รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์

การกระจายตัวของน้ำตาลซูโครสและกระบวนการเมแทบอลิซึมในน้ำยางบริเวณต้นยางภายใต้ระบบกรีดยางและสารกระตุ้นต่างกันในต้นยางอ่อนที่เปิดกรีดแล้วและต้นยางแก่

Sucrose and Metabolism Distribution in Latex Producing at the Trunk Level under Different Tapping System with Stimulation in Young Tapping Rubber Trees and Old Tapping Rubber Trees

คณะนักวิจัย

รวีย์รัชต์ รักขันธ์
สุภาณี ชนะวีรวรรณ
สายัณห์ สดุดี

โครงการวิจัยนี้ได้รับทุนสนับสนุนจากงบประมาณเงินรายได้ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์
ประจำปีงบประมาณ 2555 รหัสโครงการ NAT5501375

รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์

การกระจายตัวของน้ำตาลซูโครสและกระบวนการเมแทบอลิซึมในน้ำยางบริเวณต้นยางภายใต้ระบบกรีดยางและสารกระตุ้นต่างกันในต้นยางอ่อนที่เปิดกรีดแล้วและต้นยางแก่

Sucrose and Metabolism Distribution in Latex Producing at the Trunk Level under Different Tapping System with Stimulation in Young Tapping Rubber Trees and Old Tapping Rubber Trees

คณะนักวิจัย

รวีย์รัชต์ รักขันธ์
สุภาณี ชนะวีรวรรณ
สายัณห์ สดุดี

โครงการวิจัยนี้ได้รับทุนสนับสนุนจากงบประมาณเงินรายได้ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์
ประจำปีงบประมาณ 2555 รหัสโครงการ NAT5501375

กิตติกรรมประกาศ

โครงการการกระจายตัวของน้ำตาลซูโครสและกระบวนการเมแทบอลิซึมในน้ำยางบริเวณต้นยางภายใต้ระบบกรีดยางและสารกระตุ้นต่างกันในต้นยางอ่อนที่เปิดกรีดแล้วและต้นยางแก่ โดยได้รับทุนสนับสนุนการวิจัยจากงบประมาณเงินรายได้ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ ประจำปี 2555 ได้รับความร่วมมือการสนับสนุนสถานที่การทำวิจัยและวิเคราะห์ข้อมูลจาก ภาควิชาพืชศาสตร์ คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ และสถานีวิจัยเทพา อำเภอเทพา จังหวัดสงขลา โครงการดังกล่าวได้สำเร็จลงด้วยดีทุกประการ จึงขอขอบคุณเป็นอย่างยิ่งมา ณ โอกาสนี้

