

รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์

การใช้ระบบกรีตที่วันกรีตน้อยลงโดยใช้สารกระตุ้นเพื่อลดการสิ้นเปลืองเปลือก
ของยางพารา
Low-frequency Tapping Systems with Stimulant Application
to Reduce Bark Consumption of Rubber Trees

คณะนักวิจัย

สายัณห์ สดุดี
รวีร์รัชต์ รักขันธุ์
Regis Lacote

โครงการวิจัยนี้ได้รับทุนสนับสนุนจากงบประมาณแผ่นดิน
มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์
ประจำปีงบประมาณ 2558-2559 รหัสโครงการ NAT570167S

การใช้ระบบกรีดที่วันกรีดน้อยลงโดยใช้สารกระตุ้นเพื่อลดการสิ้นเปลืองเปลือกของยางพารา
Low-frequency Tapping Systems with Stimulant Application
to Reduce Bark Consumption of Rubber Trees

จัดทำโดย

1. รองศาสตราจารย์ ดร. สายัณห์ สดุดี
2. นางสาววิรัชต์ รักขันธุ์
3. Dr. Regis Lacote CIRAD

สังกัด

มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์
มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์
(Centre de coopération internationale
en recherche agronomique pour le
développement)

โครงการวิจัยนี้ได้รับทุนสนับสนุนจากงบประมาณแผ่นดิน มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์
ประจำปีงบประมาณ 2558-2559 รหัสโครงการ NAT570167S

กิตติกรรมประกาศ

โครงการ การใช้ระบบกรีตที่วันกรีตน้อยลงโดยใช้สารกระตุ้นเพื่อลดการสิ้นเปลืองเปลือกของยางพารา โดยได้รับทุนสนับสนุนการวิจัยจากงบประมาณแผ่นดิน มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ ประจำปี 2558-2559 ได้รับความร่วมมือการสนับสนุนสถานที่การทำวิจัยและวิเคราะห์ข้อมูลจาก ภาควิชาพืชศาสตร์ คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ และสถานีวิจัยและฝึกภาคสนามเทพา อำเภเทพา จังหวัดสงขลา โครงการดังกล่าวได้สำเร็จลงด้วยดีทุกประการ จึงขอขอบคุณเป็นอย่างยิ่งมา ณ โอกาสนี้

รองศาสตราจารย์ ดร.สายัณห์ สดุดี
หัวหน้าโครงการวิจัย

บทคัดย่อ

จากการที่ราคายางพาราตกต่ำ ทำให้เกิดการขาดแคลนแรงงานคนกรีดยางในสวนยางพาราทางภาคใต้ของประเทศไทย จึงมีการใช้ระบบกรีดยางที่มีความถี่ต่ำร่วมกับการกระตุ้นด้วยสารเร่งน้ำยางมาใช้ เพื่อสามารถแก้ไขปัญหาการขาดแคลนแรงงานกรีดยางได้ ดังนั้นได้มีการศึกษาที่สถานีวิจัยเทพา จังหวัดสงขลา ทดลองกับยางพาราพันธุ์ RRIM 600 อายุ 10 ปี วางแผนการทดลองแบบบล็อกสุ่มสมบูรณ์ (RCBD) จำนวน 3 ซ้ำ ซึ่งประกอบด้วย 5 สิ่งทดลอง คือ T1: S/3 d1 2d/3, T2: S/2 d2, T3: S/2 d3 ET 2.5% Pa1 (1) 8/y (m), T4: S/3 d2 ET 2.5% Pa1 (1) 4/y (m) และ T5: S/3 d3 ET 2.5% Pa1 (1) 12/y (m) ผลการทดลองพบว่า การใช้ระบบกรีดยางความถี่ต่ำโดยการให้สารกระตุ้นเอทธิฟอน 2.5% จำนวน 8 ครั้งต่อปี ใน T3 สามารถเพิ่มประสิทธิภาพแรงงานการกรีดยางได้อย่างมีนัยสำคัญ โดยไม่ส่งผลกระทบต่อผลผลิตทางสรีรวิทยาของต้นยางพารา และจากการทดลองในช่วง 1 ปี ไม่กระทบต่อการเจริญทางลำต้น ปริมาณเนื้อยางแห้ง และสรีรวิทยาของน้ำยาง ซึ่งไม่แตกต่างจาก T1 และ T2 สำหรับความสิ้นเปลืองเปลือกของ T3 และ T5 น้อยกว่าระบบกรีดยางอื่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และไม่พบความแตกต่างระหว่างทรีตเมนต์ นอกจากนี้มีจำนวนต้นที่แสดงอาการหน้ายางแห้ง ความรุนแรงขึ้นกับวิธีการใช้สารกระตุ้น ดังนั้นระบบกรีดยาง T3 เป็นวิธีที่น่าจะนำไปใช้ในสภาวะที่ยางพาราตกต่ำ เพราะช่วยให้เกษตรกรมีเวลาในการทำกิจกรรมเพื่อเสริมรายได้ และแก้ไขปัญหาการขาดแคลนแรงงานคนกรีดยางได้ด้วย

Abstract

According to low rubber price and labor shortage, rubber smallholders in southern Thailand have suffered from these pressures. Low frequency tapping (LFT) system may be an optimum choice to solve the problems. An experiment was established to test LFT at the Thepa Research Station, Songkhla province. Ten-year old trees of clone RRIM 600 was used for investigation. The experiment was designed as Randomized Complete Block Design (RCBD) with 5 treatments: T1 [S/3 d1 2d/3], T2 [S/2 d2], T3 [S/2 d3 ET 2.5% Pa1 (1) 8/y (m)], T4 [S/3 d2 ET 2.5% Pa1 (1) 4/y (m)] and T5 [S/3 d3 ET 2.5% Pa1 (1) 12/y (m)] with 3 replications (10 trees in each replicate). After 1 year of tapping, T3 exhibited the significantly highest of latex/tree/tapping. Cumulative latex yield of T3 was not significantly difference from T1 and T2. There was no prominent impact of latex physiology among the treatments. It was remarkable that LFT reduced markedly bark consumption, particularly in T3 and T5. There was no significant difference of girth increment among the treatments. Tapping panel dryness was found in related to ethylene application. Hence, it is suggested that LFT with ethylene stimulation will be a choice to overcome natural rubber crisis of smallholders in southern Thailand.

สารบัญเรื่อง

| | หน้า |
|---|------|
| กิตติกรรมประกาศ | ก |
| บทคัดย่อ | ข |
| Abstract | ค |
| สารบัญเรื่อง | ง |
| สารบัญตาราง | ฉ |
| สารบัญภาพ | ช |
| สารบัญภาพผนวก | ซ |
| บทนำ | 1 |
| วัตถุประสงค์ | 1 |
| ตรวจเอกสาร | 1 |
| 1. ลักษณะทั่วไปของยางพารา | 1 |
| 2. ยางพาราพันธุ์ RRIM600 | 2 |
| 2. น้ำยาง | 2 |
| 3. การกรีดยาง | 3 |
| 4. ความสัมพันธ์ของเปลือกยางและการกรีดยางต่อผลผลิตน้ำยาง | 4 |
| 5. การใช้สารเคมีเร่งน้ำยาง | 5 |
| 6. ปัจจัยที่มีอิทธิพลตอบสนองต่อการใช้สารเคมีเอทธิฟอน | 7 |
| 7. ผลกระทบที่มีต่อต้นยางจากการใช้สารเคมีเร่งน้ำยาง | 7 |
| 8. พารามิเตอร์ที่เกี่ยวข้องกับการประเมินผลผลิต | 8 |
| 9. อาการเปลือกแห้งของยางพารา | 9 |
| วิธีการทดลอง | 10 |
| การเก็บรวบรวมข้อมูล | 13 |
| 1. ข้อมูลอากาศ | 13 |
| 2. ข้อมูลวิเคราะห์ดิน | 13 |

สารบัญเรื่อง

| | หน้า |
|--|------|
| 3. ข้อมูลผลผลิต | 13 |
| 4. ข้อมูลปริมาณน้ำอย่างแห้ง | 13 |
| 5. ความชื้นเปลือกเปลือก | 13 |
| 6. การเจริญเติบโต | 13 |
| 7. สรีรวิทยาในน้ำยาง | 14 |
| 8. การวิเคราะห์น้ำยาง | 14 |
| 9. การวิเคราะห์หาปริมาณน้ำอย่างแห้ง | 14 |
| 10. การวิเคราะห์หาปริมาณซูโครส | 15 |
| 11. การวิเคราะห์หาปริมาณอนินทรีย์ฟอสฟอรัส | 15 |
| 12. การวิเคราะห์หาปริมาณไรออล | 16 |
| 13. การประเมินอาการเปลือกแห้ง | 16 |
| ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง | 18 |
| 1. สภาพอากาศ | 18 |
| 2. ข้อมูลการวิเคราะห์ดิน คุณสมบัติทางกายภาพและทางเคมีบางประการของดิน | 18 |
| 3. ข้อมูลผลผลิตยางพารา | 19 |
| 4. ปริมาณน้ำอย่างแห้งเฉลี่ย (%) | 21 |
| 5. ความชื้นเปลือกเปลือก | 22 |
| 6. การเจริญเติบโตทางลำต้น | 22 |
| 7. องค์ประกอบทางชีวเคมีของน้ำยาง | 23 |
| 8. อาการเปลือกแห้ง | 24 |
| สรุปผล | 26 |
| เอกสารอ้างอิง | 27 |
| ภาคผนวก | 32 |

สารบัญตาราง

| | หน้า |
|---|------|
| ตารางที่ 1 ลำดับการกรีดยางของแต่ละสิ่งทดลอง | 12 |
| ตารางที่ 2 การกระตุ้นสารเคมีเร่งน้ำยางเอทธิพอนความเข้มข้น 2.5 เปอร์เซ็นต์ | 12 |
| ตารางที่ 3 ข้อมูลการวิเคราะห์ดินแปลงยางพาราพันธุ์ RRIM 600 | 19 |
| ตารางที่ 4 องค์ประกอบทางชีวเคมีของน้ำยางเฉลี่ย ประกอบด้วยปริมาณของแข็งทั้งหมด (%) ปริมาณนินทรีย์ฟอสฟอรัส (มลม) ปริมาณไฮดรอล (มลม) และปริมาณซูโครส (มลม) ของระบบกรีต 5 สิ่งทดลอง ช่วงระหว่างเดือนตุลาคม 2558 – เดือนกันยายน 2559 | 24 |

สารบัญภาพ

| | หน้า |
|---|------|
| ภาพที่ 1 โครงสร้างของเอทธิพอน | 5 |
| ภาพที่ 2 ปริมาณน้ำฝน ค่าการคายระเหยน้ำ และอุณหภูมิสูงสุด - ต่ำสุด | 18 |
| ภาพที่ 3 ผลผลิตยางก้อนแห้งสะสม (กก/ตัน) ของระบบกรีต 5 สิ่งทดลอง (T1: S/3 d1 2d/3; T2: S/2 d2; T3: S/2 d3 ET 2.5% Pa1(1) 8/y (m); T4: S/3 d2 ET 2.5% Pa1(1) 4/y (m); T5: S/3 d3 ET 2.5% Pa1(1) 12/y (m)) ตั้งแต่เดือนตุลาคม 2558 ถึงเดือนกันยายน 2559 | 20 |
| ภาพที่ 4 ผลผลิตยางก้อนแห้งเฉลี่ย (ก/ตัน/ครั้งกรีต) ของระบบกรีต 5 สิ่งทดลอง (T1: S/3 d1 2d/3; T2: S/2 d2; T3: S/2 d3 ET 2.5% Pa1(1) 8/y (m); T4: S/3 d2 ET 2.5% Pa1(1) 4/y (m); T5: S/3 d3 ET 2.5% Pa1(1) 12/y (m)) ตั้งแต่เดือนตุลาคม 2558 ถึงเดือนกันยายน 2559 | 21 |
| ภาพที่ 5 ปริมาณเนื้อยางแห้งเฉลี่ย (%) ของระบบกรีต 5 สิ่งทดลอง (T1: S/3 d1 2d/3; T2: S/2 d2; T3: S/2 d3 ET 2.5% Pa1(1) 8/y (m); T4: S/3 d2 ET 2.5% Pa1(1) 4/y (m); T5: S/3 d3 ET 2.5% Pa1(1) 12/y (m)) ตั้งแต่เดือนตุลาคม 2558 – เดือนกันยายน 2559 | 21 |
| ภาพที่ 6 ความสิ้นเปลืองเปลือก (ชม) ของระบบกรีต 5 สิ่งทดลอง (T1: S/3 d1 2d/3; T2: S/2 d2; T3: S/2 d3 ET 2.5% Pa1(1) 8/y (m); T4: S/3 d2 ET 2.5% Pa1(1) 4/y (m); T5: S/3 d3 ET 2.5% Pa1(1) 12/y (m)) ตั้งแต่เดือนตุลาคม 2558 – เดือนกันยายน 2559 | 22 |
| ภาพที่ 7 การเจริญเติบโตทางลำต้น (ชม/ปี) ของระบบกรีต 5 สิ่งทดลอง (T1: S/3 d1 2d/3; T2: S/2 d2; T3: S/2 d3 ET 2.5% Pa1(1) 8/y (m); T4: S/3 d2 ET 2.5% Pa1(1) 4/y (m); T5: S/3 d3 ET 2.5% Pa1(1) 12/y (m)) ตั้งแต่เดือนตุลาคม 2558 – เดือนกันยายน 2559 | 23 |
| ภาพที่ 8 อากาการเปลือกแห้ง (%) ของระบบกรีต 5 สิ่งทดลอง (T1: S/3 d1 2d/3; T2: S/2 d2; T3: S/2 d3 ET 2.5% Pa1(1) 8/y (m); T4: S/3 d2 ET 2.5% Pa1(1) 4/y (m); T5: S/3 d3 ET 2.5% Pa1(1) 12/y (m)) ตั้งแต่เดือนตุลาคม 2558 – เดือนกันยายน 2559 | 25 |

สารบัญภาพผนวก

| | หน้า |
|--|------|
| ภาพภาคผนวกที่ 1 ระบบกรีตแบบ S/3 d1 2d/3 | 32 |
| ภาพภาคผนวกที่ 2 ระบบกรีตแบบ S/2 d2 | 32 |
| ภาพภาคผนวกที่ 3 ระบบกรีตแบบ S/2 d3 ET 2.5% Pa1(1) 8/y (m) | 33 |
| ภาพภาคผนวกที่ 4 ระบบกรีตแบบ S/3 d2 ET 2.5% Pa1(1) 4/y (m) | 33 |
| ภาพภาคผนวกที่ 5 ระบบกรีตแบบ S/3 d3 ET 2.5% Pa1(1) 10/y (m) | 34 |
| ภาพภาคผนวกที่ 6 ลักษณะพื้นที่สวนยางพาราสำหรับใช้ในงานทดลอง | 34 |

บทนำ

การเพิ่มประสิทธิภาพของระบบกรีดยางพารา นับเป็นปัจจัยที่สำคัญต่อปริมาณผลผลิตยางพาราตลอดช่วงอายุของการกรีดยาง การใช้ระบบกรีดยางที่เหมาะสมกับต้นยางพาราจึงเป็นประเด็นที่สำคัญในการแก้ไขปัญหาด้านผลผลิต การเจริญเติบโต และการเกิดอาการเปลือกแห้งของต้นยางพารา ปัจจุบันเกษตรกรเจ้าของสวนยางมีการใช้ระบบกรีดยางที่หลากหลายแตกต่างกันไปประกอบด้วยระบบกรีดยางที่ได้รับคำแนะนำจากสถาบันวิจัยยาง ระบบกรีดยางที่เกิดขึ้นจากสภาพสถานการณ์ที่เกิดขึ้นอย่างรวดเร็ว เช่น การเปลี่ยนแปลงของสภาพภูมิอากาศ ปริมาณน้ำฝน โดยเฉพาะอย่างยิ่งในภาคใต้ ซึ่งเป็นปัจจัยที่สำคัญทำให้เกษตรกรไม่สามารถกรีดยางได้ ส่งผลให้เกิดการกรีดยางแบบขาดเขยวันกรีดยาง นอกจากนี้ ในช่วงการเพิ่มขึ้นและลดลงของราคายางพาราได้เป็นปัจจัยที่สำคัญเช่นกันทำให้เกษตรกรเจ้าของสวนยางพยายามเพิ่มจำนวนวันกรีดยางมากขึ้น เพื่อเพิ่มมูลค่าของรายได้ภายในครัวเรือน ดังนั้นจากสภาพสถานการณ์ที่เกิดขึ้นอย่างรวดเร็วทำให้เกิดปัญหาการใช้ระบบกรีดยางที่มีความถี่สูง (high tapping frequency) เช่น การกรีดยางทุกวัน (d1) การกรีดยางวันเว้นวัน (d1 6d/7) เป็นต้น ระบบกรีดยางเหล่านี้ส่งผลให้เกิดปัญหาต่อต้นยางเป็นอย่างมากทั้งทางด้านสรีรวิทยาของลำต้น รวมถึงสรีรวิทยาของน้ำยาง และส่งผลให้ช่วงชีพจักรของอายุการกรีดยางลดลง จากประเด็นดังกล่าวจึงต้องนำระบบกรีดยางที่มีความถี่ต่ำ (low tapping frequency) มาใช้เพื่อลดความถี่ของระบบกรีดยางลง โดยใช้ร่วมกับการกระตุ้นด้วยสารเร่งน้ำยาง รวมถึงสามารถแก้ไขปัญหาการขาดแคลนแรงงานกรีดยางได้ อย่างไรก็ตาม การใช้ระบบกรีดยางดังกล่าวจำเป็นต้องมีการศึกษาถึงประสิทธิภาพที่เกิดขึ้นต่อปริมาณผลผลิตน้ำยาง การเจริญเติบโตของต้นยาง สรีรวิทยาในน้ำยาง และรวมถึงเปอร์เซ็นต์การเกิดอาการเปลือกแห้งของยางพาราด้วย

