยางก้อนสะสม (กรัมต่อตัน) ของระบบกรีด 6 สิ่งทดลอง ตั้งแต่เดือนกันยายน 2553 ถึงเดือนมีนาคม 2555
ค่าเฉลี่ยที่กำกับตัวอักษรที่แตกต่างกันมีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับ $P \leq 0.05$

3.2.2 ผลผลิตยางก้อนเฉลี่ย

ปริมาณผลผลิตยางก้อนเฉลี่ย (กรัมต่อตันต่อครั้งกรีด) ของการทดลองตั้งแต่เดือนกันยายน 2553 ถึงเดือนมีนาคม 2555 พบว่า มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ การใช้ระบบกรีดร่วมกับการกระตุ้นด้วยเอทิลีนชนิดอูปกรณิรมโฟล์ (T4) ให้ปริมาณผลผลิตยางก้อนเฉลี่ยสูงสุด คือ 91.03 กรัมต่อตันต่อครั้งกรีด ขณะที่การใช้ระบบกรีดแบบ T2 ให้ปริมาณผลผลิตยางก้อนเฉลี่ยต่ำสุด คือ 47.76 กรัมต่อตันต่อครั้งกรีด (ภาพที่ 6) การใช้ระบบกรีดร่วมกับการกระตุ้นด้วยเอทิลีน ความเข้มข้น 2.5 เปอร์เซ็นต์ (T3) การใช้ระบบกรีดร่วมกับการกระตุ้นด้วย

เปอร์เซ็นต์ ขณะที่การใช้ระบบกรี๊ดร่วมกับการกระตุ้นด้วยเอทิลีนชนิดอูปกรณ์เลข (T5) การใช้ระบบกรี๊ดร่วมกับการกระตุ้นด้วยเอทิลีฟอน (T3) และ การใช้ระบบกรี๊ดแบบรอยกรี๊ดสั้น (T2) ให้ผลผลิตยางก้อนลดลง 0.29, 24.41 และ 43.66 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ สำหรับเปอร์เซ็นต์ผลผลิตยางก้อนในหน่วยกรัมต่อตันต่อครั้งกรี๊ด พบว่า การใช้ระบบกรี๊ดร่วมกับการกระตุ้นด้วยเอทิลีนชนิดอูปกรณ์ริมไฟล์ (T4) อูปกรณ์ดับเบิลเท็กซ์ (T6) อูปกรณ์เลข (T5) และ การใช้ระบบกรี๊ดร่วมกับการกระตุ้นด้วยเอทิลีฟอน (T3) ให้ผลผลิตยางก้อนเพิ่มขึ้น 74.89, 69.32, 62.38 และ 23.09 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ขณะที่การใช้ระบบกรี๊ดแบบรอยกรี๊ดสั้น (T2) ให้ผลผลิตยางก้อนลดลง 8.24 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเปรียบเทียบกับระบบกรี๊ดแบบที่เกษตรกรกรใช้ (T1) (ตารางที่ 2)

ตารางที่ 2 เปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์ผลผลิตยางก้อน ในหน่วยกรัมต่อตันและกรัมต่อตันต่อครั้งกรี๊ดของระบบกรี๊ด 6 สิ่งทดลอง ตั้งแต่เดือนกันยายน 2553 ถึงเดือนมีนาคม 2555

สิ่งทดลอง	กรัมต่อตัน	เปอร์เซ็นต์	กรัมต่อตันต่อครั้งกรี๊ด	เปอร์เซ็นต์
T1 : S/3 2d/3 6d/7	2966.58 ^a	100 ^A	52.05 ^c	100 ^A
T2 : S/6 d3 6d/7	1671.63 ^c	56.34	47.76 ^c	91.76
T3 : S/6 d3 6d/7, ET2.5% Pa 1(2) 12/y (m)	2242.60 ^b	75.59	64.07 ^b	123.09
T4 : S/6 d3 6d/7, ETG99% RRIMFLOW -60- 36/y (9d)	3186.05 ^a	107.39	91.03 ^a	174.89
T5 : S/6 d3 6d/7, ETG60% LET -40- 48/y (6d)	2958.10 ^a	99.71	84.52 ^a	162.38
T6 : S/6 d3 6d/7, ETG99% Double Tex -60- 36/y (9d)	3084.55 ^b	103.98	88.13 ^a	169.32
F-test	**		*	
C.V. (%)	24.90		26.08	

หมายเหตุ : ^A สิ่งทดลองควบคุม (T1: S/3 2d/3 6d/7) เท่ากับ 100 เปอร์เซ็นต์

** มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ $P \leq 0.01$

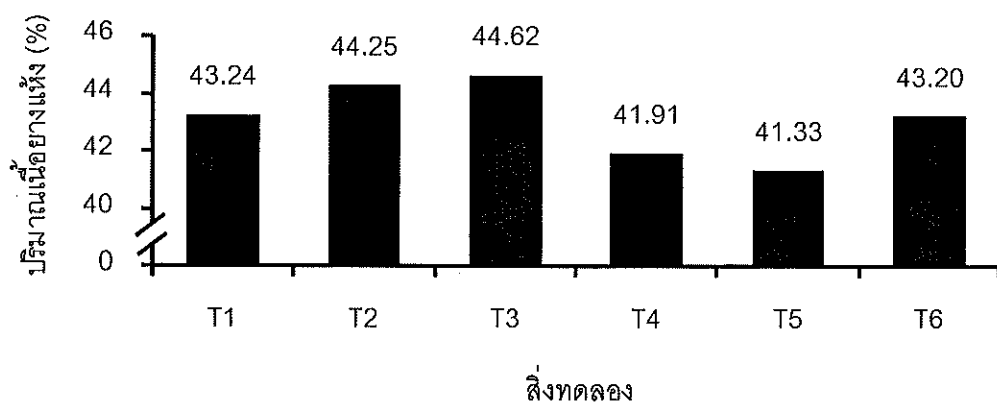
* มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ $P \leq 0.05$

ค่าเฉลี่ยที่กำกับด้วยตัวอักษรที่ต่างกันในแต่ละสดมภ์มีความแตกต่างกันทางสถิติเมื่อตรวจสอบด้วยวิธี DMRT

3.3 ปริมาณเนื้อยางแห้ง

การใช้ระบบกรี๊ด 6 ระบบกรี๊ด ในการทดลองพบว่า ปริมาณเนื้อยางแห้งเฉลี่ยไม่มีความแตกต่างทางสถิติ การใช้ระบบกรี๊ดร่วมกับการกระตุ้นด้วยเอทิลีฟอน ความเข้มข้น 2.5 เปอร์เซ็นต์ (T3) ให้ปริมาณเนื้อยางแห้งเฉลี่ยสูงสุดคือ 44.62 เปอร์เซ็นต์ ขณะที่การใช้ระบบกรี๊ดร่วมกับการกระตุ้นด้วยเอทิลีนชนิดอูปกรณ์เลข (T5) ให้ปริมาณเนื้อยางแห้งเฉลี่ยต่ำสุดคือ 41.33 เปอร์เซ็นต์

อย่างไรก็ตาม การใช้ระบบกรีตร่วมกับการกระตุ้นด้วยเอทิสีนาชนิดอุปกรณรีมโพล์ (T4) อุปกรณ์เลข (T5) และอุปกรณ์ดับเบิลเท็กซ์ (T6) ให้ปริมาณเนื้อยางแห้งเฉลี่ยต่ำกว่า การใช้ระบบกรีตแบบที่เกษตรกรใช้ (T1) และระบบกรีตที่ได้รับการกระตุ้นด้วยเอทธิฟอน ความเข้มข้น 2.5 เปอร์เซ็นต์ ขณะที่ การใช้ระบบกรีตร่วมกับการกระตุ้นด้วยเอทิสีนาชนิดอุปกรณ์ดับเบิลเท็กซ์ (T6) ให้ปริมาณเนื้อยางแห้งเฉลี่ยสูงกว่าการกระตุ้นด้วยเอทิสีนาชนิดอุปกรณรีมโพล์ (T4) และอุปกรณ์เลข (T5) ตามลำดับ (ภาพที่ 7)



T1 = S/3 2d/3 6d/7

T2 = S/6 d3 6d/7

T3 = S/6 d3 6d/7. ET2.5% Pa 1(2) 12/y (m)

T4 = S/6 d3 6d/7. ETG99% RRIMFLOW -60- 36/y (9d)

T5 = S/6 d3 6d/7. ETG60% LET -40- 48/y (6d)

T6 = S/6 d3 6d/7. ETG99% Double Tex -60- 36/y (9d)

ภาพที่ 7 ปริมาณเนื้อยางแห้งเฉลี่ย (เปอร์เซ็นต์) ของระบบกรีต 6 สิ่งทดลอง ตั้งแต่เดือนกันยายน 2553 ถึงเดือนมีนาคม 2555

3.4 ความสิ้นเปลืองเปลือก

ความสิ้นเปลืองเปลือกของระบบกรีต 6 สิ่งทดลอง พบว่า การใช้ระบบกรีตแบบที่เกษตรกรใช้ (T1) มีความสิ้นเปลืองเปลือกสูงสุด 20.21 เซนติเมตร รองลงมาคือ การใช้ระบบกรีตแบบ T5, T4, T6, T2 และ T3 ซึ่งมีความสิ้นเปลืองเปลือก 19.06, 18.59, 18.54, 18.46 และ 18.24 เซนติเมตร ตามลำดับ มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ (ตารางที่ 3)

ตารางที่ 3 ความสิ้นเปลืองเปลือก (เซนติเมตร) ของระบบกรีต 6 สิ่งทดลอง ตั้งแต่เดือนกันยายน 2553 ถึงเดือนมีนาคม 2555

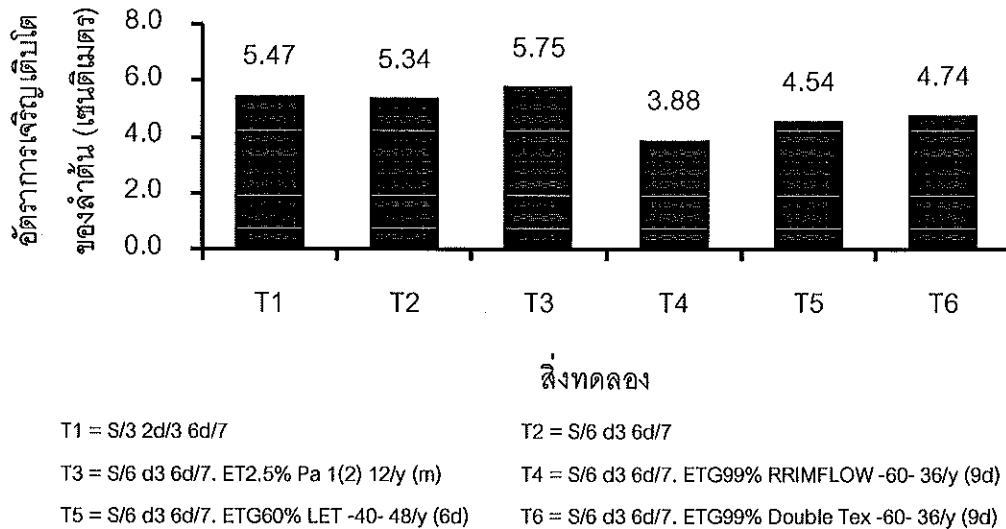
สิ่งทดลอง	ความสิ้นเปลืองเปลือก (เซนติเมตร)
T1: S/3 2d/3 6d/7	20.21 ^a
T2: S/6 d3 6d/7	18.46 ^b
T3: S/6 d3 6d/7. ET2.5% Pa 1(2) 12/y (m)	18.24 ^b
T4: S/6 d3 6d/7. ETG99% RRIMFLOW -60- 36/y (9d)	18.59 ^b
T5: S/6 d3 6d/7. ETG60% LET -40- 48/y (6d)	19.06 ^b
T6: S/6 d3 6d/7. ETG99% Double Tex -60- 36/y (9d)	18.54 ^b
F-test	**
C.V. (%)	8.66

หมายเหตุ: ** มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ $P \leq 0.01$

ค่าเฉลี่ยที่กำกับด้วยตัวอักษรที่ต่างกันในแต่ละสดมภ์มีความแตกต่างกันทางสถิติเมื่อตรวจสอบด้วยวิธี DMRT