นางสาวรวีย์รัชต์ รักขันธ์
หัวหน้าโครงการวิจัย

บทคัดย่อ

การเพิ่มผลผลิตยางพาราด้วยการพัฒนาระบบกรีดร่วมกับการกระตุ้นด้วยแก๊สเอทธิลีนมีอิทธิพลมากขึ้นในกลุ่มเกษตรกรที่ต้องการเพิ่มรายได้ต่อครั้งกรีด ดังนั้น ได้มีการศึกษาการกระจายตัวของน้ำตาลซูโครสและกระบวนการเมแทบอลิซึมในน้ำยางบริเวณต้นยางภายใต้ระบบกรีดยางและสารกระตุ้นต่างกันในต้นยางอ่อนที่เปิดกรีดแล้วและต้นยางแก่ เพื่อทดสอบประสิทธิภาพของระบบกรีด โดยทำการศึกษาในพื้นที่จังหวัดสงขลาในช่วงระหว่างปี พ.ศ. 2555 ในพื้นที่สถานีวิจัยเทพา อำเภอเทพา จังหวัดสงขลา วางแผนการทดลองแบบ One Tree Plot Design (OTPD) จำนวน 4 ซ้ำ การทดลองในแปลงยางอ่อนที่เปิดกรีดแล้ว ประกอบด้วย 4 ระบบกรีด คือ T1: S/3 2d/3, T2: S/6 d3, T3: S/6 d3 ร่วมกับ RRIMFLOW และ T4: S/6 d3 ร่วมกับ LET สำหรับการการทดลองในแปลงยางแก่ ประกอบด้วย 4 ระบบกรีด คือ T1: S/3↑ 2d/3, T2: S/8↑ d3, T3: S/8↑ d3 ร่วมกับ RRIMFLOW และ T4: S/8↑ d3 ร่วมกับ LET ผลการทดลอง พบว่า การใช้ระบบกรีดแบบ S/6 d3 ร่วมกับ RRIMFLOW ในแปลงยางอ่อนที่เปิดกรีดแล้วและระบบกรีด S/8↑ d3 ร่วมกับ RRIMFLOW ในแปลงยางแก่ ให้ปริมาณผลผลิตเฉลี่ยต่อครั้งกรีดสูงสุดและให้ปริมาณผลผลิตสะสมเฉลี่ยไม่แตกต่างทางสถิติในแปลงยางอ่อนที่เปิดกรีดแล้วแต่เพิ่มผลผลิตสะสมเฉลี่ยได้สูงในแปลงยางแก่เมื่อเปรียบเทียบกับการใช้ระบบกรีดแบบที่เกษตรกรใช้ การเจริญเติบโตทางลำต้นยางพาราไม่มีความแตกต่างทางสถิติในแปลงยางอ่อนที่เปิดกรีดแล้ว แต่จะมีอัตราการเจริญทางลำต้นลดลงในระบบกรีดที่ได้รับการกระตุ้นด้วยแก๊สเอทธิลีนของยางพาราในแปลงยางแก่ การกระจายตัวของปริมาณซูโครสเฉลี่ยในลำต้นยางพาราของแปลงยางอ่อนที่เปิดกรีดแล้วภายใต้ระบบกรีดที่ไม่ได้รับการกระตุ้นด้วยแก๊สเอทธิลีนมีค่าอยู่ในระดับสูงถึงสูงมาก แต่ระบบกรีดที่ได้รับการกระตุ้นจะมีค่าปริมาณซูโครสอยู่ในระดับปานกลาง อย่างไรก็ตาม แปลงยางแก่มีค่าอยู่ในระดับปานกลางถึงสูงของทุกระบบกรีด การกระจายตัวของปริมาณอนินทรีย์ฟอสฟอรัสเฉลี่ยในลำต้นยางพาราของแปลงยางอ่อนที่เปิดกรีดแล้วมีค่าอยู่ในระดับปานกลางถึงสูงของทุกระบบกรีด แต่ในแปลงยางแก่มีค่าอนินทรีย์ฟอสฟอรัสเฉลี่ยอยู่ในระดับสูง ดังนั้น การใช้เอทธิลีนเพื่อเพิ่มผลผลิตยางพาราในแต่ละระบบกรีดต้องพิจารณาให้เหมาะสมกับยางพาราและทำให้เกิดความสมดุลของปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการสร้างน้ำยางโดยเฉพาะอย่างยิ่งปริมาณซูโครสและปริมาณอนินทรีย์ฟอสฟอรัสภายในท่อน้ำยาง

Abstract

The increasing of latex yield by developing the tapping system with ethylene stimulation are influenced to rubber smallholder getting income per tapping. To test the efficiency of tapping with stimulation, sucrose and metabolism distribution in latex producing at the trunk level under different tapping system with stimulation were studied at Thepa Research Station in Songkhla province. The experiment was designed as One Tree Plot Design (OTPD) with 4 replications. In young tapping rubber tree plot (11 year-old), there was 4 treatments; T1: S/3 2d/3, T2: S/6 d3, T3: S/6 d3 with RRIMFLOW and T4: S/6 d3 with LET and in old tapping rubber tree plot (22 year-old), there was 4 treatments; T1: S/3↑ 2d/3, T2: S/8↑ d3, T3: S/8↑ d3 with RRIMFLOW and T4: S/8↑ d3 with LET. The Result showed that the S/6 d3 with RRIMFLOW tapping system in young tapping rubber tree and S/8↑ d3 with RRIMFLOW tapping system in old tapping rubber tree gave the highest average latex yield per tapping. The average cumulative latex yield was no significant different in young tapping rubber tree but it was increased in old tapping rubber tree comparing with traditional tapping system. Girth increment was low in the stimulation treatments of old tapping rubber tree. An average of sucrose distribution in the trunk level of young tapping rubber tree that was no stimulation treatments were high to very high sucrose values, however, it was medium sucrose values in stimulation treatments. In old tapping rubber tree, all treatments showed medium to high sucrose values. An average of inorganic phosphorus distribution in the trunk level of young tapping rubber tree showed medium to high inorganic phosphorus values, however, it was high inorganic phosphorus values of old tapping rubber tree. Hence, it indicated that the use of ethylene stimulation in each tapping system should consider to appropriate with rubber tree and to control the balance of sucrose and inorganic phosphorus content in the trunk level of rubber tree.