วัตถุประสงค์

เพื่อศึกษาการใช้ระบบกรีดยางที่มีความถี่ในการกรีดยางลดลงในยางพาราพันธุ์ RRIM 600 ต่อปริมาณผลผลิต การเจริญเติบโตของเส้นรอบวง และสรีรวิทยาของน้ำยางพารา

ตรวจเอกสาร

1. ลักษณะทั่วไปของยางพารา

ยางพารา (*Hevea brasiliensis*) อยู่ในวงศ์ Euphorbiaceae เป็นพืชยืนต้นที่มีถิ่นกำเนิดบริเวณลุ่มน้ำอเมซอน ประเทศบราซิล และเปรู ทวีปอเมริกาใต้ มีแหล่งผลิตมากที่สุดในทวีปเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ และประเทศไทยเป็นผู้ผลิตรายใหญ่ที่สุดในโลก สำหรับสภาพพื้นที่ปลูกไม่ควรอยู่สูงจากระดับน้ำทะเลเกิน 600 เมตร ลักษณะดินควรเป็นดินร่วนเหนียวปนทราย (สถาบันวิจัยยาง, 2553) มีความอุดมสมบูรณ์ปานกลาง ดินควรมีความเป็นกรดซึ่งมีค่า pH อยู่ระหว่าง 4-5.5 มีหน้าดินลึกไม่น้อยกว่า 1 เมตร ระบายน้ำและอากาศดี ต้องการฝนพอสมควร ตามปกติพื้นที่ปลูกยางที่จะให้ผลดี จะต้องมียางฝนรายปีมากกว่า 2,000 มิลลิเมตรต่อปี มีค่าเฉลี่ยความแตกต่างของอุณหภูมิในรอบวันประมาณ 7°C และมีจำนวนวันฝนตก 100-150 วัน และมีช่วงแล้งไม่เกิน 4 เดือน (Watson, 1989 อ้างโดย กุมุท และ ธเนศ, 2545) สำหรับประเทศไทย

สภาพแวดล้อมเหล่านี้จะอยู่ทางภาคใต้และภาคตะวันออก อย่างไรก็ตามเกษตรกรได้ปลูกยางกัน อย่างไม่ทั่วไป ในสภาพแวดล้อมที่แตกต่างไป ซึ่งปริมาณน้ำฝนรายปีในแต่ละจังหวัดอาจน้อยกว่า 1,500 มิลลิเมตรต่อปี ซึ่งอาจเป็นตัวจำกัดการให้ผลผลิตน้ำยาง มีรายงานว่าผลผลิตของน้ำยาง นอกเหนือจากสภาพแวดล้อมแล้วยังขึ้นกับขนาดของเส้นรอบวงยางที่เปิดกรีดยาง อายุยาง ระบบ และความถี่ของการกรีดยาง รวมทั้งการใช้สารเคมีกระตุ้นการไหลของน้ำยาง (Paardekooper, 1989 อ้างโดย กุมพ และ ธเนศ, 2545) ดังนั้นการให้ผลผลิตของยางที่ปลูกจึงถูกควบคุมด้วยปัจจัย หลายอย่างได้แก่ สภาพแวดล้อม สรีรวิทยาของยาง รวมทั้งการจัดการภายในสวนยางด้วย

2. ยางพาราพันธุ์ RRIM600

ยางพาราพันธุ์ RRIM600 เป็นพันธุ์ยางชั้นหนึ่ง (สถาบันวิจัยยาง, 2553) ที่สามารถแนะนำ ให้ปลูกโดยไม่ต้องจำกัดเนื้อที่ปลูกและให้ผลผลิตน้ำยางสูงเป็นหลัก ยางพาราพันธุ์ RRIM 600 เป็น พันธุ์ที่ให้ผลผลิตน้ำยางสูง มีกระบวนการเมทาบอลิซึมค่อนข้างสูง ความสามารถในการเคลื่อนย้าย น้ำตาลปานกลาง (พิศมัย และคณะ, 2546) ใบมีรูปร่างป้อมปลายใบ สีเขียวอมเหลือง ลักษณะ ฉัตรใบเป็นรูปกรวย มีขนาดเล็ก ในระยะ 2 ปีแรก ต้นยางจะมีลักษณะลำต้นตรง แต่เร็วเล็ก การ แตกกิ่งช้า ลักษณะการแตกกิ่งเป็นมุมแหลม กิ่งที่แตกค่อนข้างยาว ทรงพุ่มมีขนาดปานกลางใบรูป พัด เริ่มผลัดใบเร็ว ในระยะก่อนเปิดกรีดและระหว่างกรีดการเจริญเติบโตปานกลาง เปลือกเดิม บาง เปลือกงอกใหม่หนาปานกลาง ผลผลิตในระยะแรกอยู่ในระดับปานกลาง แต่จะเพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ ในปีต่อมา ให้ผลผลิตเนื้อยาง 10 ปีกรีดเฉลี่ย 289 กิโลกรัมต่อไร่ต่อปี อ่อนแอมากต่อโรคใบร่วง ที่เกิดจากเชื้อไฟทอปโทราและโรคเส้นดำ ต้านทานโรคราแป้งและโรคใบจุดนูนระดับปานกลาง อ่อนแอต่อโรคราสีชมพู ต้านทานลมระดับปานกลาง สามารถปรับตัวและให้ผลผลิตได้ดีในเกือบทุก พื้นที่ ทนทานต่อการกรีดถี่ได้มากกว่าพันธุ์อื่น ๆ และมีจำนวนต้นแสดงอาการเปลือกแห้งน้อย (กรรณิการ์, 2550)

2. น้ำยาง

น้ำยางเป็นของเหลวที่อยู่ภายในเซลล์ cytoplasm โดยการไหลของน้ำยางจะเกิดขึ้นใน เซลล์พิเศษเรียกว่าท่อน้ำยาง (laticiferous vessels) ที่มีการเรียงตัวเป็นท่อยาว (Chrestin *et al.*, 1997) เป็นเนื้อเยื่อที่สร้างขึ้นจากเยื่อเจริญ อยู่ในส่วนของท่ออาหาร (phloem) ของต้น ยางพารา (Han *et al.*, 2000) ซึ่งจะเรียงตัวเป็นวงรอบต้น โดยท่อน้ำยางในแต่ละวงจะมีรอย เชื่อมต่อกันเป็นร่างแห จัดเป็น secondary phloem ซึ่งอยู่ในส่วนของเปลือกอ่อน ของลำต้น บริเวณใกล้เยื่อเจริญ ทำให้น้ำยางในแต่ละวงสามารถไหลติดต่อกันได้ แต่ไม่ติดต่อระหว่างวง โดยท่อน้ำยางจะวางตัวเอียงไปทางขวาจากแนวตั้งประมาณ 2-7 องศา ต้นยางที่มีจำนวนวงท่อน้ำ ยางมากจะให้ผลผลิตสูง ปกติน้ำยางสดเมื่อเทียบโดยน้ำหนัก จะมีส่วนของเนื้อเยื่อแห้งประมาณ ร้อยละ 35 ส่วนของน้ำยางประมาณร้อยละ 55 และสารอื่นๆประมาณร้อยละ 10 (พิชิต และคณะ , 2550) การเคลื่อนย้ายธาตุอาหาร น้ำตาล และน้ำ จากเซลล์ parenchyma และ sieve tube ข้างเคียงเข้าสู่เซลล์ท่อน้ำยางผ่าน plasma lemma เพื่อเข้าสู่กระบวนการสร้างน้ำยาง โดย ประสิทธิภาพในการสร้างน้ำยางขึ้นอยู่กับปริมาณน้ำตาลที่ได้จากการสังเคราะห์แสง พลังงาน น้ำ และ ธาตุอาหารภายใต้สภาพแวดล้อมที่เหมาะสม (พิศมัย, 2543) การสร้างน้ำยางจะใช้น้ำตาล ซูโครสที่ได้จากการสังเคราะห์แสง เป็นวัตถุดิบตั้งต้น น้ำยางที่ได้ถือเป็นผลผลิตสุดท้ายของ

กระบวนการทางเคมี โดยที่ต้นยางไม่สามารถนำน้ำยางกลับไปเปลี่ยนเป็นสารอย่างอื่นเพื่อใช้ประโยชน์ได้อีก ต้นยางที่ถูกกรีดจะมีการสังเคราะห์น้ำยางขึ้นมาเพื่อชดเชยปริมาณน้ำยางที่ออกมา ซึ่งระยะเวลาในการสร้างทดแทนต้องใช้เวลาประมาณ 48-72 ชั่วโมง (พิชิต และคณะ, 2550) ขึ้นอยู่กับพันธุ์ยางและความสมบูรณ์ของต้นยาง Dusotoit-Coucaud และคณะ (2009) กล่าวว่า น้ำตาลซูโครสมีความสำคัญเป็นพิเศษต่อการสังเคราะห์น้ำยาง ซึ่งต้องลำเลียงน้ำตาลซูโครสผ่าน plasma membrane ก่อนที่จะเกิดกระบวนการเมทาบอลิซึมในน้ำยางได้ การลำเลียงน้ำตาลซูโครสจึงมีความสัมพันธ์กับการกำหนดปริมาณผลผลิตน้ำยางภายในต้นยางพารา สำหรับกระบวนการทางเมทาบอลิซึมที่เกี่ยวข้องกับการสังเคราะห์น้ำยาง ถูกควบคุมโดยขั้นตอนทางเมทาบอลิซึมที่สำคัญซึ่งเกี่ยวข้องกับการเก็บสะสมซูโครสในเซลล์ที่น้ำยางและควบคุมการทำงานของเอนไซม์สำหรับการสังเคราะห์น้ำยาง (Mesquita *et al.*, 2006)

3. การกรีดยาง

การกรีดยางถือเป็นหัวใจสำคัญของการประกอบอาชีพการทำสวนยางพารา เพราะเป็นทั้งศาสตร์ และศิลป์ที่มีส่วนสำคัญต่อการเจริญเติบโต และความสมบูรณ์ของต้นยางพารา รวมทั้งความมั่นคงในการประกอบอาชีพการทำสวนยางพารา และความคุ้มค่าในเศรษฐกิจของเกษตรกรชาวสวนยางด้วย ฉะนั้นการกรีดยางจึงเป็นปัจจัยสำคัญที่ส่งผลต่อความสำเร็จในการประกอบอาชีพการทำสวนยางพารา หากกรีดยางถูกวิธีจะสามารถเพิ่มผลผลิตให้มากขึ้นอย่างยั่งยืน สถาบันวิจัยยาง (2550) ได้แนะนำวิธีการเปิดกรีดยางที่ถูกต้อง โดยต้องพิจารณาถึงขนาดของต้นยางพารา ซึ่งต้องคำนึงถึงขนาดของลำต้นมากกว่าอายุ โดยต้นยางพาราที่พร้อมจะเปิดกรีดควรมีขนาดลำต้น 50 เซนติเมตรที่ระดับ 150 เซนติเมตรจากพื้นดิน หากเปิดกรีดเมื่อต้นยางพาราที่ไม่ได้ขนาดจะทำให้ได้รับผลผลิตน้อย และยังส่งผลต่อการเจริญเติบโตของต้นยางพาราด้วย พิศมัย (2551) รายงานว่า การเปิดกรีดยางพาราขนาดลำต้น 40-45 เซนติเมตร ทำให้ได้รับผลผลิตน้ำยางน้อยกว่าต้นขนาด 50 เซนติเมตรประมาณ 25-60 เปอร์เซ็นต์ และยังส่งผลต่อการเจริญเติบโตของต้นยางพารา โดยมีอัตราการเจริญเติบโตต่ำ และปริมาตรไม้ยางพاران้อยกว่า 28-60 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเปรียบเทียบกับต้นขนาด 50 เซนติเมตร นอกจากนี้ยังพบว่า การเปิดกรีดยางที่มีขนาดลำต้น 45 เซนติเมตรด้วยระบบกรีดหนึ่งในสามของลำต้น (1/3S) มีพื้นที่ในการสังเคราะห์น้ำยาง (2,430 ตร.ซม.) น้อยกว่าลำต้นที่มีขนาด 50 เซนติเมตร (2,700 ตร.ซม.) (พิศมัย, 2552) ทั้งนี้การเปิดกรีดทั้งแปลงสามารถพิจารณาได้ 2 แบบ คือ มีจำนวนต้นยางพาราที่มีขนาดลำต้นไม่ต่ำกว่า 50 เซนติเมตร ไม่น้อยกว่าครึ่งหนึ่งของจำนวนต้นยางพาราทั้งหมดหรือมีต้นยางพาราที่มีขนาดของลำต้นไม่ต่ำกว่า 45 เซนติเมตร มากกว่า 80 เปอร์เซ็นต์ของจำนวนต้นยางพาราทั้งหมด สำหรับระดับความสูงของการเปิดกรีด ควรเปิดกรีดที่ระดับความสูง 150 เซนติเมตรจากผิวดิน และมุมเปิดกรีดควรทำมุม 30 องศา กับแนวระดับ (Paardekooper, 1989; สถาบันวิจัยยาง, 2550 อ้างโดย พิศมัย, 2552) เพื่อให้น้ำยางไหลสะดวก และไม่ไหลออกนอกรอยกรีดทำให้ได้ผลผลิตเต็มที่ สำหรับปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการกรีดที่มีผลต่อผลผลิต มีดังนี้ คือ ความลึกของการกรีดมีผลต่อการเพิ่มขึ้นของผลผลิต แต่จะมีผลทำให้การเจริญเติบโตทางลำต้น และปริมาณเนื้อยางแห้งลดลง โดยการกรีดลึกจนถึงเนื้อไม้จะมีเปอร์เซ็นต์เนื้อยางแห้งต่ำกว่าปกติประมาณ 3.1- 5.3 เปอร์เซ็นต์ (de Jonge and Warrior, 1965 อ้างโดย ฉกรรจ์, 2532; de Jonge, 1969) โดยการกรีดยางให้เหลือส่วนของเปลือกอ่อนชั้นในสุด 0.5 มิลลิเมตร จะสามารถตัดท่อน้ำยางได้ถึง 80