3.5 การเจริญเติบโต

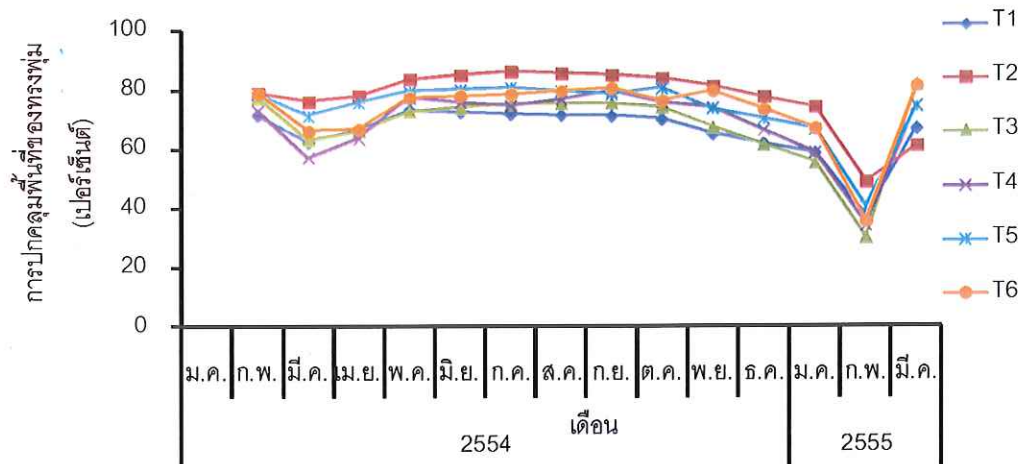
อัตราการเจริญเติบโตของลำต้นยางพารา 6 ระบบกรีต ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบกับการใช้ระบบกรีตแบบที่เกษตรกรใช้ (T1) การใช้ระบบกรีตร่วมกับการกระตุ้นด้วยเอทิลีนชนิดอูปกรณ์ริมไฟล์ (T4) อูปกรณ์เลท (T5) และอูปกรณ์ดับเบิลเท็กซ์ (T6) ให้อัตราการเจริญเติบโตของลำต้นต่ำกว่า การใช้ระบบกรีตร่วมกับการกระตุ้นด้วยเอทิลีน ความเข้มข้น 2.5 เปอร์เซ็นต์ ให้อัตราการเจริญเติบโตของลำต้นสูงกว่าแต่ไม่แตกต่างกันทางสถิติ (ภาพที่ 8)



ภาพที่ 8 อัตราการเจริญเติบโตของลำต้น (เซนติเมตร) ของระบบกรีด 6 สิ่งทดลอง ตั้งแต่เดือนกันยายน 2553 ถึงเดือนมีนาคม 2555

3.6 การร่วงของใบ

การศึกษาเปอร์เซ็นต์การปกคลุมพื้นที่ของทรงพุ่มยางพาราที่ใช้ระบบกรีด 6 สิ่งทดลอง เพื่อตรวจสอบการร่วงของใบ พบว่า ทุกระบบกรีดให้เปอร์เซ็นต์การปกคลุมพื้นที่ของทรงพุ่มลดลงในช่วงเดือนกุมภาพันธ์ถึงเดือนมีนาคม ซึ่งตรงกับช่วงของการผลัดใบของยางพารา และมีเปอร์เซ็นต์การปกคลุมพื้นที่ของทรงพุ่มเพิ่มขึ้นอีกครั้งตั้งแต่เดือนเมษายน ซึ่งตรงกับช่วงของการแตกใบอ่อนชุดใหม่อีกครั้ง นอกจากนี้พบว่า การใช้ระบบกรีดแบบรอยกรีดสั้นและไม่ได้รับการกระตุ้น (T2) มีเปอร์เซ็นต์การปกคลุมพื้นที่ของทรงพุ่มมากกว่าการใช้ระบบกรีดอื่นๆ ขณะที่การใช้ระบบกรีดร่วมกับการกระตุ้นด้วยเอทิลีนชนิดอุปกรณ์ริมไฟล์ ชนิดอุปกรณ์เลท และชนิดอุปกรณ์ดับเบิลเท็กซ์ มีแนวโน้มของเปอร์เซ็นต์การปกคลุมพื้นที่ของทรงพุ่มมากกว่าการใช้ระบบกรีดแบบที่เกษตรกรใช้ สำหรับการกรีดร่วมกับการกระตุ้นด้วยเอทิลีน มีแนวโน้มของเปอร์เซ็นต์การปกคลุมพื้นที่ของทรงพุ่มใกล้เคียงกับระบบกรีดแบบที่เกษตรกรใช้ (ภาพที่ 9)



T1 = S/3 2d/3 6d/7

T2 = S/6 d3 6d/7

T3 = S/6 d3 6d/7. ET2.5% Pa 1(2) 12/y (m)

T4 = S/6 d3 6d/7. ETG99% RRIMFLOW -60- 36/y (9d)

T5 = S/6 d3 6d/7. ETG60% LET -40- 48/y (6d)

T6 = S/6 d3 6d/7. ETG99% Double Tex -60- 36/y (9d)

ภาพที่ 9 การปกคลุมพื้นที่ของทรงพุ่ม (เปอร์เซ็นต์) ของระบบกรีด 6 สิ่งทดลอง ตั้งแต่เดือน
กุมภาพันธ์ 2554 ถึงเดือนมีนาคม 2555

3.7 องค์ประกอบทางชีวเคมีของน้ำยาง

วิเคราะห์องค์ประกอบทางชีวเคมีของน้ำยางโดยทำการศึกษาปริมาณเนื้อยางแห้ง ปริมาณซูโครส ปริมาณอินนินทรีย์ฟอสฟอรัส และปริมาณไฮออก

3.7.1 ปริมาณเนื้อยางแห้ง

ปริมาณเนื้อยางแห้งเฉลี่ยที่ได้จากการวิเคราะห์องค์ประกอบทางชีวเคมีของน้ำยางโดยใช้วิธีเจาะบริเวณเปลือกต้นยางและใช้หลอดนำน้ำยาง เก็บน้ำยางจำนวน 10 หยดต่อต้นของระบบกรีด 6 สิ่งทดลอง พบว่า มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ โดยการใช้ระบบกรีดแบบ T2 ให้ปริมาณเนื้อยางแห้งเฉลี่ยสูงสุดคือ 52.34 เปอร์เซ็นต์ และการใช้ระบบกรีดร่วมกับการกระตุ้นด้วยเอทิลีนชนิดอนุกรมดับเบิลเท็กซ์ (T6) ให้ปริมาณเนื้อยางแห้งเฉลี่ยต่ำสุดคือ 46.48 เปอร์เซ็นต์ อย่างไรก็ตาม การใช้ระบบกรีดแบบที่เกษตรกรใช้ (T1) ให้ปริมาณเนื้อยางแห้งสูงกว่าการใช้ระบบกรีดร่วมกับการกระตุ้นด้วยเอทิลีนและเอทิลีน การใช้ระบบกรีดร่วมกับการกระตุ้นด้วยเอทิลีนความเข้มข้น 2.5 เปอร์เซ็นต์ (T3) ให้ปริมาณเนื้อยางแห้งใกล้เคียงกับการใช้ระบบ

กรีดร่วมกับการกระตุ้นด้วยเอทิลีนซินชนิดอุปกรณรีมโฟล์ (T4) อุปกรณ์เลท (T5) และดับเบิลเท็กซ์ (T6) (ตารางที่ 4)

ตารางที่ 4 ปริมาณเนื้อยางแห้งเฉลี่ย (เปอร์เซ็นต์) จากการวิเคราะห์น้ำยางของระบบกรีด 6 สิ่งทดลอง ตั้งแต่เดือนกันยายน 2553 ถึงเดือนมีนาคม 2555

สิ่งทดลอง	ปริมาณเนื้อยางแห้ง (%)
T1: S/3 2d/3 6d/7	50.78 ^{ab}
T2: S/6 d3 6d/7	52.34 ^a
T3: S/6 d3 6d/7. ET2.5% Pa 1(2) 12/y (m)	49.07 ^{abc}
T4: S/6 d3 6d/7. ETG99% RRIMFLOW -60- 36/y (9d)	49.77 ^{abc}
T5: S/6 d3 6d/7. ETG60% LET -40- 48/y (6d)	48.19 ^{bc}
T6: S/6 d3 6d/7. ETG99% Double Tex -60- 36/y (9d)	46.48 ^c
F-Test	*
C.V. (%)	4.79

หมายเหตุ: * มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ $P \leq 0.05$

ค่าเฉลี่ยที่กำกับด้วยตัวอักษรที่แตกต่างกันในแต่ละสดมภ์มีความแตกต่างกันทางสถิติเมื่อตรวจสอบด้วยวิธี DMRT

3.7.2 ปริมาณซูโครส

การเปลี่ยนแปลงของปริมาณซูโครสในน้ำยางของระบบกรีด 6 สิ่งทดลอง พบว่า ปี 2553 ในเดือนกันยายน และตุลาคม ทุกระบบกรีดมีปริมาณซูโครสใกล้เคียงกันไม่มีความแตกต่างทางสถิติ สำหรับปี 2554 พบว่า ในเดือนมีนาคม กันยายน และตุลาคม ทุกระบบกรีดมีปริมาณซูโครสแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ยกเว้นเดือนกรกฎาคมและพฤศจิกายน และปี 2555 ในเดือนมกราคมและ มีนาคม ทุกระบบกรีดมีปริมาณซูโครสแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ยกเว้นเดือนกุมภาพันธ์ นอกจากนี้ พบว่าการใช้ระบบกรีดแบบที่เกษตรกรกรใช้ (T1) การใช้ระบบกรีดแบบ T2 การใช้ระบบกรีดร่วมกับการกระตุ้นด้วยเอทิลีนความเข้มข้น 2.5 เปอร์เซ็นต์ (T3) การใช้ระบบกรีดร่วมกับการกระตุ้นด้วยเอทิลีนซินชนิดอุปกรณรีมโฟล์ (T4) อุปกรณ์เลท (T5) และอุปกรณดับเบิลเท็กซ์ (T6) มีแนวโน้มของปริมาณซูโครสไปในทิศทางเดียวกันคือ มีปริมาณซูโครสเพิ่มขึ้นในเดือนตุลาคม 2553 ถึงมีนาคม 2554 และเริ่มลดลงในเดือนกรกฎาคมถึงพฤศจิกายน 2554 หลังจากนั้นกลับพบว่าปริมาณซูโครสเพิ่มขึ้นอีกครั้งในเดือนมกราคมและ

ลดลงในเดือนกุมภาพันธ์ถึงมีนาคม 2555 อย่างไรก็ตาม พบว่าการใช้ระบบกรีตร่วมกับการกระตุ้นด้วยเอทิลีนชนิดออปทอนริมโฟล์ (T4) ออปทอนเลท (T5) และออปทอนดับเบิลเท็กซ์ (T6) มีปริมาณซูโครสสูงกว่าการใช้ระบบกรีตแบบที่เกษตรกรกรใช้ (T1) ในเดือนมีนาคมและกันยายน 2554 ดังแสดงในตารางที่ 5

ตารางที่ 5 ปริมาณซูโครส (มิลลิโมล/ลิตร) ในน้ำยางพาราของระบบกรีต 6 สิ่งทดลอง ตั้งแต่เดือนกันยายน 2553 ถึงเดือนมีนาคม 2555

สิ่งทดลอง	ปริมาณซูโครส (มิลลิโมล/ลิตร)									
	เดือน									
	2553		2554					2555		
ก.ย.	ต.ค.	มี.ค.	ก.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	
T1	7.14	12.44	17.43 ^b	11.18	7.35 ^c	6.10 ^{ab}	5.69	16.76 ^a	7.57	6.00 ^{ab}
T2	6.73	12.64	14.24 ^b	10.31	9.38 ^{bc}	7.83 ^a	6.17	13.44 ^{ab}	8.41	6.88 ^{ab}
T3	7.26	12.44	20.13 ^b	10.78	9.07 ^{bc}	6.72 ^{ab}	4.90	14.62 ^{ab}	5.64	6.59 ^{ab}
T4	7.08	11.12	21.06 ^{ab}	9.31	18.58 ^a	5.02 ^{ab}	4.81	10.52 ^b	7.00	7.35 ^a
T5	7.61	12.72	19.12 ^b	9.73	15.06 ^{ab}	5.08 ^{ab}	4.79	12.13 ^{ab}	6.99	3.16 ^b
T6	10.27	14.88	27.14 ^a	8.54	16.42 ^{ab}	4.30 ^b	3.68	17.82 ^a	6.15	3.45 ^b
F-Test	ns	ns	*	ns	**	**	ns	**	ns	**
C.V. (%)	30.60	21.98	20.45	33.26	27.16	24.89	36.74	18.85	39.73	30.97