สารบัญ

รายการ	หน้า
กิตติกรรมประกาศ	ก
บทคัดย่อ	ข
Abstract	ค
สารบัญ	ง
สารบัญตาราง	จ
สารบัญภาพ	ฉ-ช
สารบัญภาพผนวก	ซ
บทนำ	1
วัตถุประสงค์	1
ตรวจเอกสาร	2
วิธีการทดลอง	7
ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง	14
สรุปผลการทดลอง	40
เอกสารอ้างอิง	41
ภาคผนวก	44

สารบัญตาราง

รายการ หน้า
ตารางที่ 1 ปริมาณผลผลิตยางพาราเฉลี่ยในแปลงยางอ่อน (กรัมต่อต้นต่อครั้งกรีด)
ของระบบกรีด 4 สิ่งทดลอง ตั้งแต่เดือนตุลาคม 2555 – กรกฎาคม 2556 15
ตารางที่ 2 ปริมาณผลผลิตยางพาราเฉลี่ยในแปลงยางอ่อน (กิโลกรัมต่อต้น)
ของระบบกรีด 4 สิ่งทดลอง ตั้งแต่เดือนตุลาคม 2555 – กรกฎาคม 2556 15
ตารางที่ 3 ปริมาณผลผลิตยางพาราเฉลี่ยในแปลงยางแก่ (กรัมต่อต้นต่อครั้งกรีด)
ของระบบกรีด 4 สิ่งทดลอง ตั้งแต่เดือนตุลาคม 2555 – กรกฎาคม 2556 17
ตารางที่ 4 ปริมาณผลผลิตยางพาราเฉลี่ยในแปลงยางแก่ (กิโลกรัมต่อต้น)
ของระบบกรีด 4 สิ่งทดลอง ตั้งแต่เดือนตุลาคม 2555 – กรกฎาคม 2556 17