เปอร์เซ็นต์ แต่โดยทั่วไปจะเหลือส่วนของเปลือกอ่อนชั้นในสุด 1.3 มิลลิเมตร ซึ่งยังคงเหลือท่อน้ำ ใยไว้ในต้นยางพาราโดยไม่ได้กรีดถึง 50 เปอร์เซ็นต์ แต่หากกรีดลึกเกินไปจะทำให้เปลือกงอกใหม่มีแผลขรุขระซึ่งไม่สามารถกรีดซ้ำหน้าเดิมได้ ดังนั้นการกรีดลึกหรือไม่นั้น จะขึ้นอยู่กับความชำนาญของแรงงานกรีดด้วย สำหรับขนาดของงานกรีดนั้นเป็นจำนวนของต้นยางพาราที่คนกรีดสามารถกรีดได้แต่ละวัน ขึ้นอยู่กับขนาดของต้นยางพารา ความยาวของรอยกรีด ลักษณะของพื้นที่ ความชำนาญของคนกรีด และช่วงเวลาการไหลของน้ำยาง ปกติการกรีดครั้งลำต้น (1/2S) คนกรีดสามารถกรีดได้ 450-500 ต้นต่อวัน หากเป็นการกรีดหนึ่งในสามของลำต้น (1/3S) คนกรีดสามารถกรีดได้ถึง 650-700 ต้นต่อวัน สำหรับช่วงเวลาการไหลของน้ำยางขึ้นอยู่กับความเต่งของเซลล์ ซึ่งมีผลต่อแรงดันภายในท่อน้ำยาง ในช่วงกลางวันความเต่งของเซลล์จะลดต่ำลง เนื่องจากการคายน้ำของใบยางพารา โดยความเต่งของเซลล์จะเริ่มลดลงหลังดวงอาทิตย์ขึ้นจนถึงเวลา 13:00-14:00 น. หลังจากนั้นก็เพิ่มขึ้นจนกลับสู่สภาพเดิมในเวลากลางคืน จากการทดลองกรีดยางในเวลาต่างกัน พบว่า การกรีดในช่วง 06:00-08:00 น. ให้ปริมาณน้ำยางน้อยกว่าการกรีดช่วง 03:00-06:00 น. เฉลี่ยประมาณ 4-5 เปอร์เซ็นต์ การกรีดในช่วงเวลา 08:00-11:00 น. ได้รับปริมาณน้ำยางน้อยกว่าการกรีดกลางคืนเฉลี่ยประมาณ 16 เปอร์เซ็นต์ และการกรีดช่วงเวลา 11:00-13:00 น. ได้รับปริมาณน้ำยางน้อยกว่าการกรีดกลางคืนเฉลี่ยประมาณ 25 เปอร์เซ็นต์ พิศมัย และคณะ (2546ก) รายงานว่า การกรีดยางในช่วงเวลา 22:00-06:00 น.ให้ผลผลิต (กรัมต่อต้นต่อครั้งกรีด, กิโลกรัมต่อต้นต่อปี) ของแต่ละช่วงเวลากรีดไม่มีความแตกต่างทางสถิติ เช่นเดียวกับการรายงานของ Paardekooper (1989) ซึ่งพบว่า การกรีดยางในช่วงเวลา 20:00-06:00 น.ให้ผลผลิตไม่แตกต่างกัน ขณะที่ความสิ้นเปลืองเปลือกนั้นจะไม่มีผลกระทบต่อผลผลิต โดยการใช้ระบบกรีดถี่จะสิ้นเปลืองเปลือกต่อครั้งกรีดสูง ถ้าความสิ้นเปลืองเปลือกในรอบปีของการกรีดวันเว้นวัน (d/2) คือ 100 เปอร์เซ็นต์ การกรีดวันเว้นสองวัน (d/3) สิ้นเปลืองเปลือก 75 เปอร์เซ็นต์ การกรีดวันเว้นสามวัน (d/4) สิ้นเปลืองเปลือก 60 เปอร์เซ็นต์ การกรีดสองวันเว้นวัน (2d/3) สิ้นเปลืองเปลือก 140 เปอร์เซ็นต์ การกรีดสามวันเว้นวัน (3d/4) สิ้นเปลืองเปลือก 150 เปอร์เซ็นต์ และการกรีดทุกวัน (d/1) สิ้นเปลืองเปลือกถึง 190 เปอร์เซ็นต์ (พิชิต, 2547) พิศมัย (2551) พิศมัย (2552) ได้ศึกษาผลกระทบของความสิ้นเปลืองเปลือกในแต่ละครั้งกรีดต่อการสูญเสียผลผลิตโดยเปรียบเทียบกับความสิ้นเปลืองเปลือก 2.0 มิลลิเมตร/ครั้งกรีด พบว่า ความสิ้นเปลืองเปลือก 4.0 และ 3.0 มิลลิเมตร/ครั้งกรีด ทำให้สูญเสียผลผลิตน้ำยาง 50 และ 40 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ โดยความสิ้นเปลืองเปลือกแต่ละครั้งกรีดควรอยู่ระหว่าง 1.5-2.0 มิลลิเมตรต่อครั้งกรีดหรือ 25-30 เซนติเมตรต่อปี (Paardekooper, 1989) นอกจากนี้ความคมของมีด ยังส่งผลต่อการกรีดยางพาราด้วย โดยมีดกรีดยางควรลับให้คมอยู่เสมอเพราะจะทำให้ตัดท่อน้ำยางดีขึ้นและสิ้นเปลืองเปลือกน้อยกว่าการใช้มีดกรีดที่ไม่คม (สถาบันวิจัยยาง, 2548)

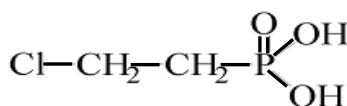
4. ความสัมพันธ์ของเปลือกยางและการกรีดยางต่อผลผลิตน้ำยาง

โครงสร้างของเปลือกยางและท่อน้ำยางมีความสัมพันธ์กับการกรีดและผลผลิตน้ำยาง จึงต้องมีกลไกในการจัดสรรที่ดีเพื่อให้เกิดความสมดุลในต้นยาง จากการศึกษาของ Riches และ Gooding (1952) รายงานว่า น้ำยางเป็นส่วนที่ได้รับจากเปลือกของต้นยางโดยการกรีด ซึ่งน้ำยางที่ไหลออกมาปริมาณน้อยอย่างสูง (50-60 เปอร์เซ็นต์) น้ำยางจะมีความหนืดสูงเป็นสาเหตุทำให้น้ำยางไหลช้าลงและแข็งตัวที่รอยกรีด ในขณะที่ปริมาณน้อยอย่างสูง น้ำยางไหลต่อเนื่องเป็น

เวลานาน 2-3 ชั่วโมง จากนั้นจะค่อย ๆ ลดน้อยลง Chanasongkram และ Samosorn (1989) รายงานว่า ปริมาณและขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของท่อน้ำยางมีมาก ทำให้การไหลของน้ำยางมากขึ้นด้วย อัตราการไหลจึงถูกกำหนดโดยจำนวนเซลล์และขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของท่อน้ำยาง ผลผลิตน้ำยางจะมากขึ้นตามจำนวนท่อน้ำยางที่มีมากในเปลือกชั้นใน ซึ่งจำนวนของวงท่อน้ำยางนั้นจะเพิ่มขึ้นเฉลี่ย 1.74-3.41 วงต่อปี

5. การใช้สารเคมีเร่งน้ำยาง

สารเคมีเร่งน้ำยาง หมายถึง สารเคมีที่เมื่อใช้กับต้นยางทำให้ได้ผลผลิตมากขึ้น โดยจะยืดเวลาการไหลของน้ำยางให้นานขึ้น สารเคมีเร่งน้ำยางที่มีประสิทธิภาพในปัจจุบันได้แก่ 2-chloroethylphosphonic acid ซึ่งมีชื่อสามัญว่า เอทธิฟอน (รูปที่ 1) ซึ่งสามารถปล่อยแก๊สเอทธิลีน (ethylene) ออกมาช้าๆ หรือการให้แก๊สเอทธิลีนโดยตรงกับต้นยางบริเวณเปลือกที่ใกล้รอยกรีดหรือเจาะ แก๊สเอทธิลีนจะกระจายและซึมเข้าสู่เปลือกชั้นใน เข้าสู่ท่อน้ำยางทำให้น้ำยางสามารถไหลผ่านผนังเซลล์ได้ดีขึ้น เพิ่มปฏิกิริยาการเปลี่ยนแปลงน้ำตาลซูโครส เพิ่มความดันภายในท่อน้ำยาง เพิ่มบริเวณพื้นที่ให้น้ำยาง ชะลอการจับตัวของเม็ดยางในท่อน้ำยาง การอุดตันจึงช้าลงทำให้น้ำยางไหลได้นานขึ้น (พิชิต, 2544; สถาบันวิจัยยาง, 2543; สถาบันวิจัยยาง, 2553; d' Auzac, 1989) รูปของเอทธิลีนที่ใช้เป็นสารเคมีเร่งน้ำยาง มีสูตรโครงสร้างแสดงในรูปที่ 1 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 1 โครงสร้างของเอทธิฟอน

ที่มา: ดัดแปลงจาก Lee และคณะ (2006)

เอทธิลีนเป็นฮอร์โมนพืชชนิดเดียวที่มีสถานะเป็นก๊าซ ไม่มีสี มีกลิ่นเล็กน้อย เป็นสารประเภทไฮโดรคาร์บอน สูตรทางเคมีคือ $\text{CH}_2=\text{CH}_2$ สามารถแพร่กระจายไปยังส่วนต่างๆ ของพืชได้ง่าย ทำให้มีอิทธิพลค่อนข้างกว้างขวางต่อการพัฒนาของพืช โดยทั่วไปเอทธิลีนจะไปเร่งอัตราเสื่อมสภาพของพืชเพราะ เอทธิลีนสามารถกระตุ้นเนื้อเยื่อทุกชนิดให้มีอัตราการหายใจสูงขึ้นได้ ในใบพืชกระตุ้นการหลุดร่วงของใบ ในดอก ทำให้เหี่ยวเร็วขึ้น ส่วนในผลไม้เอทธิลีนกระตุ้นให้เกิดการสุกได้เร็วขึ้น (จริงแท้, 2549) เอทธิลีนมีผลต่อการซึมผ่านของเยื่อหุ้มเซลล์ ควบคุมการไหลของน้ำยาง และทำให้เกิดกระบวนการเมทาบอลิซึมต่างๆไป (Jiahong and Zhili, 2009) นอกจากนี้จะช่วยเร่งให้เกิดน้ำยางในต้นยางพารา ส่งผลให้น้ำยางไหลเร็วและนานขึ้น จึงมีความสำคัญต่อต้นยางพาราเป็นอย่างมาก เมื่อทาเอทธิฟอนตรงเปลือกบริเวณลำต้นของยางพาราคาดูซึมและการเปลี่ยนแปลงจะเกิดขึ้นโดยทันที ซึ่งจะทำให้ได้แก๊สเอทธิลีน เอทธิฟอนสามารถเคลื่อนย้ายเข้าสู่เนื้อเยื่อต่างๆ ของพืชได้ ซึ่งพบสะสมอยู่ที่เปลือกของต้นยาง จะปลดปล่อยแก๊สเอทธิลีนออกมาเรื่อยๆ ในอัตราเท่าๆ กันหรือบางครั้งอาจปลดปล่อยออกมาในอัตราที่เร็ว ทำให้น้ำยางสามารถไหล

ผ่านผนังเซลล์ได้ดีขึ้น แก๊สเอทธิลีนไปมีผลเพิ่มความดันในท่อน้ำยาง ทำให้ลูทอยด์ ซึ่งเป็นสาเหตุให้น้ำยางจับตัวไม่แตกออก ทำให้ท่อน้ำยางอุดตันช้าลง นอกจากนี้ทำให้บริเวณให้น้ำยางเพิ่มขึ้นด้วย การปลดปล่อยแก๊สเอทธิลีนจากสารเอทธิฟอนช่วยเพิ่มช่วงเวลาการไหลของน้ำยางหลังเปิดกรีตโดยไปกระตุ้นกระบวนการเมทาบอลิซึมของเซลล์น้ำยาง (Lacote *et al.*, 2010) และลดการอุดตันของท่อน้ำยาง (Wenxian *et al.*, 1986 อ้างโดย Jetro and Simon, 2007) เมื่อเริ่มกรีตยาง ทำให้เกิดผลกับต้นยางพารา กรด 2-chloroethylphosphonic ซึ่งเป็นสารออกฤทธิ์มีผลในการเร่งการไหลของน้ำยาง ทำให้ได้รับผลผลิตน้ำยางเพิ่มขึ้น เพราะเอทธิลีนไปเร่งการทำงานของเอนไซม์ ATPase ทำให้โปรตอนเกิดการเหนี่ยวนำ และเข้าสู่เซลล์การสังเคราะห์แสง จะช่วยเร่งการเคลื่อนย้ายน้ำตาลซูโครส ซึ่งเป็นสารตั้งต้นในการสังเคราะห์น้ำยาง (ดลมนัส, 2552)

การเจาะยางโดยใช้เข็มเจาะสามารถทำให้น้ำยางไหลได้นาน 48 ชั่วโมง เมื่อใช้สารเคมีเร่งน้ำยางเอทธิฟอน บริเวณเปลือกก่อนที่จะทำการเจาะ ซึ่งสารเคมีเร่งน้ำยางเอทธิฟอนสามารถปลดปล่อยแก๊สเอทธิลีน ที่มีคุณสมบัติ ทำให้น้ำยางแข็งตัวช้า และเพิ่มแรงดันออสโมติก ของน้ำยาง มีผลทำให้การไหลของน้ำยางยาวนานกว่าปกติ (Gomez, 1997 อ้างโดย พันธ์ และ สมยศ, 2552) จากการทดลองของ พันธ์ และ สมยศ (2552) ในยางพาราพันธุ์ RRIM600 อายุ 7 ปี ที่ศูนย์วิจัยยางสุราษฎร์ธานี โดยการกรีตครั้งลำดับวันเว้นวัน, กรีตครั้งลำดับวันเว้นวันร่วมกับการใช้สารเคมีเร่งน้ำยาง 2.5%, กรีตครั้งลำดับวันเว้นวันร่วมกับการใช้สารเคมีเร่งน้ำยาง 2.5% พร้อมพลาสติกคลุมกันฝน, ใช้ระบบเจาะวันเว้นสองวัน และ ระบบเจาะวันเว้นสัปดาห์ร่วมกับการใช้แก๊สเร่งน้ำยาง (เอทธิลีน 68%) พบว่าการใช้ระบบเจาะวันเว้นสองวันให้ผลผลิตสูงที่สุดคือ 8.6 กิโลกรัม/ต้น/ปี รองลงมาเป็นผลผลิตจากการใช้ระบบเจาะวันเว้นสัปดาห์ 7.7 กิโลกรัม/ต้น/ปี เพิ่มขึ้น 220 และ 200% ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบกับกรณีไม่ใช้สาร นอกจากนี้ พิศมัย และคณะ (2546ก) 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 โดยพันธุ์ยางส่วนใหญ่มีปริมาณน้ำตาลซูโครสและปริมาณเนื้อยางแห้งลดลง ปริมาณอนินทรีย์ฟอสฟอรัสและปริมาณไรออลสูงขึ้น โดยเอทธิลีนในรูปของสารเคมีเร่งน้ำยางมีผลทำให้ปริมาณเนื้อยางแห้งต่ำกว่าเอทธิลีนในรูปของแก๊ส ผลผลิตเฉลี่ยเพิ่มขึ้นโดยเอทธิลีนในรูปของแก๊สให้ผลผลิตเฉลี่ยมากกว่าเอทธิลีนในรูปของสารเคมีเร่งน้ำยาง พันธุ์ยางทุกพันธุ์มีการตอบสนองต่อเอทธิลีนในรูปของแก๊สดีที่สุด โดยพันธุ์ยางที่ตอบสนองต่อแก๊สได้ดีที่สุดคือ พันธุ์ GT 1 พันธุ์ยางที่ตอบสนองต่อสารเคมีเร่งน้ำยางได้ดีที่สุดคือ พันธุ์ KRS 21

การลดความยาวรอยกรีต และหรือลดความถี่ของการกรีตลง ทำให้จำนวนวันกรีตต่อปีน้อยลง การกรีตในระยะเปลือกเดิมของต้นยางจะมีอายุการกรีตนานขึ้น สามารถเพิ่มผลผลิตต่อหน่วยของต้นยางโดยใช้สารเคมีเร่งน้ำยาง ส่วนการกรีตรอยกรีตสั้นลงสามารถเพิ่มจำนวนต้นกรีตต่อวันได้มากขึ้น จะทำให้ได้ระบบกรีตที่เหมาะสมทั้งผลผลิตต่อหน่วย และผลผลิตต่อแรงงานกรีตที่เพิ่มขึ้นด้วยเช่นกัน (พิชิต และคณะ, 2544) ซึ่งในประเทศศรีลังกา มีการใช้ระบบกรีต 1/2S d3 ร่วมกับการกระตุ้นด้วยสารเร่งน้ำยาง สามารถเพิ่มอายุการกรีตยางได้นานขึ้นถึง 36 ปี (Nugawela *et al.*, 2000). ในขณะที่ Soumahin และคณะ (2009) ได้ศึกษาการใช้ระบบกรีตที่มีความถี่ต่ำในยางพาราพันธุ์ PB 217 พบว่าการใช้ระบบกรีตดังกล่าวสามารถแก้ไขปัญหาการขาดแคลนแรงงานกรีตยางและค่าใช้จ่ายได้และสามารถชดเชยผลผลิตด้วยการกระตุ้นด้วยสารเร่งน้ำ

ยางได้เช่นกัน แต่การใช้สารเคมีเร่งน้ำยางติดต่อกันหลายปี ต้นยางให้ผลผลิตลดลง เพื่อป้องกันไม่ให้ต้นยางทรุดโทรมและกระทบกระเทือนต่อการให้ผลผลิตในระยะหลัง ระยะเวลาที่ใช้ต้องเหมาะสม ในฤดูฝนการใช้สารเคมีเร่งน้ำยางได้ผลไม่ค่อยดีเนื่องจากกรีดไม่ได้ แม้ว่าต้นยางจะตอบสนองดีกว่าฤดูปกติเพราะต้นยางสมบูรณ์กว่า แต่กรีดแล้วมักเก็บน้ำยางครั้งที่ 2 ไม่ได้ (พิชิต และคณะ, 2546) จากการศึกษาของ Jetro and Simon (2007) พบว่า ผลของการใช้สารเคมีเร่งน้ำยางทั้งด้านผลผลิตและตัวแปรทางสรีรวิทยาของน้ำยางมีความแตกต่างในแต่ละฤดูกาล และ การใช้แก๊สเอทิลีนไม่มีผลต่ออัตราการเจริญเติบโตของต้นยางพาราที่เปิดกรีด ความแตกต่างของ รัศมีการเจริญเติบโตเป็นผลมาจากความแตกต่างของพื้นที่รอบรอยกรีด ซึ่งอัตราการเจริญของต้น ที่เปิดกรีดจะน้อยกว่าต้นที่ไม่ได้เปิดกรีดและต้นที่เปิดกรีดหน้าสูงจะเจริญกว่าต้นที่เปิดกรีดหน้า ล่าง (Silpi *et al.*, 2006)