T1 = S/3 2d/3 6d/7

T2 = S/6 d3 6d/7

T3 = S/6 d3 6d/7. ET2.5% Pa 1(2) 12/y (m)

T4 = S/6 d3 6d/7. ETG99% RRIMFLOW -60- 36/y (9d)

T5 = S/6 d3 6d/7. ETG60% LET -40- 48/y (6d)

T6 = S/6 d3 6d/7. ETG99% Double Tex -60- 36/y (9d)

หมายเหตุ: ** มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ $P \leq 0.01$

* มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ $P \leq 0.05$

ns ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

ค่าเฉลี่ยที่กำกับด้วยตัวอักษรที่แตกต่างกันในแต่ละสดมภ์มีความแตกต่างกันทางสถิติเมื่อตรวจสอบด้วยวิธี DMRT

3.7.3 ปริมาณอนินทรีย์ฟอสฟอรัส

ปริมาณอนินทรีย์ฟอสฟอรัสในน้ำยาง ของระบบกรีต 6 สิ่งทดลอง พบว่า ปี 2553 ในเดือนกันยายน และตุลาคม ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ สำหรับปี 2554 พบว่าในเดือนมีนาคม กรกฎาคม และกันยายน ทุกระบบกรีตมีปริมาณอนินทรีย์ฟอสฟอรัสแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ยกเว้นเดือนตุลาคมและพฤศจิกายน และปี 2555 ในเดือนมกราคมและมีนาคม ทุกระบบกรีตมีปริมาณอนินทรีย์ฟอสฟอรัสแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ยกเว้นเดือน

คุณภาพพันธ์ นอกจากนี้ พบว่า ปริมาณอนินทรีย์ฟอสฟอรัสของทุกระบบกรีตมีการเปลี่ยนแปลงในแต่ละเดือน อย่างไรก็ตาม การใช้ระบบกรีตร่วมกับการกระตุ้นด้วยเอทธิลีนซินิดอูปกรณ์ริมโพล (T4) อูปกรณ์เลท (T5) และอูปกรณ์ดับเบิลเท็กซ์ (T6) มีแนวโน้มของปริมาณอนินทรีย์ฟอสฟอรัสสูงกว่าการใช้ระบบกรีตแบบที่เกษตรกรกรใช้ (T1) ขณะที่การใช้ระบบกรีตแบบ T2 และการใช้ระบบกรีตร่วมกับการใช้เอทธิลีนซินิดอูปกรณ์ริมโพล 2.5 เปอร์เซ็นต์ (T3) มีแนวโน้มของปริมาณอนินทรีย์ฟอสฟอรัสต่ำกว่าการใช้ระบบกรีตแบบที่เกษตรกรกรใช้ (T1) ดังแสดงในตารางที่ 6

ตารางที่ 6 ปริมาณอนินทรีย์ฟอสฟอรัส (มิลลิโมล/ลิตร) ของระบบกรีต 6 สิ่งทดลอง ตั้งแต่เดือนกันยายน 2553 ถึงเดือนมีนาคม 2555

สิ่งทดลอง	ปริมาณอนินทรีย์ฟอสฟอรัส (มิลลิโมล/ลิตร)									
	เดือน									
	2553		2554					2555		
	ก.ย.	ต.ค.	มี.ค.	ก.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.
T1	13.60	11.34	17.16 ^a	7.99 ^{ab}	8.32 ^{bc}	9.79	18.15	9.48 ^b	7.69	6.94 ^b
T2	12.14	9.89	12.15 ^b	3.44 ^b	5.11 ^c	7.30	11.43	12.77 ^{ab}	4.27	10.62 ^{ab}
T3	11.96	11.92	13.58 ^{ab}	6.03 ^b	8.14 ^{bc}	4.75	13.87	11.02 ^b	11.45	10.86 ^{ab}
T4	13.43	9.54	12.16 ^b	13.20 ^a	17.14 ^a	6.37	17.05	15.02 ^a	16.17	13.98 ^{ab}
T5	13.73	9.29	8.81 ^b	9.14 ^{ab}	9.48 ^{bc}	6.00	16.49	10.51 ^b	16.83	19.51 ^a
T6	16.43	9.01	10.64 ^b	10.11 ^{ab}	13.12 ^{ab}	5.60	14.50	13.32 ^{ab}	12.01	16.56 ^a
F-Test	ns	ns	**	**	**	ns	ns	*	ns	*
C.V. (%)	32.63	28.64	15.75	32.20	25.93	38.54	23.63	20.05	39.21	39.61

T1 = S/3 2d/3 6d/7

T2 = S/6 d3 6d/7

T3 = S/6 d3 6d/7, ET2.5% Pa 1(2) 12/y (m)

T4 = S/6 d3 6d/7, ETG99% RRIMFLOW -60- 36/y (9d)

T5 = S/6 d3 6d/7, ETG60% LET -40- 48/y (6d)

T6 = S/6 d3 6d/7, ETG99% Double Tex -60- 36/y (9d)

หมายเหตุ: ** มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ $P \leq 0.01$

* มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ $P \leq 0.05$

ns ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

ค่าเฉลี่ยที่กำกับด้วยตัวอักษรที่ต่างกันในแต่ละสตรมมีความแตกต่างกันทางสถิติเมื่อตรวจสอบด้วยวิธี DMRT

3.7.4 ปริมาณไรฮอล

ปริมาณไรฮอลในน้ำยางของระบบกรีต 6 สิ่งทดลอง พบว่า ปี 2553 ในเดือนกันยายนทุกระบบกรีตมีปริมาณไรฮอลแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ยกเว้นเดือนตุลาคม สำหรับปี 2554 พบว่า ในเดือนมีนาคมและตุลาคม ทุกระบบกรีตมีปริมาณไรฮอลแตกต่างกันทาง

สถิติอย่างมีนัยสำคัญ ยกเว้นเดือนกรกฎาคม กันยายนและพฤศจิกายน และปี 2555 พบว่า ในเดือนมกราคมทุกระบบกรีตมีปริมาณไธออลแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ยกเว้นเดือนกุมภาพันธ์และมีนาคม นอกจากนี้พบว่าการใช้ระบบกรีตร่วมกับการกระตุ้นด้วยเอทธิฟอนความเข้มข้น 2.5 เปอร์เซ็นต์ (T3) และการใช้ระบบกรีตร่วมกับการกระตุ้นด้วยเอทธิลีนซินชนิดอุปกรณ์ริมโพลี (T4) อุปกรณ์โลหะ (T5) และอุปกรณ์ดับเบิลเท็กซ์ (T6) มีแนวโน้มของปริมาณไธออลต่ำกว่าการใช้ระบบกรีตแบบที่เกษตรกรใช้ (T1) ดังแสดงในตารางที่ 7

ตารางที่ 7 ปริมาณไธออล (มิลลิโมล/ลิตร) ของระบบกรีต 6 สิ่งทดลอง ตั้งแต่เดือนกันยายน 2553 ถึงเดือนมีนาคม 2555

สิ่งทดลอง	ปริมาณไธออล (มิลลิโมล/ลิตร)									
	เดือน									
	2553		2554					2555		
	ก.ย.	ต.ค.	มี.ค.	ก.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.
T1	0.16 ^{ab}	0.21	0.15 ^b	0.36	0.24	0.48 ^{ab}	0.77	0.18 ^b	0.39	0.35
T2	0.28 ^a	0.22	0.08 ^b	0.35	0.27	0.34 ^{bc}	0.76	0.30 ^a	0.23	0.19
T3	0.28 ^a	0.23	0.20 ^{ab}	0.39	0.20	0.51 ^a	0.59	0.13 ^b	0.27	0.31
T4	0.07 ^b	0.22	0.20 ^{ab}	0.30	0.10	0.44 ^{ab}	0.70	0.33 ^a	0.28	0.44
T5	0.11 ^b	0.23	0.15 ^b	0.29	0.21	0.45 ^{ab}	0.62	0.10 ^b	0.15	0.24
T6	0.13 ^b	0.22	0.31 ^a	0.30	0.14	0.26 ^c	0.61	0.17 ^b	0.22	0.38
F-Test	**	ns	*	ns	ns	**	ns	**	ns	ns
C.V. (%)	30.03	35.30	36.72	23.32	32.44	16.71	23.31	18.25	34.54	39.51

T1 = S/3 2d/3 6d/7

T2 = S/6 d3 6d/7

T3 = S/6 d3 6d/7. ET2.5% Pa 1(2) 12/y (m)

T4 = S/6 d3 6d/7. ETG99% RRIMFLOW -60- 36/y (9d)

T5 = S/6 d3 6d/7. ETG60% LET -40- 48/y (6d)

T6 = S/6 d3 6d/7. ETG99% Double Tex -60- 36/y (9d)

หมายเหตุ: ** มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ $P \leq 0.01$

* มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ $P \leq 0.05$

ns ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

ค่าเฉลี่ยที่กำกับด้วยตัวอักษรที่แตกต่างกันในแต่ละสทมภ์มีความแตกต่างกันทางสถิติเมื่อตรวจสอบด้วยวิธี DMRT

บทที่ 4

วิจารณ์

4.1 ข้อมูลสภาพอากาศ

สภาพอากาศระหว่างการทดลองในปี 2553 เริ่มมีปริมาณฝนตกในเดือนตุลาคม ทำให้เกิดน้ำท่วมช่วงเดือนพฤศจิกายนถึงต้นปี 2554 คือเดือนมกราคมในพื้นที่การทดลอง และพบว่าในฤดูแล้งในเดือนมีนาคมของปี 2554 เริ่มมีฝนตกต่อเนื่องจนถึงปลายปีโดยมีปริมาณฝนตกมากในเดือนพฤศจิกายนถึงต้นปี 2555 คือเดือนมกราคมอีกครั้ง สำหรับอุณหภูมิสูงสุด-ต่ำสุดในแต่ละเดือนมีค่าใกล้เคียงกัน ผลของการเปลี่ยนแปลงของสภาพอากาศในครั้งนี้ ทำให้ช่วงแล้งของยางพาราลดลง เกิดโรคในยางพาราโดยเฉพาะ โรคราแป้ง ที่ระบาดได้ง่ายในช่วงที่มีการแตกใบอ่อนของยางพารา นอกจากนี้อาจส่งผลกระทบต่อการผลิตใบของยางพาราแบบไม่แน่นอน เนื่องจากปริมาณฝนที่เพิ่มขึ้นทำให้การแตกใบอ่อนของยางพาราได้รับความเสียหายได้ง่ายและอาจส่งผลกระทบต่อเนื่องต่อการเปิดกรีดในรอบถัดไป รวมถึงมีผลกระทบโดยตรงกับจำนวนวันกรีดยางที่ลดลงจากจำนวนวันกรีดที่กำหนดไว้ ซึ่งทำให้ผลผลิตยางพาราลดลง ส่งผลกระทบต่อรายได้ของเกษตรกรด้วย

4.2 ข้อมูลผลผลิตยางพารา

การศึกษามลกระทบของการใช้แก๊สเอทธิลีนในยางพารา อายุ 9 ปี ตั้งแต่เดือนกันยายน 2553 ถึงเดือนมีนาคม 2555 ในระบบกรีด 6 สิ่งทดลอง คือ ระบบกรีดแบบที่เกษตรกรใช้ (T1) ระบบกรีดแบบรอยกรีดสั้น (T2) ระบบกรีดร่วมกับการใช้เอทธิฟอน (T3) ระบบกรีดร่วมกับการใช้เอทธิลีน ชนิดอุปกรณ์ริมไฟล์ (T4) ระบบกรีดร่วมกับการใช้เอทธิลีน ชนิดอุปกรณ์เลท (T5) และระบบกรีดร่วมกับการใช้แก๊สเอทธิลีน ชนิดอุปกรณ์ดับเบิลเท็กซ์ (T6) พบว่า ผลผลิตยางพาราทุกระบบกรีดมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ระบบกรีดร่วมกับการใช้เอทธิลีน ชนิดอุปกรณ์ริมไฟล์ ชนิดอุปกรณ์เลท และชนิดอุปกรณ์ดับเบิลเท็กซ์ ให้ปริมาณผลผลิตยางก้อนสะสม (กรัมต่อต้น) สูงกว่าระบบกรีดร่วมกับการใช้เอทธิฟอนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เพราะว่าการใช้เอทธิลีน ร่วมกับเอทธิลีน ทุกชนิดอุปกรณ์ ให้ปริมาณผลผลิตยางก้อนเฉลี่ย (กรัมต่อต้นต่อครั้งกรีด) สูงกว่าระบบกรีดร่วมกับการใช้เอทธิฟอน ในขณะที่มีจำนวนวันกรีดจริงเท่ากัน พิเศษ และคณะ (2546ข) รายงานว่า เอทธิลีนในรูปของแก๊สมีผลต่อผลผลิตเฉลี่ยมากกว่าการใช้เอทธิลีนใน