สารบัญภาพ

รายการ	หน้า
ภาพที่ 1 อุปกรณ์ในการติดตั้ง RRIMFLOW	8
ภาพที่ 2 อุปกรณ์ในการติดตั้ง LET	8
ภาพที่ 3 ตำแหน่งที่สุ่มเก็บตัวอย่างน้ำยาง ระบบกรีดหนึ่งในสามของลำต้น	9
ภาพที่ 4 ตำแหน่งที่สุ่มเก็บตัวอย่างน้ำยาง ระบบกรีดหนึ่งในหกของลำต้น	9
ภาพที่ 5 ตำแหน่งที่สุ่มเก็บตัวอย่างน้ำยาง ระบบกรีดหนึ่งในแปดของลำต้น	10
ภาพที่ 6 อัตราการเจริญเติบโตของลำต้น (เซนติเมตร) ในแปลงยางอ่อน ของระบบกรีด 4 สิ่งทดลอง ตั้งแต่เดือนตุลาคม 2555 – กรกฎาคม 2556	16
ภาพที่ 7 อัตราการเจริญเติบโตของลำต้น (เซนติเมตร) ในแปลงยางแก่ ของระบบกรีด 4 สิ่งทดลอง ตั้งแต่เดือนตุลาคม 2555 – กรกฎาคม 2556	18
ภาพที่ 8 การกระจายตัวของปริมาณน้ำตาลซูโครสรอบลำต้นยางพาราภายใต้ ระบบกรีด S/3 2d/3 ในแปลงยางอ่อน	20
ภาพที่ 9 การกระจายตัวของปริมาณน้ำตาลซูโครสรอบลำต้นยางพาราภายใต้ ระบบกรีด S/6 d3 ในแปลงยางอ่อน	21
ภาพที่ 10 การกระจายตัวของปริมาณน้ำตาลซูโครสรอบลำต้นยางพาราภายใต้ ระบบกรีด S/6 d3 ร่วมกับ RRIMFLOW ในแปลงยางอ่อน	22
ภาพที่ 11 การกระจายตัวของปริมาณน้ำตาลซูโครสรอบลำต้นยางพาราภายใต้ ระบบกรีด S/6 d3 ร่วมกับ LET ในแปลงยางอ่อน	23
ภาพที่ 12 การกระจายตัวของปริมาณน้ำตาลซูโครสรอบลำต้นยางพาราภายใต้ ระบบกรีด S/3 2d/3 ในแปลงยางแก่	25
ภาพที่ 13 การกระจายตัวของปริมาณน้ำตาลซูโครสรอบลำต้นยางพาราภายใต้ ระบบกรีด S/8 d3 ในแปลงยางแก่	26
ภาพที่ 14 การกระจายตัวของปริมาณน้ำตาลซูโครสรอบลำต้นยางพาราภายใต้ ระบบกรีด S/8 d3 ร่วมกับ RRIMFLOW ในแปลงยางแก่	27
ภาพที่ 15 การกระจายตัวของปริมาณน้ำตาลซูโครสรอบลำต้นยางพาราภายใต้ ระบบกรีด S/8 d3 ร่วมกับ LET ในแปลงยางแก่	28
ภาพที่ 16 การกระจายตัวของปริมาณอนินทรีย์ฟอสฟอรัสรอบลำต้นยางพาราภายใต้ ระบบกรีด S/3 2d/3 ในแปลงยางอ่อน	30
ภาพที่ 17 การกระจายตัวของปริมาณอนินทรีย์ฟอสฟอรัสรอบลำต้นยางพาราภายใต้ ระบบกรีด S/6 d3 ในแปลงยางอ่อน	31
ภาพที่ 18 การกระจายตัวของปริมาณอนินทรีย์ฟอสฟอรัสรอบลำต้นยางพาราภายใต้ ระบบกรีด S/6 d3 ร่วมกับ RRIMFLOW ในแปลงยางอ่อน	32

สารบัญภาพ (ต่อ)

รายการ หน้า
ภาพที่ 19 การกระจายตัวของปริมาณอนินทรีย์ฟอสฟอรัสรอบลำต้นยางพาราภายใต้ระบบกรีด S/6 d3 ร่วมกับ LET ในแปลงยางอ่อน 33
ภาพที่ 20 การกระจายตัวของปริมาณอนินทรีย์ฟอสฟอรัสรอบลำต้นยางพาราภายใต้ระบบกรีด S/3 2d/3 ในแปลงยางแก่ 35
ภาพที่ 21 การกระจายตัวของปริมาณอนินทรีย์ฟอสฟอรัสรอบลำต้นยางพาราภายใต้ระบบกรีด S/8 d3 ในแปลงยางแก่ 36
ภาพที่ 22 การกระจายตัวของปริมาณอนินทรีย์ฟอสฟอรัสรอบลำต้นยางพาราภายใต้ระบบกรีด S/8 d3 ร่วมกับ RRIMFLOW ในแปลงยางแก่ 37
ภาพที่ 23 การกระจายตัวของปริมาณอนินทรีย์ฟอสฟอรัสรอบลำต้นยางพาราภายใต้ระบบกรีด S/8 d3 ร่วมกับ LET ในแปลงยางแก่ 38

สารบัญรูปผนวก

รายการ หน้า
รูปผนวกที่ 1 เตรียมต้นยางทำแผนที่เพื่อสุ่มเก็บตัวอย่างน้ำยาง โดยลากเส้นแบ่งแนวระดับขนานกับรอยกรีดยาง 45
รูปผนวกที่ 2 เก็บน้ำยางโดยการเจาะเข้าไปในเปลือกยางจนถึงเนื้อไม้และใช้หลอดพลาสติกสอดเข้าไปในรูเพื่อเก็บตัวอย่างน้ำยาง 45