6. ปัจจัยที่มีอิทธิพลตอบสนองต่อการใช้สารเคมีเอทธิพอน

การใช้สารเคมีเร่งน้ำยางเอทธิพอนเพื่อเพิ่มผลผลิตน้ำยาง ต้องคำนึงถึงอิทธิพลของปัจจัยที่เป็นตัวกำหนดเพื่อให้การใช้สารเคมีเร่งน้ำยางเกิดความเหมาะสม โดยปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการ ใช้สารเคมีเร่งน้ำยางประกอบด้วย ช่วงเวลาที่แตกต่างกันเมื่อใช้สารเคมีเร่งน้ำยาง หลังจากการใช้ สารเคมีเร่งน้ำยางทาจนถึงการกรีดครั้งแรก ควรทาสารเคมีทิ้งไว้ไม่ต่ำกว่า 12 ชั่วโมง ให้ผลผลิตดี และเหมาะสมที่สุด นอกจากนี้ สภาพของหน้ากรีดที่ชื้นหรือเปียก เมื่อทาสารเคมีจะให้ผลผลิต ดีกว่าการทาบนหน้ากรีดที่แห้ง จากการทดลองใช้สารเคมีได้รอยกรีดโดยวิธีชูดเปลือก ทาสารเคมี ในสภาพหน้ากรีดเปียก หน้ากรีดชื้นและหน้ากรีดธรรมดา พบว่าผลผลิตเพิ่มขึ้นเมื่อเทียบกับการไม่ ใช้สารเคมี 218 203 และ 192 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ (Sivakumaran and Hashim, 1983 อ้าง โดย พิชิต สพโชค 2536) เมื่อมีการชะล้างหลังทาสารเคมี คือเกิดการชะล้างของน้ำหลังทาสารเคมี ภายใน 2 ชั่วโมง ควรทาสารเคมีใหม่ สำหรับความถี่ในการทาสารเคมี พบว่าเมื่อทาแล้วกรีดเป็น ระยะเวลาหนึ่ง ผลการตอบสนองจะลดลง สำหรับความเข้มข้นของสารเคมีเร่งน้ำยาง พบว่าการใช้ สารเคมีเร่งน้ำยางความเข้มข้นสูง เป็นระยะเวลานานติดต่อกันทำให้ต้นยางทรุดโทรมและผลผลิต ลดลงในระยะหลังของการกรีด และควรคำนึงถึงพันธุ์ยาง เพราะพันธุ์ยางแต่ละพันธุ์มีการ ตอบสนองต่อการใช้สารเคมีเร่งน้ำยางต่างกัน (พิชิต, 2544 ; พิศมัย และคณะ, 2546ข)

7. ผลกระทบที่มีต่อต้นยางจากการใช้สารเคมีเร่งน้ำยาง

ผลกระทบจากการใช้สารเคมีเร่งน้ำยางพบว่า ปริมาณเนื้อยางแห้งลดลง การใช้สารเคมีเอทธิพอน ทำให้ปริมาณเนื้อยางแห้งลดลงร้อยละ 3-6 การลดลงมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับชนิดของพันธุ์ ยางและการใช้สารเคมีบ่อยครั้งมีผลให้ปริมาณเนื้อยางแห้งลดลงมากขึ้น จากการทดลองของ Leconte และคณะ (2006) ในยางพาราพันธุ์ RRIM 600 อายุ 7.5 ปี โดยกรีดหนึ่งในสามของลำ ต้นวันเว้นวัน (1/3S d/2) เป็นวิธีการเปรียบเทียบและกรีดหนึ่งในสามของลำต้นวันเว้นวันร่วมกับการ ใช้สารเคมีเร่งน้ำยาง 2.5% (1/3S d/2 + ET2.5%) พบว่า การกรีดหนึ่งในสามของลำต้นวัน เว้นวัน จะให้ปริมาณเนื้อยางแห้งและปริมาณของแข็งทั้งหมดสูงกว่าการกรีดหนึ่งในสามของลำต้น วันเว้นวันร่วมกับการใช้สารเคมีเร่งน้ำยาง 2.5% การใช้สารเคมีเร่งน้ำยางบ่อยครั้งร่วมกับการใช้ ระบบกรีดถี่ เช่น กรีดทุกวัน กรีดสองวันเว้นวัน หรือกรีดสามวันเว้นวัน น้ำยางสูญเสียน้ำมาก และคุณสมบัติในการทำน้ำยางของเซลล์ต่างๆ ในท่อน้ำยางเปลี่ยนไป ทำให้อัตราการเกิดอาการ

เปลือกแห้งสูงขึ้น ดังนั้นจึงไม่ควรใช้สารเคมีเร่งน้ำยางกับระบบกรีดีการที่ใช้สารเคมีเร่งน้ำยาง ความเข้มข้นสูงทาบ่อยครั้งทำให้เกิดอาการเปลือกแห้งเพิ่มขึ้น

8. พารามิเตอร์ที่เกี่ยวข้องกับการประเมินผลผลิต

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

ปริมาณเนื้อยางแห้ง (Dry rubber content : DRC) เป็นค่าแสดงถึงปริมาณการสังเคราะห์ยาง (cis-polyisoprene) ที่เกิดขึ้นภายในท่อน้ำยาง ถ้าปริมาณเนื้อยางแห้งสูง หมายถึงน้ำยางมีความหนืดสูง การไหลของน้ำยางจะไหลไปได้ช้า เกิดการอุดตันที่ปลายท่อน้ำยางได้เร็ว และจะทำให้ผลผลิตต่ำ ในทางตรงกันข้ามถ้าปริมาณเนื้อยางแห้งต่ำมาก ถึงแม้อัตราการไหลจะเร็ว แต่เนื้อยางแห้งที่มีอยู่ในน้ำยางน้อยจะทำให้ผลผลิตต่ำด้วย

ปริมาณซูโครส (Sucrose content) น้ำตาลซูโครสเป็นผลที่ได้จากการสังเคราะห์แสงและเป็นสารตั้งต้นสำหรับการสังเคราะห์น้ำยาง ปริมาณซูโครสในน้ำยางเป็นค่าที่แสดงถึงกิจกรรมการสังเคราะห์ซูโครสและการนำซูโครสไปใช้ในขบวนการสร้างน้ำยาง ดังนั้น ปริมาณซูโครสจึงมีความสัมพันธ์ทั้งทางบวกและทางลบกับผลผลิต คือถ้ามีปริมาณซูโครสในน้ำยางสูง หมายถึงต้นยางมีศักยภาพในการสร้างน้ำยางได้สูง มีความสัมพันธ์ในทางบวกกับผลผลิต หรืออีกด้านหนึ่งปริมาณซูโครสสูงหมายถึงว่ามีการนำเอาซูโครสไปใช้ในการสร้างน้ำยางต่ำก็จะเกิดการสะสมของซูโครสในน้ำยาง ซึ่งจะมีความสัมพันธ์ในทางลบกับผลผลิต

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

ปริมาณไรเออล (Thiol) มีบทบาทสำคัญต่อเซลล์ท่อน้ำยาง ในแง่ที่เป็นตัวกระตุ้นที่สำคัญของเอนไซม์หลักๆ ในขบวนการเมตาบอลิซึม เช่น invertase หรือ pyruvate kinase และยังทำหน้าที่เป็นตัวช่วยให้อนุภาคลูทอยด์ (Lutoil) มีเสถียรภาพ ป้องกันการเกิด toxic oxygen มีผลทำให้น้ำยางจับตัวช้าลง โดยปกติปริมาณ toxic oxygen จะต่ำมาก เมื่อเซลล์ได้รับความเครียด เช่น การกรีดยาง ปริมาณ toxic oxygen ในเซลล์จะสูงขึ้น ไรเออลในน้ำยางส่วนใหญ่เป็น glutathiol จะช่วยลดความเป็นพิษของ toxic oxygen ทำให้ลูทอยด์เกิดการแตกตัวช้า ช่วยไม่ให้น้ำยางหยุดไหลเร็ว (กฤษดา และ รัศมี, 2541)

การนำตัวแปรทั้ง 4 ตัวมาใช้อธิบายร่วมกันทำให้ทราบถึงสถานะของกระบวนการเมตาบอลิซึมในเซลล์ท่อน้ำยางและการป้องกันเซลล์ ช่วยอธิบายบทบาททางสรีรวิทยาของน้ำยาง โดยในยางแต่ละพันธุ์มีค่าวิกฤติของตัวแปรแต่ละตัวแตกต่างกัน นำไปใช้ประโยชน์ในการกำหนดระบบกรีดีที่เหมาะสมกับพันธุ์ยาง ค่า LD (latex diagnosis) ใช้ในการอธิบายผลดังนี้

Under-exploitation แสดงว่าผลผลิตที่ได้ต่ำกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับปริมาณน้ำตาลซูโครส (สารตั้งต้นที่ใช้ในการสร้างน้ำยาง) ทำให้ศักยภาพในการให้ผลผลิตแสดงออกไม่เต็มที่ เนื่องจากใช้ความถี่ในการกรีดยางต่ำ เซลล์มีน้ำตาลซูโครสสะสมอยู่ในน้ำยางสูง กระบวนการเมตาบอลิซึมต่ำ ปริมาณเนื้อยางแห้งและไรเออลอยู่ในระดับต่ำ ปานกลาง หรือสูง แต่โดยทั่วไปจะสูง

Over-exploitation อธิบายในทางตรงกันข้าม คือความพยายามที่จะให้ได้ผลผลิตสูงเมื่อเปรียบเทียบกับสารตั้งต้นในการสร้างน้ำยาง มีการใช้น้ำตาลซูโครสมาก จึงทำให้มีน้ำตาลซูโครสในน้ำยางต่ำ ขบวนการเมตาบอลิซึมสูง ค่า Pi สูง แต่บางครั้งค่า Pi อาจลดต่ำลง ในกรณีที่มีการกรีดอย่างอย่างหักโหมมากๆ ไธออลและปริมาณเนื้อยางแห้งมีค่าต่ำ การที่ไธออลต่ำทำให้เกิดการออกซิเดชัน ที่เป็นอันตรายต่อเซลล์ท่อน้ำยาง ได้แก่ active oxygen species ถูกปลดปล่อยออกมามากเนื่องจากกระบวนการเมตาบอลิซึมสูง ปริมาณเนื้อยางแห้งต่ำมีผลต่อการสร้างน้ำยางลดลง

9. อาการเปลือกแห้งของยางพารา

อาการเปลือกแห้งของต้นยางพารา เป็นความผิดปกติทางสรีรวิทยาของต้นยางพารา โดยเกิดขึ้นได้ทั้งต้นยางที่เปิดกรีดแล้ว และยังไม่มีการเปิดกรีด หากเกิดอาการเปลือกแห้งในสวนยางพาราที่เปิดกรีดแล้ว จะมีปริมาณผลผลิตน้ำยางลดลงจนกระทั่งไม่สามารถกรีดได้ Dian (1997) และ Rubber Board (2002) อ้างโดย Dian และคณะ (2007) รายงานว่า อาการเปลือกแห้งได้สร้างความเสียหายแก่สวนยางพาราของเอกชน และเกษตรกรรายย่อยในประเทศไอเวอรี่โคสต์ 9 และ 12 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งทำให้สูญเสียผลผลิตน้ำยาง 15 ถึง 22 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ และจากการสำรวจอาการเปลือกแห้งของยางพาราในพื้นที่ปลูกยางพาราภาคใต้ตอนบนของประเทศไทย พบว่า สวนยางพารา 96.6 เปอร์เซ็นต์ มีต้นยางแสดงอาการเปลือกแห้ง (อารมณ และคณะ, 2551) สำหรับสาเหตุของการเกิดอาการผิดปกติดังกล่าว อาจเกิดจากปัจจัยหลายปัจจัย ส่วนใหญ่เป็นปัจจัยร่วมมากกว่าปัจจัยเดี่ยว ซึ่งประกอบด้วย สภาพแวดล้อม พันธุ์ยางระบบกรีด การใช้สารเคมีเร่งน้ำยาง อายุยาง และหน้ากรีด โดยในสภาพแวดล้อมที่แห้งแล้งต้นยางพารามีโอกาสแสดงอาการเปลือกแห้งค่อนข้างสูงกว่าพื้นที่ที่มีฝนตกชุก และจากการรายงานของ Das และคณะ (2002) พบว่า อุณหภูมิที่ต่ำส่งผลต่อการเกิดอาการเปลือกแห้งของยางพารา โดยมีอัตราสูงในพื้นที่ที่มีอุณหภูมิต่ำกว่า 18 องศาเซลเซียส และเมื่อใช้ระบบกรีดที่มีความถี่สูงในเขตพื้นที่อุณหภูมิต่ำ ทำให้ต้นยางพาราแสดงอาการเปลือกแห้งสูงกว่าการใช้ระบบกรีดปกติ (ธีรชาติ, 2541) สำหรับพันธุ์ยางที่มีปริมาณน้ำตาลซูโครสในน้ำยางต่ำจะอ่อนแอต่อการเกิดอาการเปลือกแห้งมากกว่าพันธุ์ยางที่มีปริมาณน้ำตาลซูโครสในน้ำยาง ส่วนใช้ระบบกรีดที่มีความถี่สูงจะมีโอกาสทำให้ต้นยางพาราแสดงอาการเปลือกแห้งสูงกว่าระบบกรีดที่สถาบันยางแนะนำ เนื่องจากการใช้ระบบกรีดถี่ทำให้ปริมาณน้ำยางสูงกว่าน้ำยางที่สังเคราะห์ขึ้นมาใหม่ พเยาว์ และคณะ (2542) รายงานว่า การใช้ระบบกรีดครั้งละต้น กรีดทุกวัน ในยางพาราพันธุ์ RRIM 600 ทำให้ต้นยางพารามีอาการเปลือกแห้งเฉลี่ยสูงสุด (9.25 เปอร์เซ็นต์) สำหรับการใช้สารเคมีเร่งน้ำยาง 5 เปอร์เซ็นต์ ทุก 3 เดือน ทำให้เกิดอาการเปลือกแห้งเฉลี่ย 16.22 – 21.37 เปอร์เซ็นต์ โดยต้นยางพาราที่มีอายุมากขึ้นแสดงอาการเปลือกแห้งมากขึ้น และการกรีดซ้ำบนเปลือกอกใหม่มีโอกาแสดงอาการเปลือกแห้งมากกว่าหน้ากรีดที่เป็นเปลือกแรก

สำหรับอาการเปลือกแห้งที่เกิดขึ้นบริเวณรอยกรีด เรียกว่า “Tapping panel dryness: TPD” เป็นลักษณะการลดลงหรือการหยุดไหลของน้ำยาง เนื่องจากความผิดปกติของเนื้อเยื่อบริเวณเปลือกยางพารา โดยอาการดังกล่าวไม่ปรากฏลักษณะที่ผิดปกติบริเวณภายนอกลำต้น de Fay และ Jacob (1989) แบ่งเกิดอาการ TPD ของยางพารา ออกเป็น 3 ระยะ คือ ระยะแรกหยุดน้ำยางเกิดขึ้นไม่สม่ำเสมอ และมีปริมาณน้ำยางเพิ่มขึ้นอย่างช้าๆ บริเวณรอยกรีด โดยในระยะนี้

การไหลของน้ำจะไม่สม่ำเสมอทั่วรอยกรีด ซึ่งจะเป็นสัญญาณที่บ่งบอกว่าเปลือกยางจะมีอาการแห้ง ระยะที่สองเป็นระยะที่การไหลของน้ำยางน้อยกว่าระยะแรก โดยส่วนที่แสดงพื้นที่แห้งของรอยกรีดมีปริมาณเพิ่มขึ้นกว่าเดิม เนื่องจากการกระจายตัวของพื้นที่ที่แห้งไปทางด้านข้างและด้านล่างของรอยกรีดโดยพื้นที่ที่แห้งนั้นจะมีรูปร่าง และตำแหน่งที่ไม่แน่นอน และระยะที่สามเป็นระยะที่เปลือกยางมีอาการแห้งสนิทเข้าไปจนถึงชั้นเยื่อเจริญ โดยระยะดังกล่าวไม่ปรากฏหยดน้ำยางบริเวณรอยกรีด Dian และคณะ (1995) อ้างโดย Venkatachalam และคณะ (2007) รายงานว่า ต้นยางพาราที่แสดงอาการ TPD มีรูปแบบของโปรตีนที่แตกต่างจากต้นยางพาราปกติ โดยมีการเพิ่มขึ้นของสายโพลีเปปไทด์ 2 สาย คือ P15 และ P22 ที่มีขนาด 15 และ 22 kDa (Sookmark *et al.*, 2002) สำหรับอาการเปลือกแห้งอีกอาการหนึ่งมีชื่อคล้ายกับอาการ TPD คืออาการ TPN (trunk phloem necrosis) หรืออาจเรียกว่า “Bark Necrosis” โดยอาการดังกล่าวเป็นอาการผิดปกติทางสรีรวิทยาของท่ออาหารที่เกิดขึ้นเองตามธรรมชาติ โดยอาจเกิดขึ้นบริเวณโคนต้นยางพารา ภายในเปลือกยาง และบริเวณรอยต่อระหว่างต้นตอ และกิ่งตอพันธุ์ดี (Charoenwut *et al.*, 2007) เมื่อชุดเปลือกชั้นนอกออกสามารถเห็นเป็นแผ่นสีน้ำตาลเข้มไปจนถึงสีเทา ซึ่งลักษณะดังกล่าวเกิดจากการเพิ่มขึ้นของสารแทนนิน และลิกนินในท่ออาหาร และเซลล์พาราไคมา (de Fay and Jacob, 1989) โดยขนาด และจำนวนขึ้นอยู่กับระดับความรุนแรงของอาการ สำหรับสาเหตุของอาการดังกล่าวยังไม่สามารถสรุปได้อย่างชัดเจนว่ามาจากอะไร จากการรายงานของ Peyrard และคณะ (2006) และ Pellegrin และคณะ (2007) อ้างโดย Pierret และคณะ (2007) พบว่า อาการ TPN ไม่ได้เกิดจากเชื้อสาเหตุโรคพืช โดย Nandris และคณะ (2005) ได้ตั้งสมมุติฐานไว้ว่า ต้นยางพาราที่มีอาการดังกล่าวน่าจะมีสาเหตุมาจากความเข้ากันไม่สมบูรณ์ระหว่างต้นตอ และกิ่งพันธุ์ดี นอกจากนี้ต้นยางพาราที่แสดงอาการ TPN อาจเกิดจากสภาวะขาดน้ำในช่วงที่ดินแห้งมากกว่าต้นยางที่มีสภาพปกติ (Isaranhkool Na Ayutthaya *et al.*, 2007)