รูปของสารเคมีเร่งน้ำยาง นอกจากนี้ เมื่อเปรียบเทียบระบบกรีตแบบที่เกษตรกรใช้ พบว่า ระบบกรีตร่วมกับการใช้เอทิลีน ทุกชนิดอุปกรณ์ ให้ปริมาณผลผลิตยางก้อนสะสมไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ อย่างไรก็ตาม ระบบกรีตร่วมกับการใช้เอทธิฟอนให้ปริมาณผลผลิตยางก้อนสะสมต่ำกว่าอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เหตุที่เป็นเช่นนี้เพราะจำนวนวันกรีตจริงต่างกัน ระบบกรีตแบบที่เกษตรกรใช้มีจำนวนวันกรีตจริง 57 วัน ในขณะที่ระบบกรีตร่วมกับการใช้เอทธิฟอนและเอทิลีนมีจำนวนวันกรีตจริง 35 วัน หรือมีวันกรีตจริงลดลง 38.6 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเปรียบเทียบระบบกรีตแบบที่เกษตรกรใช้ เป็นผลให้ระบบกรีตร่วมกับการใช้เอทิลีน ทุกชนิดอุปกรณ์ให้ผลผลิตยางก้อนสะสมไม่แตกต่างกันมากนัก แม้ว่าผลผลิตยางก้อนเฉลี่ยของระบบกรีตร่วมกับการใช้เอทิลีน ชนิดอุปกรณ์ริมไฟล์ ชนิดอุปกรณ์เลท และชนิดอุปกรณ์ดับเบิลเท็กซ์ สูงกว่าระบบกรีตแบบที่เกษตรกรใช้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติก็ตาม และสาเหตุที่ทำให้ระบบกรีตร่วมกับการใช้เอทธิฟอนให้ปริมาณผลผลิตยางก้อนสะสมน้อยกว่าระบบกรีตแบบที่เกษตรกรใช้นอกจากจำนวนวันกรีตที่ลดลงแล้ว ผลผลิตยางก้อนเฉลี่ยมีความแตกต่างกันน้อยมาก ทำให้ผลผลิตยางก้อนสะสมต่อตันต่ำ

จากรายงานของ พิซิต (2545) พบว่า การใช้สารเคมีเร่งน้ำยางบางระยะในต้นยางพันธุ์ GT1 อายุ 19 ปี โดยใช้ระบบกรีตแบบ S/2 d2 ร่วมกับการใช้สารเคมีเร่งน้ำยางความเข้มข้น 2.5 เปอร์เซ็นต์ จำนวน 8 ครั้งต่อปี ให้ผลผลิตสะสมและผลผลิตเฉลี่ยมากที่สุด คือ 21.84 กิโลกรัมต่อตัน และ 40.52 กรัมต่อตันต่อครั้งกรีต ตามลำดับ มากกว่าระบบควบคุม 52 เปอร์เซ็นต์ แสดงว่าการใช้สารเคมีเร่งน้ำยางความเข้มข้น 2.5 เปอร์เซ็นต์กับต้นยางพาราที่อายุมากกว่า 15 ปีขึ้นไป มีความเหมาะสมมากกว่าต้นยางพาราเริ่มเปิดกรีต เพราะทำให้ได้ผลผลิตน้ำยางเพิ่มขึ้น นอกจากนี้ พิซิต และคณะ (2546) ยังรายงานอีกว่า การใช้ระบบกรีตแบบ S/2 d3 ร่วมกับการใช้สารเร่งน้ำยางเอทธิฟอนความเข้มข้น 2.5 เปอร์เซ็นต์ ในยางพาราพันธุ์ RRIM 600 ให้ผลผลิตเฉลี่ยสูง 78.65 กรัมต่อตันต่อครั้งกรีต และผลผลิตสะสม 25.17 กิโลกรัมต่อตัน มีค่าปริมาณเนื้อยางแห้ง 41.20 เปอร์เซ็นต์

4.3 ปริมาณเนื้อยางแห้ง

การหาเปอร์เซ็นต์ปริมาณเนื้อยางแห้งในน้ำยางของระบบกรีต 6 สิ่งทดลอง พบว่า ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ ระบบกรีตร่วมกับการใช้เอทิลีน ชนิดอุปกรณ์ริมไฟล์ ชนิดอุปกรณ์เลท และชนิดอุปกรณ์ดับเบิลเท็กซ์ ให้เปอร์เซ็นต์ปริมาณเนื้อยางแห้งต่ำกว่าระบบกรีตแบบที่เกษตรกรใช้ ในขณะที่ระบบกรีตร่วมกับการใช้เอทธิฟอนให้เปอร์เซ็นต์ปริมาณเนื้อยางแห้งใกล้เคียงกับระบบ

กรีดแบบที่เกษตรกรกรใช้ เหตุที่เป็นเช่นนี้ เพราะในช่วงที่ทำการทดลองมีการเปลี่ยนแปลงของสภาพอากาศทำให้มีปริมาณน้ำฝนมากขึ้น เมื่อน้ำเอทธิฟอนมาทาบริเวณเปลือกของรอยกรีดในแต่ละเดือนตามที่กำหนด จึงเกิดการชะล้างของสารเอทธิฟอนทำให้ประสิทธิภาพการปล่อยแก๊สเอทธิลีนเข้าสู่ภายในเซลล์ท่อน้ำตาลลดลง ส่งผลให้มีปริมาณเนื้อเยื่อแห้งใกล้เคียงกับระบบกรีดแบบที่เกษตรกรกรใช้ ในขณะที่ Leconte และคณะ (2006) ได้รายงานการใช้สารเคมีเร่งน้ำยางความเข้มข้น 2.5 เปอร์เซ็นต์ ในยางพาราพันธุ์ RRIM 600 อายุ 7.5 ปี โดยใช้ระบบกรีดหนึ่งในสามของลำต้นวันเว้นวัน (S/3 d2) เป็นวิธีการเปรียบเทียบและระบบกรีดหนึ่งในสามของลำต้นวันเว้นวัน (S/3 d2) ร่วมกับการใช้สารเคมีเร่งน้ำยางความเข้มข้น 2.5 เปอร์เซ็นต์ พบว่า การใช้ระบบกรีดหนึ่งในสามของลำต้นวันเว้นวัน จะให้ปริมาณเนื้อเยื่อแห้งและปริมาณของแข็งทั้งหมดสูงกว่าการใช้ระบบกรีดหนึ่งในสามของลำต้นวันเว้นวันร่วมกับการใช้สารเคมีเร่งน้ำยางความเข้มข้น 2.5 เปอร์เซ็นต์ นอกจากนี้ระบบกรีดร่วมกับการใช้เอทธิลีนทุกชนิดอุปกรณ์ ให้เปอร์เซ็นต์ปริมาณเนื้อเยื่อแห้งต่ำกว่าระบบกรีดร่วมกับการใช้เอทธิฟอน ในขณะที่ พิศมัย และคณะ (2546ข) รายงานว่าเอทธิลีนในรูปของสารเคมีเร่งน้ำยางมีผลทำให้ปริมาณเนื้อเยื่อแห้งต่ำกว่าเอทธิลีนในรูปของแก๊ส

4.4 ความสิ้นเปลืองเปลือก

การวัดความสิ้นเปลืองเปลือกของระบบกรีดยางพารา 6 สิ่งทดลอง มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ระบบกรีดแบบที่เกษตรกรกรใช้มีความสิ้นเปลืองเปลือกสูงกว่าระบบกรีดแบบอื่นๆ เพราะวาระบบกรีดแบบที่เกษตรกรกรใช้มีจำนวนวันกรีดจริง 57 วัน ในขณะที่ระบบกรีดแบบอื่นๆ มีจำนวนวันกรีดจริง 35 วัน จำนวนวันกรีดที่เพิ่มขึ้นส่งผลให้มีความสิ้นเปลืองเปลือกมาก แสดงให้เห็นว่าระบบกรีดร่วมกับการใช้เอทธิฟอนและเอทธิลีนสามารถลดความสิ้นเปลืองเปลือกได้มากกว่าระบบกรีดแบบที่เกษตรกรกรใช้ สถาบันวิจัยยาง (2547) ได้รายงานว่ เมื่อเปรียบเทียบความสิ้นเปลืองเปลือกในรอบปีของการกรีดวันเว้นวัน (d2) คือ 100 เปอร์เซ็นต์ การกรีดวันเว้นสองวัน (d3) จะมีความสิ้นเปลืองเปลือก 75 เปอร์เซ็นต์ และการกรีดวันเว้นสามวัน (d4) จะมีความสิ้นเปลืองเปลือก 60 เปอร์เซ็นต์ การกรีดสองวันเว้นวัน (2d/3) จะมีความสิ้นเปลืองเปลือก 140 เปอร์เซ็นต์ การกรีดสามวันเว้นวัน (3d/4) จะมีความสิ้นเปลืองเปลือก 150 เปอร์เซ็นต์ และการกรีดทุกวัน (d1) จะมีความสิ้นเปลืองเปลือกมากถึง 190 เปอร์เซ็นต์ ในขณะที่ Kudaligama และคณะ (2010) รายงานว่า การสูญเสียความสิ้นเปลืองเปลือกน้อยกว่าเป็นประโยชน์ต่อการเพิ่มขึ้นของช่วงอายุและยืดระยะเวลาการโค่นยางได้ รวมถึงเพิ่มระยะเวลาในการสร้างเปลือกงอกใหม่ได้

4.5 การเจริญเติบโต

การเจริญเติบโตของต้นยางพาราอายุ 9 ปี ที่ใช้ระบบกรีต 6 สิ่งทดลอง ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ระบบกรีตร่วมกับการใช้เอทธิลีน ชนิดอุปกรณ์ริมไฟล์ ชนิดอุปกรณ์เลท และชนิดอุปกรณ์ดับเบิลเท็กซ์ มีอัตราการเจริญเติบโตต่ำกว่าระบบกรีตแบบที่เกษตรกรกรใช้ เพราะว่าต้นยางมีการปรับตัวต่อการกระตุ้นด้วยแก๊สเอทธิลีนโดยตรงเพื่อเพิ่มผลผลิตน้ำยาง ทำให้น้ำและธาตุอาหารภายในต้นยางพาราถูกดึงมาชดเชยในกระบวนการสร้างน้ำยาง เพื่อให้สัมพันธ์กับปริมาณผลผลิตน้ำยางที่สูญเสียในแต่ละครั้งกรีต ส่งผลให้อัตราการเจริญเติบโตทางลำต้นน้อยลง ในขณะที่ระบบกรีตร่วมกับการใช้เอทธิลีนมีการเจริญเติบโตใกล้เคียงกันกับระบบกรีตแบบที่เกษตรกรกรใช้ที่เป็นเช่นนี้เพราะการปล่อยแก๊สเอทธิลีนออกมาช้าๆ จากสารเอทธิลีน กอปรกับได้รับผลจากการชะล้างของปริมาณน้ำฝนที่เพิ่มขึ้นในช่วงการทดลอง อาจส่งผลให้การตอบสนองของต้นยางพาราต่อการกระตุ้นด้วยสารเอทธิลีนลดลง ซึ่งทำให้ต้นยางพาราอาจอยู่ในสภาพที่ใกล้เคียงกับต้นยางพาราที่ไม่ได้รับการกระตุ้น ทำให้มีอัตราการเจริญเติบโตใกล้เคียงกันกับระบบกรีตแบบที่เกษตรกรกรใช้