บทนำ

ยางพาราเป็นพืชเศรษฐกิจที่สำคัญของประเทศไทย โดยเป็นผู้ผลิตและส่งออกยางธรรมชาติมากที่สุดของโลก จากการรายงานของสำนักงานเศรษฐกิจการเกษตรในปี 2553 พบว่า ประเทศไทยมีพื้นที่ปลูกยางพาราประมาณ 17.98 ล้านไร่ ผลผลิตรวม 3.05 ล้านตัน ประมาณ 95 % เป็นพื้นที่ปลูกของเกษตรกรรายย่อย การปลูกยางพารานั้นมักประสบปัญหาเรื่องปริมาณผลผลิตน้ำยางต่อพื้นที่ปลูกต่ำกว่าที่ควร ส่งผลกระทบต่อรายได้ของเกษตรกรและทำให้ผลผลิตยางโดยรวมของประเทศสูญเสียไป ปัจจุบันเกษตรจึงนำเทคโนโลยีการเพิ่มผลผลิตน้ำยางด้วยแก๊สเอทธิลีนเข้ามาช่วยจัดการผลผลิตในสวนยาง ช่วยให้ผลผลิตน้ำยางเพิ่มขึ้น 2-3 เท่า คือ RRIMFLOW, LET I, Double TEX และ การทาด้วยสารเอทิฟอน (ethephon) มาใช้กับยางพาราก่อนโค่น โดยแก๊สเอทธิลีนจะไปกระตุ้นการทำงานของเอนไซม์ ATPase ทำให้เกิดการเหนี่ยนนำของโปรตอนเข้าสู่เซลล์ สังเคราะห์น้ำยาง เร่งการเคลื่อนย้ายน้ำตาลซูโครส ซึ่งเป็นสารตั้งต้นในการสังเคราะห์น้ำยาง นอกจากนี้สามารถเร่งการเคลื่อนย้ายโมเลกุลของน้ำในเซลล์ข้างเคียงเข้าสู่เซลล์สังเคราะห์น้ำยางทำให้น้ำยางไหลนานกว่าปกติ ซึ่งเป็นการเพิ่มประสิทธิภาพของระบบกรีดต่อครั้งกรีด รวมถึงสามารถเพิ่มรายได้ของเกษตรกร และเนื่องจากในช่วงปี 2553 ราคายางพาราได้สูงขึ้นอย่างต่อเนื่องมาจนถึงปี 2554 จึงเป็นแรงจูงใจให้เกษตรกรชาวสวนยางนำเทคโนโลยีดังกล่าวมาใช้กับต้นยางอายุน้อยกว่า 15 ปี เพื่อต้องการปริมาณผลผลิตเพิ่มขึ้น ซึ่งจะส่งผลให้อายุการให้ผลผลิตน้ำยางของต้นยางสั้นลงได้ ทั้งที่การใช้แก๊สเอทธิลีนเหมาะกับยางอายุมากก่อนที่จะโค่น นอกจากนี้การใช้แก๊สเอทธิลีนมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยาของต้นยางและองค์ประกอบทางชีวเคมีในน้ำยาง โดยเฉพาะปริมาณน้ำตาลซูโครสที่จะลดลงด้วย

ดังนั้นจึงมีความจำเป็นอย่างยิ่งที่ต้องมีการศึกษาถึงการกระจายตัวของน้ำตาลซูโครสและกระบวนการเมทาบอลิซึมในน้ำยางบริเวณต้นยางภายใต้ระบบกรีดยางและสารกระตุ้นต่างกันของต้นยางอ่อนที่เปิดกรีดแล้วและต้นยางแก่ เพื่ออธิบายสมดุลของน้ำตาลซูโครสที่เก็บสะสมกับน้ำตาลซูโครสที่ใช้เพื่อสร้างผลผลิตน้ำยางและอธิบายกระบวนการเมทาบอลิซึมบริเวณเปลือกยางที่มีความสัมพันธ์เกี่ยวเนื่องกับระบบกรีดและการใช้แก๊สเอทธิลีนเร่งน้ำยางทำให้ได้ข้อมูลที่ถูกต้องและสามารถตัดสินใจเลือกใช้เทคโนโลยีที่เหมาะสมกับการเพิ่มผลผลิตยาง

วัตถุประสงค์

1. อธิบายสมดุลของน้ำตาลซูโครสที่เก็บสะสมกับน้ำตาลซูโครสที่ใช้เพื่อสร้างผลผลิตน้ำยางและอธิบายเมทาบอลิซึมบริเวณเปลือกยางที่มีความสัมพันธ์เกี่ยวเนื่องกับระบบกรีดและการใช้แก๊สเอทธิลีนเร่งน้ำยาง