วิธีการทดลอง

ใช้ยางพาราพันธุ์ RRIM 600 อายุ 10 ปี ซึ่งเปิดกรีดมาแล้ว 2 ปี ใช้ระยะปลูก 7×3 เมตร ทำการทดลองเกี่ยวกับการใช้ระบบกรีดที่มีความถี่ต่ำที่ส่งผลต่อปริมาณผลผลิตน้ำยาง การเจริญเติบโต ความสิ้นเปลืองเปลือก สรีรวิทยาในน้ำยาง และการเกิดอาการเปลือกแห้งของน้ำยาง ทำการทดลองที่สถานีวิจัยและฝึกภาคสนามเทพา คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ อำเภอเทพา จังหวัดสงขลา เริ่มดำเนินการทดลองตั้งแต่เดือน ตุลาคม 2558 – กันยายน 2559

วางแผนการทดลองแบบ Randomize complete block design จำนวน 5 สิ่งทดลอง จำนวน 3 ซ้ำ (1 ซ้ำ เท่ากับ 1 บล็อกๆ ละ 10 ต้นต่อ 1 สิ่งทดลอง)

จำนวนสิ่งทดลอง (พิชิต, 2553)

สิ่งทดลองที่ 1 S/3 d1 2d/3 [การกรีดหนึ่งในสามของลำต้น กรีดทุกวัน หยุดกรีด 1 วัน ในทุก 3 วัน]

สิ่งทดลองที่ 2 S/2 d2 [การกรีดครึ่งลำต้น กรีดวันเว้นวัน]

สิ่งทดลองที่ 3 S/2 d3 ET 2.5% Pa1(1) 8/y (m) [การกรีดครึ่งลำต้น กรีดวันเว้นสองวัน ใช้สารเคมีเร่งน้ำยางเอทธิฟอนความเข้มข้น 2.5 เปอร์เซ็นต์ ปริมาตร 1 กรัม ทาบริเวณหน้ากรีดเป็นแถบกว้าง 1 เซนติเมตร จำนวน 8 ครั้งต่อปี]

สิ่งทดลองที่ 4 S/3 d2 ET 2.5% Pa1(1) 4/y (m)
[การกรีดหนึ่งในสามของลำต้น กรีดวันเว้นวัน ใช้สารเคมีเร่งน้ำยางเอทธิฟอนความเข้มข้น 2.5 เปอร์เซ็นต์ ปริมาตร 1 กรัม ทาบริเวณหน้ากรีดเป็นแถบกว้าง 1 เซนติเมตร จำนวน 4 ครั้งต่อปี]

สิ่งทดลองที่ 5 S/3 d3 ET 2.5% Pa1(1) 10/y (m)
[การกรีดหนึ่งในสามของลำต้น กรีดวันเว้นสองวัน ใช้สารเคมีเร่งน้ำยางเอทธิฟอนความเข้มข้น 2.5 เปอร์เซ็นต์ ปริมาตร 1 กรัม ทาบริเวณหน้ากรีดเป็นแถบกว้าง 1 เซนติเมตร จำนวน 10 ครั้งต่อปี]

ตารางที่ 1 ลำดับการกรีดยางของแต่ละสิ่งทดลอง

| TREATMENTS | TAPPING SEQUENCE | | | | | | | | | | | | | |
|---------------------------------------|------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| | Mon | Tue | Wed | Thu | Fri | Sat | Sun | Mon | Tue | Wed | Thu | Fri | Sat | Sun |
| T1: S/3 d1 2d/3 | | ✓ | ✓ | | ✓ | ✓ | | ✓ | ✓ | | ✓ | ✓ | | ✓ |
| T2: S/2 d2 | | ✓ | | ✓ | | ✓ | | ✓ | | ✓ | | ✓ | | ✓ |
| T3: S/2 d3 ET 2.5% Pa1(1) 8/y (m) | ET | ✓ | | | ✓ | | | ✓ | | | ✓ | | | ✓ |
| T4: S/3 d2 ET 2.5% Pa1(1) 4/y (m) | ET | ✓ | | ✓ | | ✓ | | ✓ | | ✓ | | ✓ | | ✓ |
| T5: S/3 d3 ET 2.5% Pa1(1) 10/y (m) | ET | ✓ | | | ✓ | | | ✓ | | | ✓ | | | ✓ |

ตารางที่ 2 การกระตุ้นสารเคมีเร่งน้ำยางเอทธิพอนความเข้มข้น 2.5 เปอร์เซ็นต์

| Treatments | Months | | | | | | | | | | | |
|------------|--------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| | Mar | Apr | May | Jun | Jul | Aug | Sep | Oct | Nov | Dec | Jan | Feb |
| T3 : 8/y | ET | ET | | ET | ET | | ET | ET | | ET | ET | |
| T4 : 4/y | ET | | | ET | | | ET | | | ET | | |
| T5 : 10/y | ET | | | ET | ET | ET | ET | ET | ET | ET | ET | ET |

หมายเหตุ: T3: 8/y ทาสารทุก 46 วัน
 T4: 4/y ทาสารทุก 90 วัน
 T5: 10/y ทาสารทุก 30 วัน (หยุดทา 2 เดือนช่วงผลัดใบ)

การเก็บรวบรวมข้อมูล

1. ข้อมูลอากาศ

ทำการบันทึกข้อมูลอากาศ ประกอบด้วยข้อมูล ปริมาณน้ำฝน ค่าการคายระเหยน้ำ ค่าอุณหภูมิสูงสุด-ต่ำสุด ที่สถานีตรวจวัดอากาศหนองจิก อำเภอหนองจิก จังหวัดปทุมธานี

2. ข้อมูลวิเคราะห์ดิน

วิเคราะห์ข้อมูลดินในแปลงปลูก โดยการสุ่มเก็บตัวอย่างดินที่ระดับความลึก 0-30 เซนติเมตร จำนวน 3 ซ้ำ นำมาวิเคราะห์ เนื้อดิน ความเป็นกรด-ด่าง (pH) และธาตุอาหารหลัก คือ ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียม

3. ข้อมูลผลผลิต

ทำการเก็บน้ำอย่างเป็นยงกัอนด้วยทุกเดือน โดยการบันทึกน้ำหนักยางแห้งต่อตัน นำไปผึ่งแห้งในที่ร่มประมาณ 20 วัน และนำไปอบที่อุณหภูมิ 65 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 48 ชั่วโมง แล้วชั่งน้ำหนักยางแห้งกัอน ซึ่งคำนวณเป็นผลผลิต กรัมต่อตันต่อครั้งกรีต และกิโลกรัมต่อตันต่อปี

4. ข้อมูลปริมาณน้ำยางแห้ง

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 และคำนวณโดยใช้สูตร

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

5. ความสิ้นเปลืองเปลือก

วัดความสิ้นเปลืองเปลือก โดยใช้เวอร์เนียหรือสายวัด วัดความกว้างของรอยกรีต โดยให้ตั้งฉากกับรอยกรีต จะได้ค่าความสิ้นเปลืองเปลือกในแต่ละเดือน หลังจากนั้นทำการวัดความสิ้นเปลืองเปลือกทุก 3 เดือน

6. การเจริญเติบโต

ก่อนการทดลองวัดเส้นรอบวงของลำต้นที่ความสูง 1.70 เมตร หลังจากนั้นทำการวัดเส้นรอบวงของลำต้นอีกครั้งในเดือนกันยายน

7. สรีรวิทยาในน้ำยาง

วิเคราะห์ห้องค์ประกอบทางชีวเคมีในน้ำยางเดือนละครั้งโดยวิเคราะห์น้ำยางตามวิธีการของ Gohet and Chantuma (1999) คือ ปริมาณเนื้อยางแห้ง ปริมาณน้ำตาลซูโครส ปริมาณอินทรีรี่ฟอสฟอรัส และปริมาณไรออล

8. การวิเคราะห์น้ำยาง

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

| | | |
|----------------------|---|---------------|
| $K_{\text{Sucปกติ}}$ | = | 1.90 – 2.00 |
| $K_{\text{Sucต่ำ}}$ | = | ใกล้เคียง 0.9 |
| $K_{\text{Sucสูง}}$ | = | ใกล้เคียง 4.0 |
| K_{Pi} | = | 4.00 – 4.20 |
| $K_{\text{R-SH}}$ | = | 0.12 – 0.14 |

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

เมื่อมาถึงห้องปฏิบัติการ นำหลอดตัวอย่างมาเขย่ากับ Vortex ส่วนของก้อนยางนำไปหาปริมาณเนื้อยางแห้ง โดยนำไปอบที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง ส่วนสารละลายใส่นำไปหาปริมาณน้ำตาลซูโครส อินทรีรี่ฟอสฟอรัส และไรออล ดังนี้

9. การวิเคราะห์หาปริมาณเนื้อยางแห้ง

เก็บน้ำยาง 10 หยด/ต้น (ใช้น้ำยางจากการวิเคราะห์ห้องค์ประกอบทางชีวเคมีข้างต้น) เริ่มจากชั่งน้ำหนักหลอดเปล่าทุกหลอด เติมสารละลาย EDTA เข้มข้น 0.01เปอร์เซ็นต์ 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

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

10. การวิเคราะห์หาปริมาณซูโครส

ปริมาณซูโครส ตามหลักการปฏิกิริยา Colormetric reaction ของซูโครสโดยให้กรดที่มีความเข้มข้นสูงๆ ทำให้น้ำตาลเฮกโซสแตกตัวให้อนุพันธ์ที่เรียกว่า Furfural derivative ซึ่งจะทำปฏิกิริยาได้ดีกับ Anthrone โดยน้ำตาลฟรุกโทสจะทำปฏิกิริยาอย่างรวดเร็วแม้ขณะที่ยังคงเป็นส่วนหนึ่งของโมเลกุลซูโครส 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 เป็น สารละลาย TCA เข้มข้น 2.5 เปอร์เซ็นต์ ปริมาตร 250 ไมโครลิตร สารตัวอย่างปริมาตร 250 ไมโครลิตร และ Anthrone reactive ปริมาตร 3 มิลลิลิตร

หากวัดค่าการดูดกลืนแสงได้สูงกว่า 0.8 ให้ปรับปริมาณสารต่างๆ เป็น สารละลาย 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 ซึ่งใช้ในการชักนำให้น้ำยางเกิดการตกตะกอน (Standard CRRC = 0.715 กรัม)

11. 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/น้ำยาง 1 ลิตร (mM/L) ตามสูตร

| | | |
|---------|---|---|
| [PI] mM | = | OD x K x [(Fw + W1 + W2) / Fw] |
| เมื่อ K | = | ค่าสัมประสิทธิ์การดูดกลืนแสงของอินทรีรี่ ฟอสฟอรัสจาก Standard curve |
| Fw | = | น้ำหนักน้ำยาสดในหน่วยกรัม |
| W1 | = | น้ำหนักน้ำกลั่นต่อหลอดในหน่วยกรัม (Standard CRRC = 5 กรัม) |
| W2 | = | น้ำหนักของ TCA เข้มข้น 20 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งใช้ในการชักนำให้น้ำ ยางเกิดการตกตะกอน (Standard CRRC = 0.715 กรัม) |

12. การวิเคราะห์หาปริมาณไฮออล

ปริมาณไฮออล ตามหลักการปฏิกิริยา Colormetric reaction ของไฮออลจะทำปฏิกิริยากับ 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 คำนวณความเข้มข้นของไฮออลในหน่วย มิลลิโมล/น้ำยาสด 1 ลิตร ตามสูตร

| | | |
|-----------|---|--|
| [R-SH] mM | = | OD x K x [(Fw + W1 + W2) / Fw] |
| เมื่อ K | = | ค่าสัมประสิทธิ์การดูดกลืนแสงของไฮออลจาก Standard curve |
| Fw | = | น้ำหนักน้ำยาสดในหน่วยกรัม |
| W1 | = | น้ำหนักน้ำกลั่นต่อหลอดในหน่วยกรัม (Standard CRRC = 5 กรัม) |
| W2 | = | น้ำหนักของ TCA เข้มข้น 20 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งใช้ในการชักนำให้น้ำ ยางเกิดการตกตะกอน (Standard CRRC = 0.71 กรัม) |

13. การประเมินอาการเปลือกแห้ง

ทำการประเมินระดับการเกิดอาการเปลือกแห้งของต้นยางพาราในช่วงเดือนพฤศจิกายน ซึ่งสามารถแบ่งระดับการเกิดอาการเปลือกแห้งของต้นยางพาราตามความยาวรอยกรีด โดยแบ่งการประเมินออกเป็น 7 ระดับ ซึ่งตัดแปลงจากวิธีการของ พเยาว์ และคณะ (2542) ดังนี้

- ระดับ 0 = ต้นปกติ (N_0)
- ระดับ 1 = ต้นมีอาการเปลือกแห้ง 1-20 เปอร์เซ็นต์ของความยาวรอยกรีด (N_1)
- ระดับ 2 = ต้นมีอาการเปลือกแห้ง 21-40 เปอร์เซ็นต์ของความยาวรอยกรีด (N_2)
- ระดับ 3 = ต้นมีอาการเปลือกแห้ง 41-60 เปอร์เซ็นต์ของความยาวรอยกรีด (N_3)
- ระดับ 4 = ต้นมีอาการเปลือกแห้ง 61-80 เปอร์เซ็นต์ของความยาวรอยกรีด (N_4)
- ระดับ 5 = ต้นมีอาการเปลือกแห้ง 81-99 เปอร์เซ็นต์ของความยาวรอยกรีด (N_5)
- ระดับ 6 = ต้นมีอาการเปลือกแห้ง 100 เปอร์เซ็นต์ของความยาวรอยกรีด (N_6)

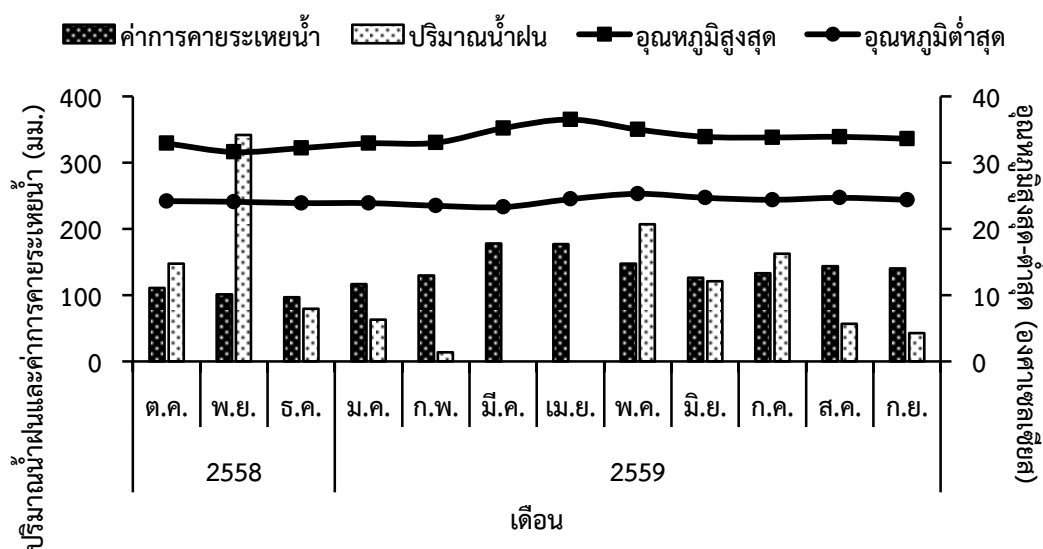
จากนั้นคำนวณเปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลงของต้นยางพาราตามความยาวรอยกรีด (% Dry Cut Length: % DCL) โดยคำนวณจากสูตร

$$\% \text{ DCL} = \frac{(N_1 \times 0.1) + (N_2 \times 0.3) + (N_3 \times 0.5) + (N_4 \times 0.7) + (N_5 \times 0.9) + (N_6)}{N_0 + N_1 + N_2 + N_3 + N_4 + N_5 + N_6} \times 100$$

ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง

1. สภาพอากาศ

ข้อมูลสภาพอากาศตลอดช่วงการทดลอง พบว่า ในช่วงเริ่มต้นการทดลองตั้งแต่เดือนตุลาคม 2558 เริ่มมีปริมาณฝนตกและตกหนักมากในเดือนพฤศจิกายน 2558 มีค่าปริมาณฝนสูงสุด 341.6 มม หลังจากนั้นปริมาณฝนเริ่มลดลงในเดือนธันวาคม 2558 สำหรับปี 2559 พบว่า มีฝนตกในเดือนมกราคมถึงเดือนกุมภาพันธ์แต่มีปริมาณฝนน้อยกว่าช่วงสามเดือนแรกของการทดลอง ในขณะที่เดือนมีนาคมไม่มีปริมาณน้ำฝนเนื่องจากเข้าสู่ช่วงฤดูแล้ง หลังจากนั้น มีปริมาณฝนตกในช่วงเดือนพฤษภาคมถึงเดือนกันยายน โดยมีปริมาณฝนสูงสุดในเดือนพฤษภาคม 206.9 มม การเพิ่มขึ้นของปริมาณน้ำฝนส่งผลต่อการลดลงของปริมาณผลผลิตยางพารา เนื่องจากจำนวนวันกรีดยางพาราลดลงสอดคล้องกับ Raj และคณะ (2011) รายงานว่า ปริมาณน้ำฝน อุณหภูมิ และช่วงแสงในแต่ละวัน มีผลกระทบต่อการพัฒนาการทางด้านสรีรวิทยาและศักยภาพการให้ผลผลิตของยางพารานอกจากนี้ ค่าการคายระเหยน้ำในช่วงการทดลองพบว่า มีค่าเพิ่มขึ้นเมื่อมีปริมาณน้ำฝนลดลง สำหรับค่าอุณหภูมิสูงสุด-ต่ำสุด พบว่า มีค่าใกล้เคียงกันตลอดระยะเวลาการทดลอง แต่อุณหภูมิสูงสุดมีค่าเพิ่มขึ้นในช่วงเดือนมีนาคมถึงเดือนเมษายน 2559 เนื่องจากเป็นช่วงฤดูแล้งที่ไม่มีวันฝนตก (ภาพที่ 2)



ภาพที่ 2 ปริมาณน้ำฝน ค่าการคายระเหยน้ำ และอุณหภูมิสูงสุด - ต่ำสุด ของเดือนตุลาคม 2558 - เดือนกันยายน 2559

2. ข้อมูลการวิเคราะห์ดิน คุณสมบัติทางกายภาพและทางเคมีบางประการของดิน

คุณสมบัติทางกายภาพและทางเคมีบางประการของดินในพื้นที่ทำการทดลอง พบว่า เนื้อดินในแปลงยางพาราที่ระดับ 0-30 ซม (ตารางที่ 3) มีเนื้อดินแบบ ดินร่วนเหนียวปนทราย (Sandy clay loam) มีปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดในดินเฉลี่ย 0.04 % ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์เฉลี่ย 5.97 มก/กก ปริมาณโพแทสเซียมเฉลี่ย 29.13 มก/กก และมีค่าความเป็นกรด-ด่างของดิน 4.7 โดยปกติในเขตพื้นที่ปลูกยางเดิมจะมีค่าความเป็นกรด-ด่างอยู่ในช่วง 4.3-5.0 ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด 0.06-0.14 % ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ 2-46 มก/กก และปริมาณโพแทสเซียม 20-77 มก/กก

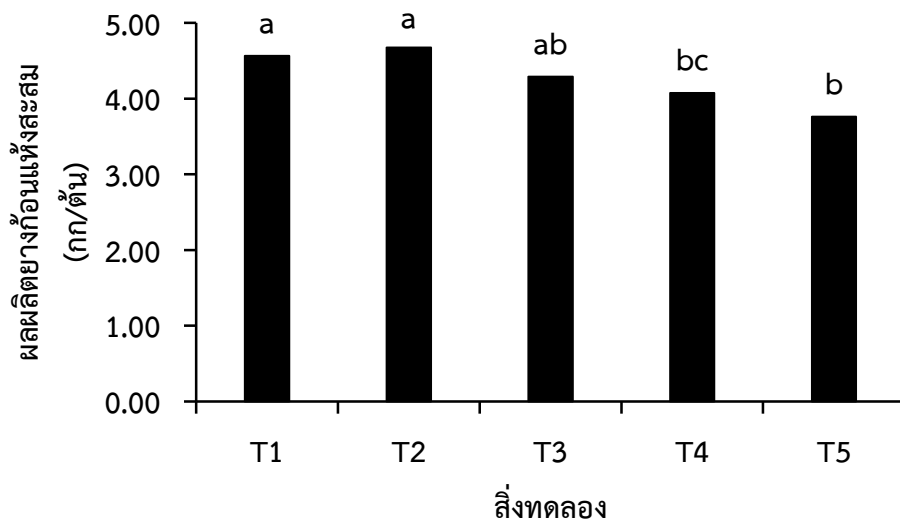
(นุชนารถ, 2551) อย่างไรก็ตาม เวทและสมยศ (2523) กล่าวว่า ดินปลูกยางพาราแต่ละชุดดินมีผลต่อการเจริญเติบโตและให้ผลผลิตอย่างไม่เท่ากัน ขึ้นอยู่กับสมบัติของดินมีความสำคัญมากน้อยเพียงใด

ตารางที่ 3 ข้อมูลการวิเคราะห์ดินแปลงยางพาราพันธุ์ RRIM 600

| สถานที่ | เนื้อดิน | ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด (%) | ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ (มก/กก) | โพแทสเซียม (มก/กก) | pH |
|---|--|---------------------------|---------------------------------------|--------------------|-----|
| แปลงยางพาราพันธุ์ RRIM 600 (6°48'0.7" N 100°56'37.2" E) | Sandy clay Loam (ดินร่วนเหนียวปนทราย) | 0.04 | 5.97 | 29.13 | 4.7 |

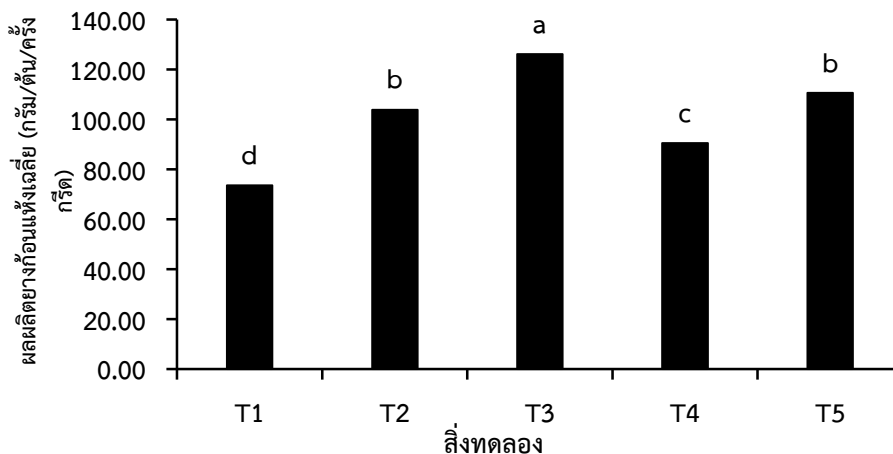
3. ข้อมูลผลผลิตยางพารา

ปริมาณผลผลิตยางก้อนแห้งสะสม (กก/ตัน) พบว่า ทุกระบบกรีตแสดงปริมาณผลผลิตยางก้อนแห้งสะสมแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ระบบกรีตแบบ T2 ให้ปริมาณผลผลิตสะสมสูงสุดคือ 4.68 กก./ตัน แต่ระบบกรีตแบบ T5 มีปริมาณผลผลิตสะสมน้อยสุดคือ 3.76 กก./ตัน ระบบกรีตที่ไม่ได้รับการกระตุ้นให้ผลผลิตสะสมสูงกว่าระบบกรีตที่ได้รับการกระตุ้น การใช้ระบบกรีตแบบ T3 ให้ผลผลิตลดลง 6% การใช้ระบบกรีตแบบ T4 ให้ผลผลิตลดลง 11% และการใช้ระบบกรีตแบบ T5 ให้ผลผลิตลดลง 18% เมื่อเปรียบเทียบกับระบบกรีตแบบ T1 อย่างไรก็ตาม เมื่อเปรียบเทียบระหว่างระบบกรีตที่ได้รับการกระตุ้นด้วยสารเร่งน้ำยางเอทธิพอน (T3, T4 และ T5) พบว่า ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ (ภาพที่ 3) การเปรียบเทียบระหว่างระบบกรีตที่มีความถี่ในการกรีตแบบวันเว้นวัน (d2) พบว่า ระบบกรีตแบบ T2 ซึ่งเป็นระบบกรีตแบบร่อยกรีดยาวครึ่งลำต้น (S/2) ไม่ได้รับการกระตุ้น ให้ปริมาณผลผลิตยางพาราสะสมสูงกว่าระบบกรีตแบบ T4 ซึ่งเป็นระบบกรีตแบบร่อยกรีดสั้น หนึ่งในสามของลำต้น (S/3) ที่ได้รับการกระตุ้นมากถึง 13% นอกจากนี้ การใช้ระบบกรีตที่มีความถี่ในการกรีตแบบวันเว้นสองวัน (d3) พบว่า ระบบกรีตแบบ T3 ซึ่งเป็นระบบกรีตแบบหน้ายาว (S/2) ร่วมกับการกระตุ้นให้ปริมาณผลผลิตสะสมสูงกว่าการใช้ระบบกรีตแบบ T5 ซึ่งเป็นระบบกรีตแบบร่อยกรีดสั้น (S/3) ร่วมกับการกระตุ้นมากถึง 12%



ภาพที่ 3 ผลผลิตอย่างก้อนแห้งสะสม (กก/ตัน) ของระบบกรีด 5 สิ่งทดลอง (T1: S/3 d1 2d/3; T2: S/2 d2; T3: S/2 d3 ET 2.5% Pa1(1) 8/y (m); T4: S/3 d2 ET 2.5% Pa1(1) 4/y (m); T5: S/3 d3 ET 2.5% Pa1(1) 12/y (m)) ตั้งแต่เดือนตุลาคม 2558 – เดือนกันยายน 2559 ตัวอักษรที่แตกต่างกันในแต่ละแท่งข้อมูลมีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ ($P \leq 0.05$) ตรวจสอบโดยวิธี DMRT

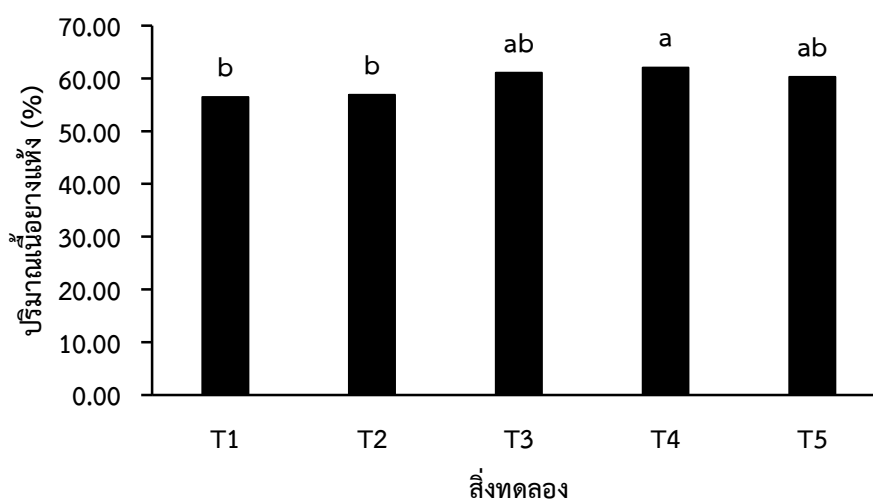
สำหรับผลผลิตอย่างก้อนแห้ง (กรัม/ต้น/ครั้งกรีด) พบว่า ทุกระบบกรีดมีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ การใช้ระบบกรีดแบบ T3 ให้ปริมาณผลผลิตอย่างก้อนแห้งเฉลี่ยสูงสุด 126.17 กรัม/ต้น/ครั้งกรีด ในขณะที่การใช้ระบบกรีดแบบ T1 ให้ปริมาณผลผลิตอย่างก้อนแห้งเฉลี่ยต่ำสุด 73.62 กรัม/ต้น/ครั้งกรีด การใช้ระบบกรีดแบบ T2 ให้ปริมาณผลผลิตไม่แตกต่างกันทางสถิติกับระบบกรีดที่ได้รับการกระตุ้นแบบ T5 (ภาพที่ 4) การใช้ระบบกรีดแบบ T3 ให้ผลผลิตอย่างก้อนแห้งเฉลี่ยมากกว่า 71% การใช้ระบบกรีดแบบ T4 ให้ผลผลิตอย่างก้อนแห้งเฉลี่ยมากกว่า 23% และการใช้ระบบกรีดแบบ T5 ให้ผลผลิตอย่างก้อนแห้งเฉลี่ยมากกว่า 50% เมื่อเปรียบเทียบกับการใช้ระบบกรีดแบบ T1 นอกจากนี้ การเปรียบเทียบระหว่างระบบกรีดที่มีความถี่ในการกรีดแบบวันเว้นวัน (d2) พบว่า ระบบกรีดแบบ T2 ซึ่งเป็นระบบกรีดแบบ S/2 ไม่ได้รับการกระตุ้น ให้ปริมาณผลผลิตอย่างพาราสะสมสูงกว่าระบบกรีดแบบ T4 ซึ่งเป็นระบบกรีดแบบ S/3 ที่ได้รับการกระตุ้นมากถึง 13% นอกจากนี้ การใช้ระบบกรีดที่มีความถี่ในการกรีดแบบวันเว้นสองวัน (d3) พบว่า ระบบกรีดแบบ T3 ซึ่งเป็นระบบกรีดแบบ S/2 ร่วมกับการกระตุ้นให้ปริมาณผลผลิตสะสมสูงกว่าการใช้ระบบกรีดแบบ T5 ซึ่งเป็นระบบกรีดแบบ S/3 ร่วมกับการกระตุ้นมากถึง 12%



ภาพที่ 4 ผลผลิตอย่างก้อนแห้งเฉลี่ย (ก/ต้น/ครั้งกรีด) ของระบบกรีด 5 สิ่งทดลอง (T1: S/3 d1 2d/3; T2: S/2 d2; T3: S/2 d3 ET 2.5% Pa1(1) 8/y (m); T4: S/3 d2 ET 2.5% Pa1(1) 4/y (m); T5: S/3 d3 ET 2.5% Pa1(1) 12/y (m)) ตั้งแต่เดือนตุลาคม 2558 ถึง เดือนกันยายน 2559
ตัวอักษรที่ต่างกันในแต่ละแห่งข้อมูลมีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ ($P \leq 0.05$)
ตรวจสอบโดยวิธี DMRT

4. ปริมาณเนื้อมันแห้งเฉลี่ย (%)

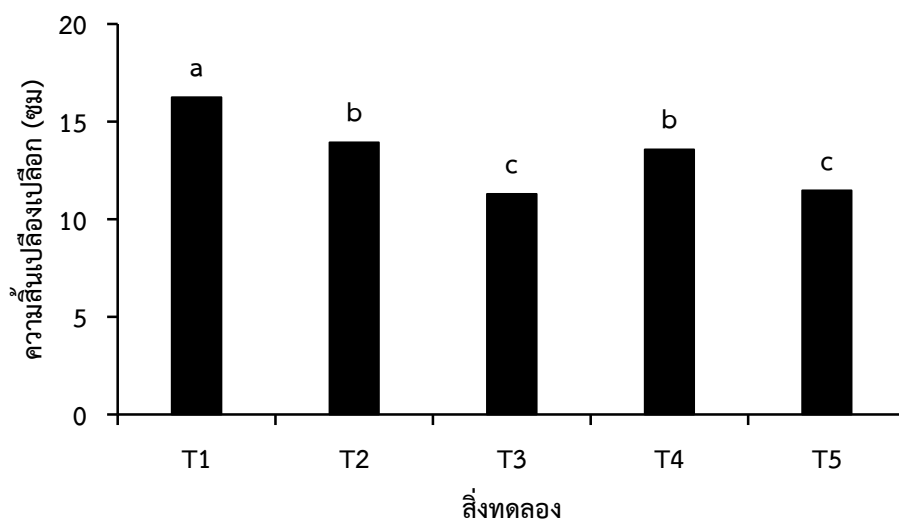
ปริมาณเนื้อมันแห้งเฉลี่ย (%) พบว่า มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ การใช้ระบบกรีดแบบ T4 มีปริมาณเนื้อมันแห้งเฉลี่ยสูงสุดในขณะที่การใช้ระบบกรีดแบบ T1 มีปริมาณเนื้อมันแห้งเฉลี่ยต่ำสุด อย่างไรก็ตาม การใช้ระบบกรีดรวมกับการกระตุ้นด้วยเอทิลีนมีแนวโน้มของปริมาณเนื้อมันแห้งสูงกว่าระบบกรีดที่ไม่ได้รับการกระตุ้น (ภาพที่ 5)