โดยปกติการกรีตยางมีผลทำให้การเจริญเติบโตลดลงตามปริมาณผลผลิตที่เพิ่มขึ้น เพียร์ และคณะ (2546) รายงานว่า การเจริญเติบโตของต้นยางจะต่ำสุดเมื่อต้นยางให้ผลผลิตสูงสุด และเมื่อต้นยางแสดงอาการเปลือกแห้ง ไม่สามารถให้ผลผลิตได้ ทำให้อัตราการเจริญเติบโตของต้นยางสูงขึ้น เพราะต้นยางจะมีการเจริญเติบโตทางสรีรวิทยาเพียงอย่างเดียวโดยไม่จำเป็นต้องใช้ธาตุอาหารและน้ำในกระบวนการสร้างน้ำยาง นอกจากนี้ Silpi และคณะ (2006) รายงานว่า เอทธิลีนไม่มีผลต่ออัตราการเจริญเติบโตของต้นที่เปิดกรีต ความแตกต่างของการเจริญทาง ลำต้นมีผลมาจากความแตกต่างของพื้นที่บริเวณรอบรอยกรีต ซึ่งต้นที่เปิดกรีตจะมีการเจริญเติบโตต่ำกว่าต้นที่ไม่ได้เปิดกรีตอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และต้นที่เปิดกรีตในตำแหน่งสูงกว่าจะเจริญเติบโตมากกว่าต้นที่เปิดกรีตในตำแหน่งต่ำกว่า ส่วน Traore และคณะ (2011) รายงานว่า ต้นยางพาราที่ได้รับการกระตุ้นด้วยเอทธิลีนจะมีอัตราการเจริญเติบโตต่ำกว่าต้นยางพาราที่ไม่ได้รับการกระตุ้นด้วยเอทธิลีน เพราะต้นยางพารามีการตอบสนองต่อการกระตุ้นทั้งด้านความถี่ในการกรีตสูง (over-exploitation) และจำนวนการกระตุ้นด้วยเอทธิลีนต่อปีที่เพิ่มขึ้น (over-stimulation)

4.6 การร่วรงของใบ

การวิเคราะห์การร่วรงของใบ จากการศึกษาเปอร์เซ็นต์การปกคลุมพื้นที่ของทรงพุ่มของระบบกรีด 6 สิ่งทดลอง พบว่า เปอร์เซ็นต์การปกคลุมพื้นที่ของทรงพุ่มทุกระบบกรีดมีปริมาณลดลงในช่วงเดือนกุมภาพันธ์ถึงมีนาคม แสดงให้เห็นว่าต้นยางพารามีการผลัดใบในช่วงเวลาดังกล่าวซึ่งตรงกับช่วงของการผลัดใบของยางพารา และเริ่มมีเปอร์เซ็นต์เพิ่มขึ้นตั้งแต่เดือนเมษายน ตรงกับช่วงของการแตกใบอ่อนชุดใหม่อีกครั้ง ทำให้มีเปอร์เซ็นต์การปกคลุมพื้นที่ของทรงพุ่มเพิ่มขึ้น โดยปกติภาคใต้ตอนล่างเริ่มผลัดใบช่วงเดือนกุมภาพันธ์ และผลัดใบอ่อนช่วงเดือนมีนาคม – เมษายน สำหรับสาเหตุของการผลัดใบของยางพาราเกิดจากการชักนำโดยฤดูกาลที่มีอากาศแห้งแล้ง ซึ่งเป็นผลจากการมีปริมาณน้ำฝนน้อย และอัตราการระเหยของน้ำมีมาก ช่วงของการผลัดใบมีระยะเวลาสั้น หลังจากนั้นก็จะผลัดใบใหม่ขึ้นทันทีก่อนฤดูฝน บางพื้นที่ไม่มีฤดูแล้งโดยเฉพาะทางภาคใต้ จะมีฝนมากและน้อยสลับกัน ทำให้การผลัดใบของยางพารามีลักษณะค่อยๆ ร่วรง และจะร่วรงไม่หมดต้น ทำให้การผลัดใบใหม่ช้า แต่จะส่งผลให้ได้ปริมาณผลผลิตมากกว่า แต่บริเวณที่ยางพาราผลัดใบใหม่ยังไม่เจริญเต็มที่ก่อนฤดูฝนจะทำให้ใบยาวร่วรงครั้งที่ 2 ได้ ซึ่งจะมีผลทำให้ผลผลิตลดลงเป็นระยะเวลายาวนานได้ (Webster and Paardekooper, 1989)

นอกจากนี้พบว่า ต้นยางพาราที่ใช้ระบบกรีดแบบรอยกรีดสั้น มีเปอร์เซ็นต์การปกคลุมพื้นที่ของทรงพุ่มมากกว่าการใช้ระบบกรีดแบบอื่นๆ ในการทดลอง แสดงให้เห็นว่าต้นยางพารามีการพัฒนาทางสรีรวิทยาที่สมบูรณ์มากกว่าระบบกรีดแบบอื่นๆ เนื่องจากได้รับผลกระทบทางด้านระบบกรีดน้อยกว่าและไม่ได้รับการกระตุ้นด้วยเอทธิลีน สำหรับต้นยางพาราที่ใช้ระบบกรีดร่วมกับการใช้เอทธิลีน ชนิดอุปกรณ์ริมไฟล์ อุปกรณ์เลท และอุปกรณ์ดับเบิลเท็กซ์ มีเปอร์เซ็นต์การปกคลุมพื้นที่ของทรงพุ่มมากกว่าระบบกรีดแบบที่เกษตรกรใช้ ที่เป็นเช่นนี้เพราะต้นยางมีการปรับตัวต่อการกระตุ้นเพื่อให้เกิดการพัฒนาทางด้านสรีรวิทยาอย่างเหมาะสม อาจจะทำให้ต้นยางพาราพยายามสร้างใบมากขึ้นเพื่อใช้ในการสังเคราะห์แสง เนื่องจากมีการสูญเสียน้ำอย่างต่อเนื่องกรีดมากกว่าต้นยางพาราที่ใช้ระบบกรีดแบบที่เกษตรกรใช้ นอกจากนี้การเจริญเติบโต และพัฒนาของใบที่ออกใหม่นั้นต้องการธาตุอาหารและพลังงานสูง (พัชรภรณ์, 2552)

4.7 องค์ประกอบทางชีวเคมีของน้ำยาง

จากการวิเคราะห์องค์ประกอบทางชีวเคมีของน้ำยาง โดยตรวจสอบวัดปริมาณเนื้อยางแห้งเฉลี่ย ปริมาณซูโครส ปริมาณอนินทรีย์ฟอสฟอรัส และปริมาณไรออล ที่ได้จากการเก็บตัวอย่างน้ำยางจากต้นยางพารา พบว่า ปริมาณเนื้อยางแห้งเฉลี่ยของระบบกรีต 6 สิ่งทดลอง มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ระบบกรีตร่วมกับการใช้เอทธิฟอนและระบบกรีตร่วมกับการใช้เอทธิลีน ชนิดอุปกรณรีมโพล์ ชนิดอุปกรณ์เลท และชนิดอุปกรณ์ดับเบิลเท็กซ์ ให้ปริมาณเนื้อยางแห้งใกล้เคียงกันไม่มีความแตกต่างทางสถิติ แต่ให้ปริมาณเนื้อยางแห้งต่ำกว่าระบบกรีตแบบที่เกษตรกรกรใช้ โดยเอทธิลีนในสารเคมีเร่งน้ำยางมีผลต่อการเร่งการเคลื่อนย้ายซูโครส และกระตุ้นให้เกิดการแพร่กระจายน้ำและโมเลกุลที่มีประจุบวกบางชนิดเข้าไปในเซลล์ท่อน้ำยาง ดังนั้นค่าปริมาณเนื้อยางแห้งที่ลดต่ำลงจึงเกิดจากการเคลื่อนย้ายน้ำเข้าไปในเซลล์ท่อน้ำยาง ทำให้ความหนืดของน้ำยางลดลง และไหลได้นานขึ้น (Lacrotte *et al.*, 1988) นอกจากนี้การเพิ่มขึ้นของน้ำยางส่งผลให้ผลผลิตที่ได้รับต่ำลงไปด้วย เพราะมีรายงานว่า ค่าปริมาณเนื้อยางแห้งมีอิทธิพลต่อการไหลของน้ำยาง ถ้าค่าปริมาณเนื้อยางแห้งสูง (50-60 เปอร์เซ็นต์) ส่งผลให้น้ำยางมีความหนืดมาก เป็นสาเหตุให้น้ำยางหยุดไหลเร็วและแข็งตัวที่รอยกรีต แต่อย่างไรก็ตาม ถ้าค่าปริมาณเนื้อยางแห้งต่ำเป็นเหตุให้ผลผลิตที่ได้รับต่ำลงไปด้วย (Riches and Gooding, 1952; เพียวร์ และคณะ, 2546)

ปริมาณซูโครส อนินทรีย์ฟอสฟอรัส และไรออลของน้ำยางมีการเปลี่ยนแปลงผันแปรกันในแต่ละเดือนตามฤดูกาล สอดคล้องกับ Jetro และ Simon (2007) ซึ่งพบว่า ผลของการใช้สารเคมีเร่งน้ำยางต่อผลผลิตและตัวแปรทางสรีรวิทยาของน้ำยางมีความแตกต่างในแต่ละฤดูกาล นอกจากนี้พบว่าระบบกรีตร่วมกับการใช้เอทธิลีน ชนิดอุปกรณรีมโพล์ ชนิดอุปกรณ์เลท และชนิดอุปกรณ์ดับเบิลเท็กซ์ ให้ปริมาณซูโครสต่ำและให้ปริมาณอนินทรีย์ฟอสฟอรัสสูงกว่าระบบกรีตแบบที่เกษตรกรกรใช้ แสดงให้เห็นว่าเมื่อต้นยางได้รับการกระตุ้นด้วยเอทธิลีน ทำให้มีพลังงานในกระบวนการสร้างน้ำยางที่ได้จาก ATP เพิ่มขึ้น แต่ถ้ามีการกรีตยางแบบถี่หรือได้รับการกระตุ้นมากเกินไป อาจส่งผลให้ปริมาณอนินทรีย์ฟอสฟอรัสลดลงได้ เพราะมีพลังงานไม่เพียงพอในกระบวนการสร้างน้ำยาง เมื่อซูโครสซึ่งเป็นสารตั้งต้นในกระบวนการสร้างน้ำยางถูกนำมาใช้มาก ทำให้มีปริมาณซูโครสในน้ำยางต่ำ จากการทดลองของ พิศมัย และคณะ (2546ข) ในยางพาราพันธุ์ RRIM 600 อายุ 7 ปี พบว่า มีปริมาณซูโครสอยู่ในระดับต่ำ แสดงให้เห็นว่า มีซูโครสซึ่งเป็นตัวตั้งต้นในการสร้างน้ำยางน้อย จึงไม่ควรใช้สารเคมีเร่งน้ำยางในระยะแรก และได้ศึกษาการใช้แก๊ส

เอทธิลีนในยางพาราอายุ 23 ปี จำนวน 10 พันธุ์ พบว่าเอทธิลีนมีผลทำให้คุณสมบัติทางชีวเคมีของน้ำยางเปลี่ยนแปลง โดยพันธุ์ยางส่วนใหญ่มีปริมาณน้ำตาลซูโครสลดลง ปริมาณอินทรีียฟอสฟอรัสสูงขึ้น และปริมาณ ไธออลสูงกว่าการกรีดยางปกติ สำหรับปริมาณไธออลในระบบกรีตที่ได้รับการกระตุ้นด้วยเอทธิลีนและเอทธิลีน ให้ปริมาณไธออลต่ำกว่าระบบกรีตแบบที่เกษตรกรใช้ การที่ปริมาณไธออลต่ำทำให้เกิดอันตรายต่อเซลล์ที่ให้น้ำยางได้ ซึ่ง เพเยาร์ และคณะ (2546) รายงานว่า ปริมาณไธออลในน้ำยางของต้นยางพาราที่เปิดกรีตมีค่าสูงกว่าต้นที่ไม่เปิดกรีต แสดงว่า ต้นยางพาราที่เปิดกรีตมีกิจกรรมการสังเคราะห์น้ำยางมากกว่าต้นยางพาราที่ไม่ได้เปิดกรีต ทำให้ต้องมีการสร้าง toxic oxygen เพิ่มมากขึ้น เซลล์จึงต้องสร้างไธออลเพิ่มมากขึ้น เพื่อป้องกันเซลล์ไม่ให้ถูกทำลาย