ภาพที่ 5 ปริมาณเนื้อมันแห้งเฉลี่ย (%) ของระบบกรีด 5 สิ่งทดลอง (T1: S/3 d1 2d/3; T2: S/2 d2; T3: S/2 d3 ET 2.5% Pa1(1) 8/y (m); T4: S/3 d2 ET 2.5% Pa1(1) 4/y (m); T5: S/3 d3 ET 2.5% Pa1(1) 12/y (m)) ตั้งแต่เดือนตุลาคม 2558 – เดือนกันยายน 2559
ตัวอักษรที่ต่างกันในแต่ละแห่งข้อมูลมีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ ($P \leq 0.05$)
ตรวจสอบโดยวิธี DMRT

5. ความสิ้นเปลืองเปลือก

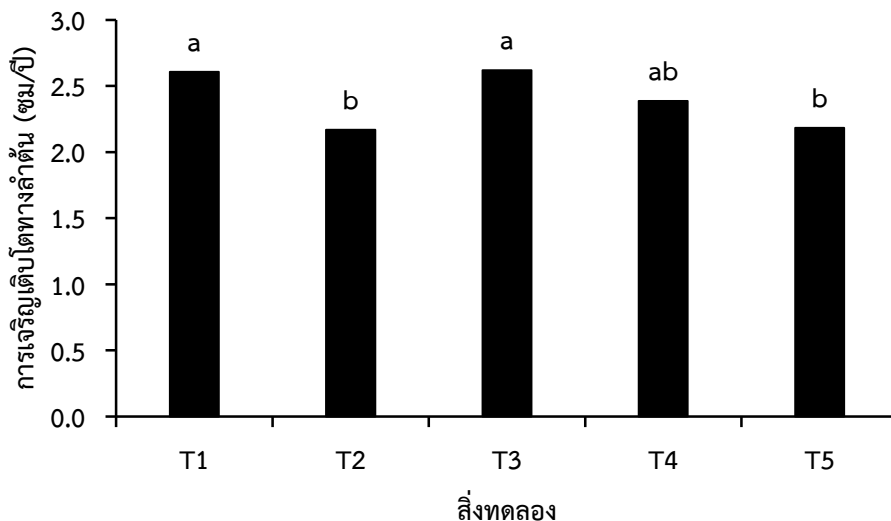
ความสิ้นเปลืองเปลือก (ชม) พบว่า มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญของระบบกรีด 5 สิ่งทดลอง การใช้ระบบกรีดแบบ T1 มีความสิ้นเปลืองเปลือกสูงสุด รองลงมาคือการใช้ระบบกรีดแบบ วันเว้นวัน (d2) ซึ่งเป็นระบบกรีดแบบ T2 และ T4 ในขณะที่การใช้ระบบกรีดแบบวันเว้นสองวัน (d3) ซึ่งเป็นระบบกรีดแบบ T3 และ T5 มีความสิ้นเปลืองเปลือกน้อยสุด (ภาพที่ 6)



ภาพที่ 6 ความสิ้นเปลืองเปลือก (ชม) ของระบบกรีด 5 สิ่งทดลอง (T1: S/3 d1 2d/3; T2: S/2 d2; T3: S/2 d3 ET 2.5% Pa1(1) 8/y (m); T4: S/3 d2 ET 2.5% Pa1(1) 4/y (m); T5: S/3 d3 ET 2.5% Pa1(1) 12/y (m)) ตั้งแต่เดือนตุลาคม 2558 – เดือนกันยายน 2559 ตัวอักษรที่ต่างกันในแต่ละแท่งข้อมูลมีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ ($P \leq 0.05$) ตรวจสอบโดยวิธี DMRT

6. การเจริญเติบโตทางลำต้น

การเจริญเติบโตทางลำต้น (ชม) พบว่า มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญระหว่างระบบกรีด 5 สิ่งทดลอง การใช้ระบบกรีดแบบ T1 และระบบกรีดแบบ T3 มีการเจริญเติบโตทางลำต้นสูงสุด คือ 2.6 ชม/ปี และการใช้ระบบกรีดแบบ T2 และระบบกรีดแบบ T5 มีการเจริญเติบโตทางลำต้นต่ำสุด คือ 2.2 ชม/ปี (ภาพที่ 7)



ภาพที่ 7 การเจริญเติบโตทางลำต้น (ชม/ปี) ของระบบกรีด 5 สิ่งทดลอง (T1: S/3 d1 2d/3; T2: S/2 d2; T3: S/2 d3 ET 2.5% Pa1(1) 8/y (m); T4: S/3 d2 ET 2.5% Pa1(1) 4/y (m); T5: S/3 d3 ET 2.5% Pa1(1) 12/y (m)) ตั้งแต่เดือนตุลาคม 2558 – เดือนกันยายน 2559; ตัวอักษรที่แตกต่างกันในแต่ละแท่งข้อมูลมีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ ($P \leq 0.05$) ตรวจสอบโดยวิธี DMRT

7. องค์ประกอบทางชีวเคมีของน้ำยาง

ตารางที่ 4 พบว่า ปริมาณของแข็งทั้งหมด (%) ไม่มีความแตกต่างทางสถิติระหว่างระบบกรีด 5 สิ่งทดลอง อย่างไรก็ตาม พบว่า การใช้ระบบกรีดแบบ T1 และ T3 มีปริมาณของแข็งทั้งหมดต่ำกว่าระบบกรีดแบบอื่นๆ นอกจากนี้การใช้ระบบกรีดแบบกรีดหนึ่งในสามของลำต้น (S/3) ของระบบกรีดแบบ T4 และระบบกรีดแบบ T5 ให้ปริมาณของแข็งทั้งหมดในปริมาณสูงกว่าระบบกรีดแบบอื่นๆ สำหรับปริมาณอนินทรีย์ฟอสฟอรัส (มลม) พบว่า ไม่มีความแตกต่างทางสถิติระหว่างระบบกรีด 5 สิ่งทดลอง การใช้ระบบกรีดแบบ T4 มีปริมาณอนินทรีย์ฟอสฟอรัสสูงกว่าระบบกรีดแบบอื่นๆ การเพิ่มขึ้นของค่าอนินทรีย์ฟอสฟอรัสในระบบกรีดที่ได้รับการกระตุ้นด้วยสารเคมีเนื่องจากแก๊สเอทธิลีนสามารถกระตุ้นให้กิจกรรมภายในเซลล์ท่อน้ำยางสูงขึ้นส่งผลให้ค่าอนินทรีย์ฟอสฟอรัสสูงขึ้น (Jacob and Prévot, 1989) และการใช้ระบบกรีดแบบ T5 มีค่าปริมาณต่ำสุด อย่างไรก็ตาม การใช้ระบบกรีดแบบ S/2 ของระบบกรีดแบบ T2 และระบบกรีดแบบ T3 มีปริมาณอนินทรีย์ฟอสฟอรัสในน้ำยางต่ำกว่าการใช้ระบบกรีดแบบที่เกษตรกรใช้ (T1) สำหรับปริมาณไรเออล พบว่า มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ การใช้ระบบกรีดแบบ T1 และระบบกรีดแบบ T2 มีค่าสูงสุด ในขณะที่ การใช้ระบบกรีดแบบวันเว้นสองวัน (d3) ของระบบกรีดแบบ T3 และระบบกรีดแบบ T5 มีค่าต่ำสุด อย่างไรก็ตาม พบว่า การใช้ระบบกรีดร่วมกับการกระตุ้นมีแนวโน้มของปริมาณไรเออลต่ำกว่าระบบกรีดที่ไม่ได้รับการกระตุ้นด้วยสารเร่งน้ำยางเอทธิพอน แต่อย่างไรก็ตาม ในสภาวะเครียดที่สูงขึ้นส่งผลต่อปฏิกิริยาภายในเซลล์ทำให้เกิดการลดลงของปริมาณไรเออล (Jacob *et al.*, 1988) ดังนั้น จึงแสดงให้เห็นว่า ระบบกรีดที่ได้รับการกระตุ้นด้วยสารเร่งน้ำยางเอทธิพอน (T3, T4 และ T5) จากการทดลองมีผลต่อการลดลงของปริมาณไรเออลเมื่อเปรียบเทียบกับระบบกรีดปกติที่ไม่ได้รับการกระตุ้นด้วยสารเคมี (T1 และ T2) จึงนำไปสู่การเกิดอาการเปลือกแห้งได้ เนื่องจากต้นยางได้รับความเครียด

ภายในท่อน้ำยางสูง สำหรับปริมาณซูโครส พบว่า มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ของระบบกรีด 5 สิ่งทดลอง การใช้ระบบกรีดแบบ T2 มีปริมาณซูโครสสูงสุดและการใช้ระบบกรีดแบบ T3 มีปริมาณต่ำสุด อย่างไรก็ตาม การใช้ระบบกรีดแบบ T1 และ T2 ซึ่งไม่ได้รับการกระตุ้นมีค่าปริมาณซูโครสสูงกว่าระบบกรีดที่ได้รับการกระตุ้นด้วยสารเร่งน้ำยางเอทธิพอน (T3, T4 และ T5) น้ำตาลซูโครสจะมีความสัมพันธ์ทางลบกับผลผลิต เนื่องจาก ระบบกรีดที่ให้ผลผลิตน้ำยางพาราสูงต่อครั้งกรีด ต้นยางพาราจะมีการนำซูโครสมาใช้ในการสร้างน้ำยางเพิ่มขึ้น ส่งผลให้ต้นยางพารามีปริมาณซูโครสลดลงเมื่อเทียบกับระบบกรีดแบบปกติ (พิศมัย และคณะ, 2546ข)

ตารางที่ 4 องค์ประกอบทางชีวเคมีของน้ำยางเฉลี่ย ประกอบด้วยปริมาณของแข็งทั้งหมด (%) ปริมาณอินทรีฟอสฟอรัส (มลม) ปริมาณไรฮอล (มลม) และปริมาณซูโครส (มลม) ของระบบกรีด 5 สิ่งทดลอง ช่วงระหว่างเดือนตุลาคม 2558 – เดือนกันยายน 2559

| สิ่งทดลอง | ปริมาณของแข็งทั้งหมด (%) | ปริมาณอินทรีฟอสฟอรัส (มลม) | ปริมาณไรฮอล (มลม) | ปริมาณซูโครส (มลม) |
|------------------------------------|--------------------------|----------------------------|--------------------|--------------------|
| T1: S/3 d1 2d/3 | 53.63 | 12.62 | 0.27 ^a | 6.16 ^a |
| T2: S/2 d2 | 53.97 | 11.59 | 0.27 ^a | 6.28 ^a |
| T3: S/2 d3 ET 2.5% Pa1(1) 8/y (m) | 53.63 | 11.98 | 0.20 ^b | 3.25 ^b |
| T4: S/3 d2 ET 2.5% Pa1(1) 4/y (m) | 54.50 | 12.97 | 0.23 ^{ab} | 3.77 ^b |
| T5: S/3 d3 ET 2.5% Pa1(1) 12/y (m) | 54.01 | 11.27 | 0.22 ^b | 3.77 ^b |
| F-test | ns | ns | * | ** |
| C.V. (%) | 1.89 | 20.02 | 11.65 | 14.29 |

ตัวอักษรที่แตกต่างกันในแต่ละคอลัมน์เป็นการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี DMRT

ns ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

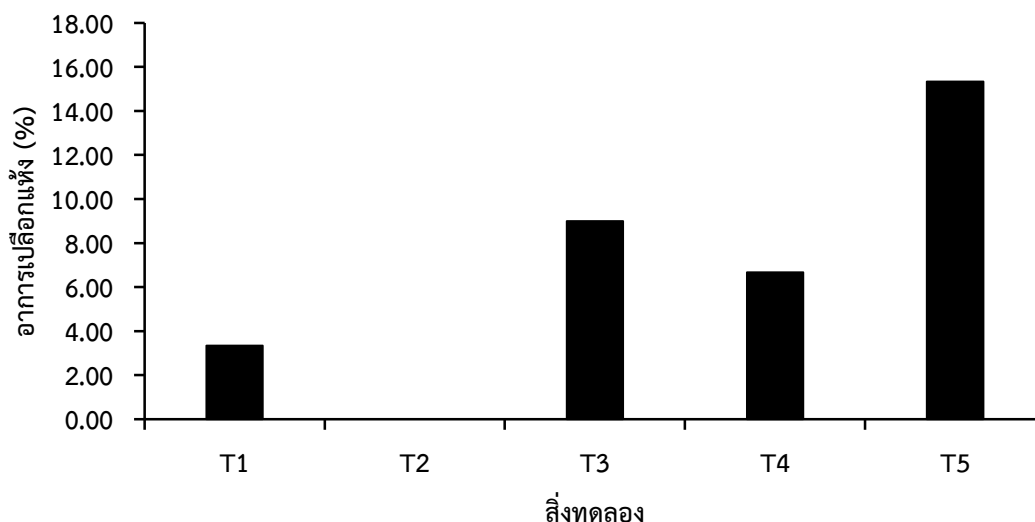
* มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ที่ระดับความเชื่อมั่น $p \leq 0.05$

** มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ที่ระดับความเชื่อมั่น $p \leq 0.01$

มลม (มิลลิโมล)

8. อาการเปลือกแห้ง

จากการศึกษาเปอร์เซ็นต์การเกิดอาการเปลือกแห้ง พบว่า ทุกระบบกรีดมีการแสดงออกของการเกิดอาการเปลือกแห้งยกเว้นการใช้ระบบกรีดแบบ T2 นอกจากนี้ การใช้ระบบกรีดแบบ T5 มีเปอร์เซ็นต์การเกิดอาการเปลือกแห้งสูงสุด คือ 15% รองลงมาคือการใช้ระบบกรีดแบบ T3 คือ 9% ระบบกรีดแบบ T4 คือ 6% และการใช้ระบบกรีดแบบที่เกษตรกรกรใช้ (T1) มีการเกิดอาการเปลือกแห้ง คือ 3% (ภาพที่ 8)



ภาพที่ 8 อาการเปลือกแห้ง (%) ของระบบกรีด 5 สิ่งทดลอง (T1: S/3 d1 2d/3; T2: S/2 d2; T3: S/2 d3 ET 2.5% Pa1(1) 8/y (m); T4: S/3 d2 ET 2.5% Pa1(1) 4/y (m); T5: S/3 d3 ET 2.5% Pa1(1) 12/y (m)) ตั้งแต่เดือนตุลาคม 2558 – เดือนกันยายน 2559

เมื่อพิจารณาในภาพรวม ผลการทดลองนี้แสดงให้เห็นว่า การใช้ระบบกรีดความถี่ต่ำโดยการให้สารกระตุ้นเอทธิฟอน 2.5% จำนวน 8 ครั้งต่อปี ใน T3 สามารถเพิ่มประสิทธิภาพแรงงานการกรีดได้อย่างมีนัยสำคัญ โดยไม่ส่งผลกระทบต่อผลกรีดทางสรีรวิทยาของต้นยางพารา ดังจะเห็นได้จากการทดลองในช่วง 1 ปี ไม่กระทบต่อการเจริญทางลำต้น ปริมาณเนื้อยางแห้ง และสรีรวิทยาของน้ำยาง อย่างไรก็ตาม มีจำนวนต้นที่แสดงอาการหน้ายางแห้งเพียง 9% ต่างจากการให้เอทธิฟอน 2.5% จำนวน 12 ครั้งต่อปี ที่มีอาการหน้ายางแห้ง 15% นอกจากนี้ความสิ้นเปลืองเปลือกต่ำกว่า ระบบกรีดที่เกษตรกรปฏิบัติคือ กรีดแบบ 2d/3 และที่กรมวิชาการแนะนำ d/2 อย่างมีนัยสำคัญ แสดงให้เห็นว่า ระบบกรีดแบบความถี่ต่ำจะช่วยยืดระยะเวลาการกรีดได้นานขึ้น ดังนั้นระบบกรีดครั้งลำต้นกรีดแบบวันเว้นสองวัน และ มีการใช้สารเคมีเร่งน้ำยางเอทธิฟอน ความเข้มข้น 2.5 เปอร์เซ็นต์ ทาบริเวณหน้ากรีด จำนวน 8 ครั้งต่อปี เป็นวิธีที่เหมาะสมที่เกษตรกรรายย่อยจะนำไปใช้ ในสภาวะที่ยางพาราตกต่ำ เพราะช่วยให้เกษตรกรมีเวลาในการทำกิจกรรมเพื่อเสริมรายได้ และแก้ปัญหาการขาดแคลนแรงงานคนกรีดได้ด้วย