จากผลการทดลองนี้แสดงให้เห็นว่า การนำวิธีการกระตุ้นด้วยเอทธิลีนมาใช้ในยางพาราอายุน้อยที่เริ่มเปิดกรีต เกษตรกรต้องพิจารณาให้รอบคอบต่อผลที่ได้รับตามมาทั้งด้านบวกและด้านลบ แม้ว่าผลผลิตยางพาราต่อครั้งกรีตจะเพิ่มขึ้น แต่ปริมาณผลผลิตสะสมในแต่ละปีกลับไม่มีความแตกต่างกันเมื่อเปรียบเทียบกับการใช้ระบบกรีตแบบปกติ รวมถึงมีปริมาณเนื้อยางแห้งและการเจริญเติบโตที่ลดลงอย่างชัดเจน นอกจากนี้ผลของการวิเคราะห์องค์ประกอบทางชีวเคมีของน้ำยางในยางพาราอายุน้อยที่ได้รับการกระตุ้นด้วยเอทธิลีนอาจส่งผลต่อการเกิดอาการหน้ายางแห้งได้ในอนาคต เพราะว่ามีแนวโน้มของสารตั้งต้นในการสร้างน้ำยางต่ำกว่าระบบกรีตแบบปกติ

อย่างไรก็ตาม การใช้ระบบกรีตร่วมกับการกระตุ้นด้วยเอทธิลีน มีผลให้ต้นยางพารามีการสูญเสียความชื้นเปลืองเปลือยน้อย เป็นประโยชน์ต่อการสร้างเปลือกงอกใหม่รวมถึงต้นยางพารามีอายุการกรีดยางได้นานขึ้นในแต่ละปี แต่การนำอุปกรณ์ในการกระตุ้นด้วยเอทธิลีนมาติดตั้งบริเวณเปลือกของต้นยางอ่อนที่เริ่มเปิดกรีตส่งผลให้เปลือกยางพาราและเซลล์ที่ให้น้ำยางในบริเวณดังกล่าวได้รับความเสียหายเมื่อเปลี่ยนตำแหน่งติดตั้งอุปกรณ์ในแต่ละชนิดที่นำมาใช้ นอกจากนี้ความเสียหายของตัวอุปกรณ์ที่ใช้กระตุ้นด้วยเอทธิลีนเกิดขึ้นได้ง่ายในยางอ่อนที่เปิดกรีต เนื่องจากปัจจัยสภาพแวดล้อมต่างๆ โดยเฉพาะแสงแดดที่ส่งผลให้เกิดการเสื่อมสภาพ และมีการฉีกขาดของตัวอุปกรณ์ ทำให้ต้องเปลี่ยนอุปกรณ์แต่ละชนิดบ่อยขึ้น ส่งผลให้ต้นทุนในการใช้วิธีการกระตุ้นด้วยเอทธิลีนเพิ่มขึ้นจนบางครั้งเกษตรกรไม่ทันได้คำนึงถึงเหตุการณ์ดังกล่าว

บทที่ 5

สรุป

ระบบกรีดร่วมกับการใช้เอทิลีน ชนิดอุปกรณ์รีมโพล์ ให้ปริมาณผลผลิตยางก้อนสะสม และผลผลิตยางก้อนเฉลี่ยสูงสุด คือ 3186.05 กรัมต่อดัน และ 91.03 กรัมต่อดันต่อครั้งกรีดตามลำดับ ระบบกรีดร่วมกับการใช้เอทิลีนทุกชนิดอุปกรณ์ ให้ผลผลิตยางก้อนสะสมในหน่วยกรัมต่อดันใกล้เคียงกับระบบกรีดแบบที่เกษตรกรกรีดใช้ โดยทุกระบบกรีดมีจำนวนวันกรีดจริงลดลงเนื่องจากการเปลี่ยนแปลงของสภาพอากาศทำให้มีปริมาณฝนที่เพิ่มขึ้น ไม่สามารถกรีดยางได้ในขณะที่ระบบกรีดร่วมกับการใช้เอทิลีนพ่นความเข้มข้น 2.5 เปอร์เซ็นต์ ให้ปริมาณผลผลิตยางก้อนสะสมต่ำกว่าแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ

ระบบกรีดร่วมกับการใช้เอทิลีน ชนิดอุปกรณ์รีมโพล์ อุปกรณ์ดับเบิลเท็กซ์ อุปกรณ์เลข และการใช้เอทิลีนพ่นความเข้มข้น 2.5 เปอร์เซ็นต์ ให้ผลผลิตยางก้อนในหน่วยกรัมต่อดันต่อครั้งกรีดเพิ่มขึ้น 74.89, 69.32, 62.38 และ 23.09 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

ระบบกรีดร่วมกับการใช้เอทิลีนทุกชนิดอุปกรณ์ให้ปริมาณเนื้อยางแห้งต่ำกว่าระบบกรีดแบบที่เกษตรกรกรีดใช้ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

ระบบกรีดแบบรอยกรีดสั้น วันเว้นสองวัน (1/6S d3) มีความสั้นเปลือยเปลือกน้อยกว่าระบบกรีดแบบหนึ่งในสามของลำต้น สองวันเว้นวัน (1/3S 2d/3) และเพิ่มอายุการกรีดยางให้นานขึ้นรวมถึงมีช่วงเวลาในการสร้างเปลือกงอกใหม่มากขึ้น

ระบบกรีดร่วมกับการใช้เอทิลีนทุกชนิดอุปกรณ์มีอัตราการเจริญเติบโตทางลำต้นต่ำกว่าระบบกรีดแบบที่เกษตรกรกรีดใช้ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ แต่มีเปอร์เซ็นต์การปกคลุมพื้นที่ของทรงพุ่มในแต่ละเดือนมากกว่า

การศึกษาองค์ประกอบทางชีวเคมีของน้ำยาง พบว่า ระบบกรีดร่วมกับการใช้เอทิลีน ทุกชนิดอุปกรณ์ มีปริมาณเนื้อยางแห้ง ปริมาณซูโครส และปริมาณไรฮอลต่ำกว่า ส่วนปริมาณอินทรีย์ฟอสฟอรัสสูงกว่าระบบกรีดแบบที่เกษตรกรกรีดใช้

เอกสารอ้างอิง

- กรรณิการ์ วีระวัฒน์สุข. 2550. พันธุ์ยาง. เอกสารและบทความทางวิชาการยางพารา. กรุงเทพฯ: สถาบันวิจัยยางพารา กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. หน้า 33 - 51.
- กฤษดา สังข์สิงห์ และ รัชมี ด้านสกุลผล. 2541. สมบัติทางชีวเคมีของน้ำยางที่เกี่ยวข้องกับการให้ผลผลิตในยางบางพันธุ์. รายงานผลการวิจัย. กรุงเทพฯ: สถาบันวิจัยยาง กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.
- กุ่มพุด สังข์ศิลา และ ธเนศ ถาวรพานิชย์โรจน์. 2545. อิทธิพลของสภาพแวดล้อม ลักษณะการแสดงออกของยาง และการจัดการต่อสถานภาพของน้ำในต้นยางและการให้ผลผลิตของยางพันธุ์ RRIM 600. รายงานการวิจัย. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- โครงการจัดตั้งฝ่ายวิจัยและบริการ. 2543. รายงานประจำปี 2543. สงขลา: คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.
- จริงแท้ ศิริพานิช. 2549. สรีรวิทยาและเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยวฝักและผลไม้. พิมพ์ครั้งที่ 6, กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 396 หน้า.
- โชคชัย อเนกชัย. 2541. การเร่งน้ำยางวิธีใหม่. เอกสารและบทความทางวิชาการยางพารา. กรุงเทพฯ: สถาบันวิจัยยาง กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. หน้า 65 - 71.
- ดลมนัส กาเจ. 2552. ใช้เทคโนโลยี"ริมโฟวล์"ในสวนยางทางเลือก-ทางรวยของเกษตรกร. หนังสือพิมพ์ คม ชัด ลึก ฉบับวันที่ 19 ตุลาคม 2552.
- พงษ์เทพ ขจรไชยกุล. 2538. เทคโนโลยีการยาง. ว. ศูนย์วิจัยยางสุราษฎร์ธานี 3: 94 - 95.

พเยาว์ ร่มรื่นสุขารมย์, รัชณี รัตนวงศ์, นภาพรรณ เลขะวิพัฒน์, กรรณิการ์ ธีระวัฒน์สุข, บุตรี พุทธิรักษ์ และสมบัติ พิงกุล. 2546. การใช้เทคนิคทางชีวเคมีระบุคุณสมบัติพันธุ์ยาง. รายงานการวิจัย. กรุงเทพฯ: กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. หน้า 95 - 119.

พเยาว์ ร่มรื่นสุขารมย์, นภาพรรณ เลขะวิพัฒน์, บุตรี พุทธิรักษ์, นิพนธ์ ทัพมงคล, ศจีรัตน์ แรมลี, อนุสรณ์ แรมลี, เกษตร แนบสนิท และธงชัย คำโคตร. 2550. สัมภาษณ์การปลูกยางของ ยางพารา. รายงานการวิจัย. กรุงเทพฯ: สถาบันวิจัยยาง กรมวิชาการเกษตร กระทรวง เกษตรและสหกรณ์. หน้า 60 – 69.

พนัส แพชนะ และ สมยศ สิ้นธุระหัส. 2552. เปรียบเทียบผลผลิตยางโดยวิธีการกรีดยกกับวิธีการเจาะ ในยางพันธุ์ RRIM600 เปิดกรีดใหม่. รายงานการวิจัย. ในการประชุมวิชาการยางพารา แห่งชาติ 5 - 6 มิถุนายน 2552 ณ เมืองทองธานี จ.นนทบุรี. หน้า 213 – 225.

พัชราภรณ์ รักชุม. 2552. การตอบสนองทางสรีรวิทยา ผลผลิตน้ำยาง และองค์ประกอบทางชีวเคมี ของน้ำยางของต้นยางพารา (*Hevea brasiliensis*) ภายใต้การจัดการให้น้ำ. สงขลา: วิทยาลัยสงขลานครินทร์. 78 หน้า.

พิชิต สฟโชค. 2536. การเพิ่มผลผลิตยางพาราหลังการผลัดใบ โดยการหยุดพักกรีดและใช้สารเคมี เร่งน้ำยางเมื่อเปิดกรีด. วิทยาลัยสงขลานครินทร์. 86 หน้า.

พิชิต สฟโชค. 2544. การเพิ่มผลผลิตสวนยางขนาดเล็กโดยใช้ระบบกรีดที่เหมาะสม. รายงาน สัมมนายางพาราแห่งประเทศไทย ครั้งที่ 4 เรื่อง “พัฒนายางพาราไทย คู่ภัยเศรษฐกิจ” 17 - 20 กันยายน 2544, ณ โรงแรม เจ บี อ.หาดใหญ่ จ.สงขลา. หน้า 276 - 287.

- พิชิต สฟโชค. 2545. การกรีดร่วมกับการใช้สารเคมีเร่งน้ำยางบางระยะ. เอกสารประกอบการประชุมวิชาการวิชาการยางพาราประจำปี 2545 วันที่ 19-22 กุมภาพันธ์ 2545 ณ โรงแรมหนองคายแกรนด์ อ.เมือง จ.หนองคาย หน้า 16 - 31.
- พิชิต สฟโชค. 2553. สัญลักษณ์สากลของเทคโนโลยีการเก็บเกี่ยวน้ำยาง (ปรับปรุงปี 2551). วารสารยางพารา 31: 34 - 45.
- พิชิต สฟโชค, วีรพงศ์ ตันอภิรมย์, โชคชัย เอนกชัย, นอง ยกถาวร, สุริยะ คงศิลป์ และ เพิ่มพันธ์ คำนคร. 2544. การเพิ่มผลผลิตยางพาราในระยะเปลือกเดิม โดยการใช้สารเคมีเร่งน้ำยางร่วมระบบกรีดต่างๆ. รายงานการวิจัย. กรุงเทพฯ: สถาบันวิจัยยาง กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. หน้า 175 - 190.
- พิชิต สฟโชค, สุริยะ คงศิลป์, นอง ยกถาวร, สุเมธ พุกษ์วรุณ, เพ็ญม วุ้นชีว, ยรรยงค์ ประเสริฐ, ประสาน บุญมรดก และ พันธุ์ แพชนะ. 2546. การเพิ่มผลผลิตยางพาราและการใช้สารเคมีเร่งน้ำยาง. รายงานการวิจัย. กรุงเทพฯ: สถาบันวิจัยยาง กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. หน้า 338-388.
- พิชิต สฟโชค, พิศมัย จันทูมา และพันธุ์ แพชนะ. 2550. การกรีดยางและการใช้สารเคมีเร่งน้ำยาง. เอกสารและบทความทางวิชาการยางพารา. กรุงเทพฯ: สถาบันวิจัยยางพารา กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. หน้า 121 - 138.
- พิศมัย จันทูมา. 2543. การวิเคราะห์น้ำยางโดยวิธีซีวเคมี. เอกสารการประชุมวิชาการยางพาราประจำปี 2543 วันที่ 29 - 30 สิงหาคม 2543 ณ โรงแรม เจ. บี. อ.หาดใหญ่ จ.สงขลา. หน้า 94 - 107.
- พิศมัย จันทูมา. 2544. สรีรวิทยาของต้นยางกับระบบกรีด. เอกสารการประชุมวิชาการยางพาราประจำปี 2544 ครั้งที่ 1 วันที่ 20 - 22 กุมภาพันธ์ 2544 ณ โรงแรมเชียงใหม่ฮิลล์ อ.เมือง จ.เชียงใหม่. หน้า 78 - 89.

พิศมัย จันทูมา, อารักษ์ จันทูมา และ สว่างรัตน์ สมนาค. 2546ก. การเปลี่ยนแปลงองค์ประกอบชีวเคมีในท่อน้ำยางต่อระบบกรีดและผลผลิตยางพารา. รายงานการวิจัย. กรุงเทพฯ: สถาบันวิจัยยาง กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. หน้า 395 - 447.

พิศมัย จันทูมา, พิชิต สฟโชค, วิทยา พรหมมี, พันธ์ แพชนะ, พรรษา อุดุลยธรรม, นอง ยกถาวร, พิบูลย์ เพ็ชรยิ่ง และ สว่างรัตน์ สมนาค. 2546ข. การใช้องค์ประกอบทางชีวเคมีของน้ำยางตรวจสอบความสมบูรณ์ของต้นยาง สำหรับระบบกรีดที่เหมาะสม. รายงานการวิจัย. กรุงเทพฯ: สถาบันวิจัยยางพารา กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. หน้า 250 - 296.

พิศมัย จันทูมา, Gohet, E., Thaler, P. 2549. ระบบกรีดสองรอยกรีด. วารสารยางพารา 22-27: 47-61.

พิศมัย จันทูมา, อารักษ์ จันทูมา, พิบูลย์ เพ็ชรยิ่ง, สว่างรัตน์ สมนาค และ อีรชชาติ วิชิตชลชัย. 2552. การใช้ระบบกรีดแบบ 2 รอยกรีด เพื่อเพิ่มผลผลิตยาง. รายงานการวิจัย. กรุงเทพฯ: สถาบันวิจัยยางพารา กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. หน้า 226 -237.

ปัทมา ชนะสงคราม, วิสุทธิ์ ศุกลรัตน์, ภัทรารุณ จิวตระกูล และโชคชัย อเนกชัย. 2536. กายวิภาคและลักษณะการเกิดอาการเปลือกแห้งของต้นยาง. รายงานการวิจัย. กรุงเทพฯ: สถาบันวิจัยยาง กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 7 หน้า.

ปัทมา ชนะสงคราม, วรณจันทร์ ไชรวิน, อุไร จันทรประทีน, วิสุทธิ์ ศุกลรัตน์, ศุภมิตร ลิ้มปัทย์, พิชิต สฟโชค, นริสา จันทรเรือง, พรรษา อุดุลยธรรม, ปรีดีเปรม ทัดสกุล, ภัทรา กิณเรศ และภัทรารุณ จิวตระกูล. 2551. ปัจจัยที่มีผลต่อการเกิดอาการเปลือกแห้งในสวนยางเอกชน. รายงานการวิจัย. กรุงเทพฯ: สถาบันวิจัยยาง กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. หน้า 86 – 102.

วิสุทธิ์ ศุกลรัตน์. 2544. อาการเปลือกแห้งของยางพารา. วารสารยางพารา. 21: 112 - 117.

สถาบันวิจัยยาง. 2543. คำแนะนำการกรีดยางและการใช้สารเคมีเร่งน้ำยางปี 2542. กรุงเทพฯ: สถาบันวิจัยยาง กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

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

สถาบันวิจัยยาง. 2553. ข้อมูลวิชาการยางพารา 2553. กรุงเทพฯ: สถาบันวิจัยยาง กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

อารมณั์ ไรจน์สุจิตร์, สโรชา กรีธาพล, สุเมธ พฤกษ์วรุณ, ปราโมทย์ คำพุทธ และ ประภาพรอุทธา. 2551. สำรวจอาการเปลือกแห้งของยางพาราในพื้นที่ปลูกยางภาคใต้ตอนบน. รายงานการวิจัย. กรุงเทพฯ: สถาบันวิจัยยาง กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. หน้า 103 – 113.

Chanasongkram, P. and Samosorn, S. 1989. Anatomical parameters of latex production. *In: Proceedings of the Franco-Thai Workshop on Natural Rubber: Tapping Practices on Smallholdings in Southern Thailand, Hat Yai/Pattani, Thailand, 21-24 November 1989, pp. 3 - 11.*

Chrestin, H., Gidrol, X. and Kush, A. 1997a. Towards a latex molecular diagnostic of yield potential and the genetic engineering of the rubber tree. *Euphytica* 96: 77 - 82.

Chrestin, H., Pujade-Renaud, V., Montoro, P., Narangajavana, J., Vichitcholchai, N., Teerawatanasuk, K. and Lacrotte, R. 1997b. Expression of gene involved in coagulation and regeneration of latex: Clonal variation and effects of yield stimulation with ethrel. *In: Proceedings of the Seminar on the Biochemical and Molecular Tools for Exploitation Diagnostic and Rubber Tree*

- Improvement. Narangajavana, J., and Chrestin, H., eds. Mahidol University Bangkok, Thailand. pp.1-13.
- d' Auzac, J. 1989. The hormonal stimulation of latex yield: historical account. *In: Physiology of Rubber Tree Latex*. J. d'Auzac, J.L. Jacob, H. Chrestin eds, CRC Press, Boca Raton, Florida, pp. 289–294
- Dusotoit-Coucaud, A., Brunel, N., Kongsawadworakul, P., Viboonjun, U., Leconte, A., Julien, J.L., Chrestin, H., Sakr, S. 2009. Sucrose importation into laticifers of *Hevea brasiliensis*, in relation to ethylene stimulation of latex production. *Annals of Botany* 104: 635 - 647.
- Gohet, E. and Chantuma, P. 1999. Microdiagnostic latex training RRIT – DOA. Chachoengsao Rubber Research Center, 22-26 November 1999. pp. 1 – 10.
- Gohet, E., Scomparin, C., Cavaloc, E., Balerin, Y., Benites, G., Dumortier, F., Williams, H.O., Permadi, H.P., Ginting, E., De Rostolan. E., Uche, E., Chegbene, P., Hoceped, E., Echimane, P., Soumahoro, M., Sargeant, H.J., Suyatno, Najera, C.A., Soumahoro, B., Lacote, R. and Eschbach, J.M. 2008. Influence of ethephon stimulation on latex physiological parameters and consequences on latex diagnosis implementation in rubber agro-industry. *In: IRRDB Workshop on Latex Harvesting Technologies*, 5 - 8 May 2008, Selangor, Malaysia. 11 p.
- Han, K., Shin, D.H., Yang, J., Kim, I.J., Oh, S.K. and Chow, K.S. 2000. Genes expressed in the latex of *Hevea brasiliensis*. *Tree Physiology* 20: 503 - 510.

- Jacob, J.L., Prévôt, J.C., Lacote, R., Gohet, E., Clément, A., Gallois, R., Joët, T., Pujade-Renaud, V. and d'Auzac, J. 1997. The biological mechanisms controlling *Hevea brasiliensis* rubber yield. IRRDB, Symposium on Natural Rubber (*Hevea brasiliensis*), 14 - 15 October 1997, Ho Chi Ming City, Vietnam. pp. 1 – 11.
- Jetro, N.N. and Simon, G.M. 2007. Effects of 2-chloroethylphosphonic acid formulations as yield stimulants on *Hevea brasiliensis*. African Journal of Biotechnology 6: 523 - 528.
- Jiahong, Z. and Zhili, Z. 2009. Ethylene stimulation of latex production in *Hevea brasiliensis*. Plant Signaling and Behavior 4: 1072 - 1074.
- Kudaligama, K.V.V.S., Rodrigo, V.H.I., Fernando, K.M.E.P. and Yapa, P.A.J. 2010. Response of low frequency harvesting systems of rubber under drier climatic conditions in Sri Lanka. Proceedings of the 15th International Forestry and Environment Symposium, 26-27 November 2010, University of Sri Jayewardenepura, Sri Lanka. pp. 62-69.
- 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.
- Lacrotte, R., Serres, E., Jacob, J.L., Prevot, J.C. and d'Auzac, J. 1988. Mechanisms involved in hormonal stimulation of the rubber tree. Compte-Rendu du Colloque Exploitation -Physiologie et Amélioration de l'Hevea. Colloque Hevea 2-7 Novembre 1988, Paris, France. pp.147 - 159.

- Leconte, A., Vaysse, L., Santisopasri, V., Kruprasert, C., Gohet, E., Bonfils, F. 2006. On farm testing of Ethephon stimulation and different tapping frequencies, effect on rubber production and quality of rubber. Franco-Thai project 2005 - 2008.
- Lee, C.J., Kim, H.J., Karim, M.R. and Lee, M.S. 2006. Surface-enhanced Raman Spectroscopy of Ethephone Adsorbed on Silver Surface. Bull.Korean Chem. Soc. V. 27: 545 - 548.
- Lertzman, K.P. 1999. Gap Light Analyzer (GLA): Imaging software to extract canopy structure and gap light transmission indices from true-colour fisheye photographs. Users Manual and Program Documentation, Version 2.0. Simon Fraser University, Burnaby, British Columbia, CANADA Institute of Ecosystem Studies, Millbrook: New York, USA.
- Mesquita, A.C., Oliceira, L.E.M., Mazzafera, P. and Delú-Filho, N. 2006. Anatomical characteristics and enzymes of the sucrose metabolism and their relationship with latex yield in the rubber tree (*Hevea brasiliensis* Muell. Arg.). Plant Physiol. 18: 263 - 268.
- Okoma, K. M., Dian, K., Obouayeba, S., Elabo, A. A. E. and N'guetta, A. S. P. 2011. Seasonal variation of tapping panel dryness expression in rubber tree *Hevea brasiliensis* Muell. Arg. in Cote d'Ivoire. Agriculture and Biology Journal of North America 2: 559 - 569.
- Riches, P.J. and Gooding, B.G.E. 1952. Studies in the physiology of latex I. Latex flow on tapping -theoretical considerations. New Phytol. 51: 1 - 10.

- Silpi, U., Thaler, P., Kasemsap, P., Lacoïnte, A., Chantuma, A., Adam, B., Gohet, E., Thanisawanyangkura, S. and Améglio, T. 2006. Effect of tapping activity on the dynamics of radial growth of *Hevea brasiliensis* trees. *Tree Physiology* 26: 1579 - 1587.
- 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 GT1 of *Hevea brasiliensis* (Muell. Arg.) in south east of Cote d'Ivoire. *Agriculture and Biology Journal of North America* 2: 1251-1260.
- Vinod, K.K., Pothan, J., Chuadhuri, D., Priyadarshan, P.M., Eappen, T., Varghese, M., Mandal, D., Sharma, A.C., Pal, T.K., Devakumar, A.S. and Krishnakumar, A.K. 2000. Variation and trend of yield and related traits of *Hevea brasiliensis* Muell. Arg. In Tripura. *Indian Journal of Natural Rubber Research* 13: 69 - 78.
- Webster, C.C. and Paardekooper, E.C. 1989. The botany of the rubber tree. In *Rubber* (eds. C.C. Webster and W.J. Baukwill), pp. 125 - 164. New York: Longman Scientific and Technical.