สรุปผล

ผลจากการเปรียบเทียบระบบกรี๊ดทั้ง 5 วิธี พบว่าผลผลิตยางสะสมของระบบกรี๊ดแบบ T3 ไม่แตกต่างจาก T1 และ T2 ขณะที่ผลผลิตยางสะสมของ T4 และ T5 แตกต่างจาก T1 และ T2 โดยที่การใช้ระบบกรี๊ดแบบ T3 ให้ผลผลิตต่อครั้งกรี๊ดสูงสุดที่แตกต่างจากระบบกรี๊ดอื่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ปริมาณเนื้อยางแห้งของ T3, T4 และ T5 ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ ความสิ้นเปลืองเปลือกของ T3 และ T5 น้อยกว่าระบบกรี๊ดอื่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ การใช้ระบบกรี๊ดแบบ T2 และ T5 มีการเจริญเติบโตทางลำต้นต่ำ ขณะที่ T3, T1 และ T4 มีการเจริญเติบโตทางลำต้นไม่แตกต่างทางสถิติ ส่วนสรีรวิทยาของน้ำยาง พบว่าปริมาณของแข็งทั้งหมด และปริมาณอนินทรีย์ฟอสฟอรัส ไม่มีความแตกต่างทางสถิติระหว่างทรีตเมนต์ แต่มีผลทำให้ปริมาณไรฮออลและปริมาณซูโครสในระบบกรี๊ดที่มีการใช้สารกระตุ้นมีค่าลดลงอย่างชัดเจนเมื่อเปรียบเทียบกับที่ไม่ใช้สารกระตุ้น นอกจากนี้พบว่าระบบกรี๊ดแบบ T3 มีอาการเปลือกแห้งอยู่ในระดับปานกลาง (9%) ต่างจากระบบกรี๊ดแบบ T5 มีอาการเปลือกแห้งสูงสุด (15%) ดังนั้นการใช้ระบบกรี๊ดแบบ T3 เป็นวิธีที่เหมาะสมในการลดความถี่ในการกรี๊ด

เอกสารอ้างอิง

- กรรณิการ์ อีระวัฒน์สุข. 2550. พันธุ์ยาง. เอกสารและบทความทางวิชาการยางพารา. สถาบันวิจัยยางพารา กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. หน้า 33-51.
- กฤษดา สังข์สิงห์ และ รัตมี ด้านสกุลผล. 2541. สมบัติทางชีวเคมีของน้ำยางที่เกี่ยวข้องกับการให้ผลผลิตในยางบางพันธุ์. รายงานผลการวิจัย. สถาบันวิจัยยาง กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.
- กมุท สังข์ศิลา และ ธเนศ ถาวรพานิชย์โรจน์. 2545. อิทธิพลของสภาพแวดล้อม ลักษณะการแสดงออกของยาง และการจัดการต่อสถานภาพของน้ำในต้นยางและการให้ผลผลิตของยางพันธุ์ RRIM 600. รายงานโครงการ สรีรวิทยาการผลิตยางพารา. มหาวิทยาลัย เกษตรศาสตร์ วิทยาเขตบางเขน.
- จริงแท้ ศิริพานิช. 2549. สรีรวิทยาและเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยวฝักและผลไม้. พิมพ์ครั้งที่ 6, กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์: 396 หน้า.
- ฉกรรจ์ แสงรักษาวงศ์. 2532. ยุทธวิธีการเพิ่มผลผลิตยางก่อนการปลูกแทน. รายงานการประชุมวิชาการยางพารา ศูนย์วิจัยยางสงขลา ปี 2532 ณ ศูนย์วิจัยยางสงขลา อ.หาดใหญ่ จ.สงขลา วันที่ 13 กันยายน 2532 หน้า 11-20.
- ดลมนัส กาเจ. 2552. ใช้เทคโนโลยี “ริมโพล์” ในสวนยางทางเลือก-ทางรวยของเกษตรกร. หนังสือพิมพ์ คม ชัด ลึก, 19 ตุลาคม 2552.
- ธีรชาติ วิจิตชลชัย. 2541. การศึกษาอาการเปลือกแห้งของยางพารา. เอกสารประกอบการประชุมวิชาการยางพารา ณ โรงแรมบีพี แกรนด์ทาวเวอร์ อ.หาดใหญ่ จ.สงขลา วันที่ 18-20 กุมภาพันธ์ 2541. หน้า 91-102.
- นุชนารถ กังพิสดาร. 2551. การใช้ปุ๋ยยางพาราตามค่าวิเคราะห์ดิน. สถาบันวิจัยยาง กรมวิชาการเกษตร: 49 หน้า
- พนัส แพชนะ และ สมยศ สินธุรหัส. 2552. เปรียบเทียบผลผลิตยางโดยวิธีการกรีดกับวิธีการเจาะในยางพันธุ์ RRIM600 เปิดกรีดใหม่. รายงานผลการวิจัยเรื่องเติม ในการประชุมวิชาการยางพาราแห่งชาติ 5-6 มิถุนายน 2552 ณ เมืองทองธานี กรุงเทพมหานคร. หน้า 213-225.
- เพียว รมรินทร์สุขารมย์, ธีรชาติ วิจิตชลชัย, ณพรัตน์ วิจิตชลชัย, บุตรี วงศ์ถาวร, กรรณิการ์ อีระวัฒน์สุข และสุจินต์ แมนเหมือน. 2542. ปัจจัยเสี่ยงต่อการเกิดอาการเปลือกแห้งในยางพารา. รายงานการวิจัย. สถาบันวิจัยยาง กรมวิชาการเกษตร.
- พิชิต สฟโชค. 2536. การเพิ่มผลผลิตยางพาราหลังการผลัดใบ โดยการหยุดพักกรีดและใช้สารเคมีเร่งน้ำยางเมื่อเปิดกรีด. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์. 86 หน้า.
- พิชิต สฟโชค. 2544. การเพิ่มผลผลิตสวนยางขนาดเล็กโดยใช้ระบบกรีดที่เหมาะสม. รายงานสัมมนายางพาราแห่งประเทศไทย ครั้งที่ 4 เรื่อง “พัฒนายางพาราไทย กู้ภัยเศรษฐกิจ” 17-20 กันยายน 2544 ณ โรงแรม เจ บี อ.หาดใหญ่ จ.สงขลา. หน้า 276-287.
- พิชิต สฟโชค. 2547. การกรีดยาง. เอกสารวิชาการยางพารา. กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

- พิชิต สฟโซค. 2553. สัญลักษณ์สากลของเทคโนโลยีการเก็บเกี่ยวน้ำยาง (ปรับปรุงปี พ.ศ. 2551).
ว. ยางพารา 31: 34-45.
- พิชิต สฟโซค, วีรพงศ์ ตันอภิรมย์, โชคชัย เอนกชัย, นอง ยกถาวร, สุริยะ คงศิลป์ และเพิ่มพันธ์ คำนคร. 2544. การเพิ่มผลผลิตยางพาราในระยะเปลือกเดิม โดยการใช้สารเคมีเร่งน้ำยางร่วมระบบกรีตต่างๆ. รายงานผลการวิจัยยางพารา. สถาบันวิจัยยาง กรมวิชาการเกษตร, กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. หน้า 175-190.
- พิชิต สฟโซค, สุริยะ คงศิลป์, นอง ยกถาวร, สุเมธ พงศ์วรุณ, เพ็ญม วันชื่น, ยรรยงค์ ประเสริฐ, ประสาน บุญมรดก และ พันัส แพชนะ. 2546. การเพิ่มผลผลิตยางพาราและการใช้สารเคมีเร่งน้ำยาง. รายงานผลการวิจัยยางพารา. สถาบันวิจัยยาง กรมวิชาการเกษตร, กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 44 หน้า.
- พิชิต สฟโซค, พิศมัย จันทูมา และพนัส แพชนะ. 2550. การกรีตยางและการใช้สารเคมีเร่งน้ำยาง. เอกสารและบทความทางวิชาการยางพารา. สถาบันวิจัยยางพารา กรมวิชาการเกษตร, กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. หน้า 121-138.
- พิศมัย จันทูมา. 2543. การวิเคราะห์น้ำยางโดยวิธีซีวีเคมี. เอกสารการประชุมวิชาการยางพารา ประจำปี 2543 วันที่ 29-30 สิงหาคม 2543 ณ โรงแรม เจ. บี. อ.หาดใหญ่ จ.สงขลา. หน้า 94-107.
- พิศมัย จันทูมา. 2544. สรีรวิทยาของต้นยางกับระบบกรีต. เอกสารการประชุมวิชาการยางพารา ประจำปี 2544 ครั้งที่ 1 วันที่ 20-22 กุมภาพันธ์ 2544 ณ โรงแรมเชียงใหม่ฮิลล์ อ.เมือง จ.เชียงใหม่. หน้า 78-89.
- พิศมัย จันทูมา. 2551. ผลกระทบต่อผลผลิตเมื่อเปิดกรีตต้นยางที่มีขนาดต่ำกว่ามาตรฐาน. วารสารยางพารา ปีที่ 29 หน้า 32-47.
- พิศมัย จันทูมา. 2552. เทคโนโลยีและเงื่อนไขการจ้างแรงงานกรีตยางในภาคตะวันออก. วารสารยางพารา ปีที่ 30 หน้า 5-34.
- พิศมัย จันทูมา, พิชิต สฟโซค, วิทยา พรหมมี, พันัส แพชนะ, พรรษา อุดลยธรรม, นอง ยกถาวร, พิบูลย์ เพ็ชรยิ่ง และ สว่างรัตน์ สมนาค. 2546ก. การใช้องค์ประกอบทางชีวเคมีของน้ำยางตรวจสอบความสมบูรณ์ของต้นยาง สำหรับระบบกรีตที่เหมาะสม. รายงานผลการวิจัยยางพารา. สถาบันวิจัยยางพารา กรมวิชาการเกษตร, กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 43 หน้า.
- พิศมัย จันทูมา, อารักษ์ จันทูมา และ สว่างรัตน์ สมนาค. 2546ข. การเปลี่ยนแปลงองค์ประกอบชีวเคมีในท่อน้ำยางต่อระบบกรีตและผลผลิตยางพารา. รายงานผลการวิจัย ประจำปี 2546. สถาบันวิจัยยาง กรมวิชาการเกษตร, กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. หน้า 395-447.
- เวท ไทยนุกูล และสมยศ สันธูรทัส. 2523. ลักษณะของดินที่เหมาะสมสำหรับปลูกยางพารา. วารสารยางพารากองการยาง กรมวิชาการเกษตร 1: 30-31.
- สถาบันวิจัยยาง. 2543. คำแนะนำการกรีตยางและการใช้สารเคมีเร่งน้ำยางปี 2542. สถาบันวิจัยยาง กรมวิชาการเกษตร, กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.
- สถาบันวิจัยยาง. 2548. การกรีตยางและการใช้สารเคมีเร่งน้ำยาง. กรุงเทพฯ: กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.
- สถาบันวิจัยยาง. 2550. ข้อมูลวิชาการยางพารา ประจำปี 2550. กรุงเทพฯ: กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

- สถาบันวิจัยยาง. 2553. ข้อมูลวิชาการยางพารา 2553. สถาบันวิจัยยาง กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.
- อารมณั์ โรจน์สุจิตร์, สโรชา กรีธาทัฬ, สุเมธ พฤกษวรุณ, ปราโมทย์ คำพุทธ และประภา พงษ์อุทธา. 2551. การสำรวจอาการเปลือกแห้งของยางพาราในพื้นที่ปลูกยางภาคใต้ตอนบน. รายงานการวิจัย. สถาบันวิจัยยาง กรมวิชาการเกษตร.
- Chanasongram, 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.
- Charoenwut, C., Kongsawadworakul, P., Pichaut, J.P., Nandria, D., Sookmark, U., Narangajavana, J. and Chrestin, H. 2007. Cloning and characterization of specific molecular markers of rubber tree trunk phloem necrosis. CRRRI & IRRDB International Rubber Conference, Siem Reap, Cambodia, 12-13 November 2007, pp. 64-72.
- Chrestin, H., Gidrol, X. and Kush, A. 1997. Towards a latex molecular diagnostic of yield potential and the genetic engineering of the rubber tree. *Euphytica* 96 : 77-82.
- d' Auzac, J. 1989. Historical account of the hormonal stimulation of latex yield. *In* Physiology of Rubber Tree Latex' (eds. J. d' Auzac, J.L. jacop and H. Chrestin). Florida : CRC Press.
- de Faÿ, E. and Jacob, J.L. 1989. The bark dryness disease (Brown-bast) of *Hevea*. *In* Physiology of Rubber Tree Latex (eds. J. d' Auzac and H. Chrestin), pp.406-441. Boca Raton: CRC Press.
- de Jonge, P. 1969. Influence of depth of tapping on growth and yield of *Hevea brasiliensis*. *J. Rubber Res. Inst. Malaya*. 21: 348-352.
- Das, G., Alam, B., Raj, S., Dey S.K., Sethuraj, M.R. and Mandi, S.S. 2002. Over-exploitation associated changes in free radicals and its scavengers in *Hevea brasiliensis*. *J. Rubber Res.* 5: 28-40.
- Dian, K., Okaoma, K.M., Sangare, A. and Ake, S. 2007. Rubber particles proteins and sensitivity to the tapping panel dryness at *Hevea brasiliensis*. CRRRI & IRRDB International Rubber Conference, Siem Reap, Cambodia , 12-13 November 2007, pp. 474-481.
- 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., Hocepiéd, 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. IRRDB Workshop on Latex Harvesting Technologies, Selangor, Malaysia, 5-8 May 2008.
- 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.
- Isarankhool Na Ayutthaya, S., Junjittakarn, J., Do, F.C., Pannengetch, K., Maeght, J.L., Rochrteau, A. and Nandria, D. 2007. Drought and trunk phloem necrosis (TPN) effect on water status and xylem sap flow of *Hevea brasiliensis*. CRRI & IRRDB International Rubber Conference, Siem Reap, Cambodia, 12-13 November 2007, pp. 75-84.
- Jacob, J.L., Serres, E., Prevot, J.C., Lacrotte, R., Vidal, A., Eschbach, J.M. and D' Auzac, J. 1988. Development of the hevea latex diagnosis. *Agritrop*. 12: 97-115.
- Jacob J.L. and Prévot J.C. 1989. Bark dryness: histological, cytological and biochemical aspects. In Proceedings of a workshop on tree dryness Penang, Malaysia.
- 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 & Behavior* 4: 1072-1074.
- 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. Fran co-Thai project 2005-2008.
- 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.
- 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.* 27: 545-548.
- Mesquita, A.C., Oliceira, LEM., 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.

- Nandris, D., Moreau, R., Pellegrin, F. and Chrestin, H. 2005. Rubber tree bark necrosis: advances in symptomatology, etiology, epidemiology and causal factors of a physiological trunk disease. *Trop. Agri. Sci. and Tech.* 28: 1-8.
- Nugawela, A., Peries, M.R.C., Wijesekera, S. and Samarasekera, R.K. 2000. Evaluation of d/3 tapping with stimulation to alleviate problems related to d/2 tapping of *Hevea*. *Journal of the Rubber Research Institute of Sri Lanka* 83:49-61.
- Paardekooper, E.C. 1989. Exploitation of the rubber tree. *In Rubber* (eds. C.C. Wester and W.J. Baulkwill), pp. 349-414. New York: Longman Scientific and Technical.
- Pierret, A., Doussan, C., Pagès, L., Do, F.C., Gonkhamdee, S., Maeght, J.L., Chintachao, W. and Nandris, D. 2007. Is impeded root growth related to the occurrence of rubber tree trunk phloem necrosis (TPN)? Preliminary results from NE Thailand. *CRRI & IRRDB International Rubber Conference, Siem Reap, Cambodia*, 12-13 November 2007, pp. 489-498.
- Raj, S., Satheesh, P.R. and Jacob, J. 2011. Evidence for climate warming in some natural rubber growing regions of South India. *Natural Rubber Research* 24:10-17.
- 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., Lacointe, 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.
- Sookmark, U., R, V.P., Chrestin, H., Lacote, R., Naiyaneter, C., Seguin, M., Romruensukharom, P. and Narangajavana, J. 2002. Characterization of polypeptides accumulated in the latex cytosol of rubber trees affected by the tapping panel dryness syndrome. *Plant Cell Physiol.* 43: 1323-1333.
- Soumahin, E.F., Obouateba, S. and Anno, P.A. 2009. Low tapping frequency with hormonal stimulation on *Hevea brasiliensis* clone PB 217 reduces tapping manpower requirement. *Journal of Animal & Plant Sciences* 2:109-117.
- Venkatachalam, P., Jayasree, P.K., Sushmakumari, S., Jayashree, R., Rekha, K., Sobha, S., Priya, P., Kala, R.G. and Thulaseedharan, A. 2007. Current perspectives on application of biotechnology to assist the genetic improvement of rubber tree (*Hevea brasiliensis* Muell. Arg.): An Overview. *Functional Plant Science and Biotechnology* 1: 1-17.

ภาคผนวก



ภาพภาคผนวกที่ 1 ระบบกรีดแบบ S/3 d1 2d/3



ภาพภาคผนวกที่ 2 ระบบกรีดแบบ S/2 d2



ภาพภาคผนวกที่ 3 ระบบกรีตแบบ S/2 d3 ET 2.5% Pa1(1) 8/y (m)



ภาพภาคผนวกที่ 4 ระบบกรีตแบบ S/3 d2 ET 2.5% Pa1(1) 4/y (m)



ภาพภาคผนวกที่ 5 ระบบกรี๊ดแบบ S/3 d3 ET 2.5% Pa1(1) 10/y (m)



ภาพภาคผนวกที่ 6 ลักษณะพื้นที่สวนยางพาราสำหรับใช้ในงานทดลอง