ภาคผนวก



รูปภาคผนวกที่ 3 การใช้ระบบกรีตแบบ S/3 2d/3 6d/7



รูปภาคผนวกที่ 4 การใช้ระบบกรีตแบบ S/6 d3 6d/7



รูปภาพผนวกที่ 5 การใช้ระบบกรีตแบบ S/6 d3 6d/7. ET2.5% Pa 1(2) 12/y (m)



รูปภาพผนวกที่ 6 การใช้ระบบกรีตแบบ S/6 d3 6d/7. ETG99% RRIMFLOW -60- 36/y (9d)



รูปภาคผนวกที่ 7 การใช้ระบบกรีตแบบ S/6 d3 6d/7. ETG60% LET -40- 48/y (6d)



รูปภาคผนวกที่ 8 การใช้ระบบกรีตแบบ S/6 d3 6d/7. ETG99% Double Tex -60- 36/y (9d)

วิธีปฏิบัติสำหรับอุปกรณ์รีมโพลี เลท และดับเบิลเท็กซ์

การใช้อุปกรณ์รีมโพลี ใช้ฝาครอบพลาสติกใส เป็นตัวเก็บฮอร์โมนแก๊สเอทธิลีน โดยติดตั้งอุปกรณ์ดังกล่าวกับผิวเปลือกต้นยางที่ชุดเปลือกจนเรียบด้วยกาว 2 หน้าชนิดพิเศษที่ติดมาบริเวณฝาครอบ ตำแหน่งที่ติดฝาครอบพลาสติกจะเป็นด้านซ้ายต่ำกว่ารอยกรีดลงมาประมาณ 6 นิ้ว หลังจากอัดฮอร์โมนแล้วไม่น้อยกว่า 24 ชั่วโมง จึงทำการกรีดยางด้วยรอยกรีดสั้นเพียง 4 นิ้ว โดยกรีดแบบกรีดลงด้านล่าง

การใช้อุปกรณ์เลท ใช้ฝาครอบเหล็ก เป็นตัวเก็บฮอร์โมนแก๊สเอทธิลีน โดยติดตั้งอุปกรณ์ดังกล่าวกับผิวเปลือกต้นยางที่ชุดเปลือกด้วยขอบของฝาครอบเองประมาณ 8-9 ครั้ง ตำแหน่งที่ติดฝาครอบเป็นด้านซ้ายต่ำกว่ารอยกรีดเล็กน้อย หลังจากอัดฮอร์โมนแล้วไม่น้อยกว่า 24 ชั่วโมง จึงทำการกรีดยางด้วยรอยกรีดสั้นเพียง 4 นิ้ว โดยกรีดแบบกรีดลงด้านล่าง

การใช้อุปกรณ์ดับเบิลเท็กซ์ ใช้หัวพลาสติกที่ปล่อยฮอร์โมนเป็นตัวเก็บฮอร์โมนแก๊สเอทธิลีน โดยติดตั้งอุปกรณ์ดังกล่าวกับผิวเปลือกต้นยางที่ชุดเปลือกยางแล้ว ตำแหน่งที่ติดฝาครอบอาจเป็นด้านซ้ายต่ำกว่ารอยกรีดเล็กน้อยหลังจากอัดฮอร์โมนแล้วไม่น้อยกว่า 24 ชั่วโมงจึงทำการกรีดยางด้วยรอยกรีดสั้นเพียง 4 นิ้ว โดยกรีดแบบกรีดลงด้านล่าง

การเตรียมสารเคมีสำหรับการวิเคราะห์ห้องค้ประกอบทางชีวเคมีของน้ำยาง

1. สารละลายสำหรับใช้ในการเก็บตัวอย่างน้ำยาง

1.1 สารละลาย TCA ความเข้มข้น 20 เปอร์เซ็นต์ ปริมาตร 1,000 มิลลิลิตร

- สาร TCA ความเข้มข้น 40 เปอร์เซ็นต์ 200 กรัม
- น้ำกลั่น 1,000 มิลลิลิตร

วิธีการ ชั่งสาร TCA 200 กรัม ละลายด้วยน้ำกลั่น 1,000 มิลลิลิตร ใช้แท่งคนสารละลายให้เข้ากัน เก็บไว้ในขวดสีใส

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 จากนั้นรินสารละลาย TCA ความเข้มข้น 20 เปอร์เซ็นต์มา 125 มิลลิลิตร เติมลงในบีกเกอร์ที่มีน้ำกลั่น ใช้แท่งแก้วคนให้สารละลายเข้ากัน เก็บใส่ขวดสีใส

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 ใช้เครื่องกวนสารละลาย ช่วยคน อุณหภูมิเพื่อให้ละลายได้ดียิ่งขึ้น จากนั้นนำมาปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่นให้ครบ 1,000 มิลลิลิตร เก็บไว้ในขวดเก็บสารสีใส

2. สำหรับการวิเคราะห์ซูโครส

2.1 การเตรียม Anthrone reactive 1 ลิตร

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

วิธีการ เตรียมในตู้ควัน โดยวางกระบอกลงขนาด 1,000 มิลลิลิตร ลงในกะละมังที่มีน้ำอยู่ ประมาณครึ่งกะละมัง รินน้ำกลั่น 290 มิลลิลิตร ลงในกระบอกลง หลังจากนั้นค่อยๆ ริน กรดซัลฟูริก ความเข้มข้น 97 เปอร์เซ็นต์ 710 มิลลิลิตร ลงไป ทิ้งสารละลายให้เย็น เทใส่ บีกเกอร์ขนาด 1,000 มิลลิลิตร ใส่ Anthrone 1.0 กรัม ลงไป ใช้เครื่องกวนสารละลาย

ความเร็วสูงช่วยคน เทใส่กระบอกลงอีกครึ่งหากปริมาตรไม่ครบ 1,000 มิลลิลิตรปรับ ปริมาตรให้ครบ 1 ลิตรด้วย กรดซัลฟูริก ความเข้มข้น 97 เปอร์เซ็นต์ วินใส่ขวดสีชาและ ห่อด้วยกระดาษฟลอยด์ เก็บไว้ในตู้เย็น
หมายเหตุ : ห้าม! เติมน้ำลงในขวดโดยเด็ดขาด

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 ตวง สารละลาย TCA ความเข้มข้น 2.5 เปอร์เซ็นต์ 100 มิลลิลิตร ใส่ลงในบีกเกอร์ ใช้เครื่องกวนสารละลายช่วย คน สามารถเก็บสารละลายนี้ได้ไม่เกิน 1 สัปดาห์ในที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส

การทำ Standard curve (สารละลายมาตรฐาน)

ในการทำ Sucrose standard curve จะทำทั้งในกรณีที่มีปริมาณซูโครสปกติ ปริมาณซูโครสต่ำและปริมาณซูโครสสูง โดยความเข้มข้นสุดท้ายของน้ำตาลซูโครสจะแปรผันจาก 0 มิลลิโมล ถึง 1.75 มิลลิโมลในสารละลาย TCA ความเข้มข้น 2.5 เปอร์เซ็นต์ ที่ความยาวคลื่น 627 นาโนเมตร การเตรียมสารสำหรับทำ Standard ดังตารางแสดงข้างล่าง

ตารางภาคผนวกที่ 1 แสดงปริมาณสารเคมีสำหรับเตรียม 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 ดังตารางแล้วนำหลอดทั้งหมดไปเขย่า จากนั้นเตรียมหลอดแก้วที่มีฝาปิด 9 หลอด เติมสารต่างๆ ในแต่ละหลอด เพื่อนำไปอ่านค่าการดูดกลืนแสง ดังนี้

- สารละลาย TCA ความเข้มข้น 2.5 เปอร์เซ็นต์ 400 ไมโครลิตร
- สารตัวอย่าง (สารจากหลอดcentrifuged) 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 ไว้ใช้ในกรณีที่เมื่อทำการวิเคราะห์น้ำยางแล้ววัดค่าการดูดกลืนแสงของตัวอย่างน้ำยางแบบปกติได้ค่าต่ำกว่า 0.200 โดยทำการปรับปริมาตรสารต่างๆ ใหม่ดังนี้

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

กรณีที่มีปริมาณซูโครสสูง ไว้ใช้ในกรณีที่เมื่อทำการวิเคราะห์น้ำยางแล้ววัดค่าการดูดกลืนแสงของตัวอย่างน้ำยางแบบปกติได้ค่าสูงกว่า 0.800 โดยทำการปรับปริมาตรสารต่างๆ ใหม่ดังนี้

- สารละลาย TCA ความเข้มข้น 2.5 เปอร์เซ็นต์ 450 ไมโครลิตร
- สารตัวอย่าง (สารจากหลอด centrifuged) 50 ไมโครลิตร
- Anthrone reactive 3 มิลลิลิตร

เมื่อเตรียมสารต่างๆ ข้างต้นแล้ว 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

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

3. สำหรับการวิเคราะห์อินทรีย์ฟอสฟอรัส

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 เครื่องกวนสารละลายช่วยคน บีกเกอร์ที่ 2 รินน้ำกลั่นลงไปประมาณ 300 มิลลิลิตร จากนั้นเติมกรดไนตริกผ่านแท่งแก้วคนลงไป 60 มิลลิลิตร เติมแอมโมเนียมเมตาวานาเดต 0.3 กรัม ชุ่่นสารละลายเล็กน้อย เมื่อสารละลายเย็นลงนำสารละลายทั้ง 2 บีกเกอร์ใส่ลงในกระบอกตวงขนาด 1,000 มิลลิลิตร โดยใส่สารละลายในบีกเกอร์ที่ 2 ก่อน เติมน้ำกลั่นจนปริมาตรครบ 1,000 มิลลิลิตร ใช้เครื่องกวนสารละลายช่วยคนและชุ่่นสารละลายเล็กน้อย

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 ปริมาตร 10 มิลลิลิตร และน้ำกลั่นอีก 40 มิลลิลิตร ลงในบีกเกอร์ 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 ดังตารางแสดงข้างล่าง

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 ดังตารางแล้วนำหลอดทั้งหมดไปแช่ยา จากนั้นเตรียมหลอดแก้วที่มีฝาปิด 6 หลอด เติมสารต่างๆ ในแต่ละหลอด เพื่อนำไปอ่านค่าการดูดกลืนแสง ดังนี้

- 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 นาที นำไปอ่านค่าการดูดกลืนแสง บันทึกค่าการดูดกลืนแสงในแต่ละความเข้มข้นของ Pi ทำกราฟการกระจาย หาค่าสหสัมพันธ์และจุดตัดแกน x และ y จะได้สมการ $y = aX$ จากนั้นคำนวณหาค่า K โดย

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

4. สำหรับการวิเคราะห์ไออออล

4.1 การเตรียม TRIS reactive 0.5 โมล ปริมาตร 1,000 มิลลิลิตร

- TRIS 60.60 กรัม
- น้ำกลั่น 1,000 มิลลิลิตร

วิธีการ ตวงน้ำกลั่น 1,000 มิลลิลิตร ใส่บีกเกอร์ เดิม TRIS 60.60 กรัม ใช้เครื่องกวนสารละลาย
ช่วยคน

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 มิลลิลิตร

วิธีการ ตวง 0.5 โมล TRIS มา 20 มิลลิลิตร เติม DTNB 0.3964 กรัม และ EDTA 0.710 กรัม ใช้เครื่องกวนสารละลายช่วยคนจากนั้นเติมน้ำกลั่นลงไป 50 มิลลิลิตร ปรับ pH ให้ได้ 6.7 ด้วยสารละลาย TCA ความเข้มข้น 20 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 มิลลิลิตร

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

การทำ Standard curve (สารละลายมาตรฐาน)

ในการทำ R-SH Standard R-SH ความเข้มข้นสุดท้ายของ R-SH จะแปรผันจาก 0 มิลลิโมล ถึง 0.1 มิลลิโมล ในสารละลาย TCA ความเข้มข้น 2.5 เปอร์เซ็นต์ ที่ความยาวคลื่น 412 นาโนเมตร การเตรียมสารสำหรับทำ Standard ดังตารางแสดงข้างล่าง

ตารางภาคผนวกที่ 3 แสดงปริมาณสารเคมีสำหรับเตรียม R-SH standard

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

เมื่อเตรียมสารใส่หลอด Centrifuged ดังตารางแล้วนำหลอดทั้งหมดไปเขย่าด้วย Vortex จากนั้นเตรียมหลอดแก้วที่มีฝาปิด 6 หลอด เติมสารต่างๆ ในแต่ละหลอด เพื่อนำไปอ่านค่าการดูดกลืนแสง ดังนี้

- 0.5 โมล TRIS	1	มิลลิลิตร
- สารตัวอย่าง (สารจากหลอด centrifuged)	1.5	มิลลิลิตร
- 20 มิลลิโมล DTNB reactive	50	ไมโครลิตร

การเตรียม Blank ของ Pi เตรียมดังนี้

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

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

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