2. นำข้อมูลการวิเคราะห์น้ำยางทำแผนที่ของปริมาณน้ำตาลซูโครสและกระบวนการเมทาบอลิซึมต่อการใช้ระบบกรีดยางและสารกระตุ้นต่างกันที่มีผลต่อการเพิ่มผลผลิตน้ำยาง

3. หาเทคโนโลยีเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพวิธีการผลิต ลดต้นทุนและการลดการสูญเสีย เป็นแนวทางในการแก้ไขและแนะนำ เกษตรกรโดยเฉพาะในเกษตรกรที่มีสวนยางขนาดเล็กต่อไป

ตรวจเอกสาร

ยางพารา เป็นไม้ยืนต้น มีถิ่นกำเนิดในเขตร้อนฝนตกชุก ลุ่มน้ำอเมซอน ประเทศบราซิล การเจริญเติบโตของยางพาราในระยะแรกจะเจริญทางสูงก่อน เมื่อเจริญเติบโตได้ระยะหนึ่งแล้วเซลล์จะขยายตัวออกทางด้านข้าง ยางพาราที่มีการเจริญเติบโตตามปกติจะมีเส้นรอบวงของต้นยางออกเพิ่มขึ้นปีละประมาณ 10 เซนติเมตร ยางพาราพันธุ์ RRIM 600 เป็นพันธุ์ที่ให้ผลผลิตน้ำยางสูง มีกระบวนการเมทาบอลิซึมค่อนข้างสูง ความสามารถในการเคลื่อนย้ายน้ำตาลปานกลาง (พิศมัย และคณะ, 2546) แต่มีความสามารถในการสร้างผลผลิตน้ำยางเพิ่มขึ้นได้ปานกลาง ในขณะที่มีการสร้างมวลชีวภาพสูง (อารักษ์ และพิศมัย, 2546) สำหรับการสร้างผลผลิตน้ำยาง (มวลของเนื้อยางแห้ง) ของยางพันธุ์ RRIM 600 มีค่าในช่วง 300-400 กิโลกรัมต่อไร่ต่อปี (จิณตณา และสุนทรี, 2544) และเป็นพันธุ์ที่จัดอยู่ในกลุ่ม 1 แนะนำให้ปลูกโดยไม่จำกัดพื้นที่ปลูก เนื่องจากเป็นพันธุ์ยางชั้น 1 ได้ผ่านการทดลองและศึกษาลักษณะต่าง ๆ อย่างละเอียด ยางพาราพันธุ์ RRIM 600 มีแหล่งกำเนิดในประเทศมาเลเซีย การเจริญเติบโตก่อนเปิดกรีดและระหว่างกรีดปานกลาง ความสม่ำเสมอของขนาดลำต้นปานกลาง แตกกิ่งช้า กิ่งมีขนาดปานกลาง เริ่มผลัดใบเร็ว เปลือกเดิมบาง เปลือกใหม่หนาปานกลาง (สถาบันวิจัยยาง, 2550) การกรีดยางด้วยระบบครึ่งลำต้นสองวันเว้นวัน (S/2 2d/3) เป็นระบบกรีดที่เหมาะสมกับยางพันธุ์ RRIM 600 เนื่องจากให้ผลผลิตสูงกว่าการกรีดครึ่งลำต้นวันเว้นวัน (S/2 d2) เฉลี่ย 9.49 เปอร์เซ็นต์ (พเยาว์ และคณะ, 2542) และเป็นพันธุ์ที่จัดอยู่ในกลุ่มตอบสนองต่อสารเคมีเร่งน้ำยางปานกลาง (พิชิต และคณะ, 2548)

1. ปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับผลผลิตน้ำยาง

ต้นยางนำเอาแป้งและน้ำตาลที่ได้จากปฏิกิริยาการสังเคราะห์แสงมาเป็นวัตถุดิบในการสร้างน้ำยาง เสริมสร้างการเจริญเติบโตของต้นยาง และอีกส่วนถูกเก็บสะสมไว้ในรูปอาหารสำรอง อารักษ์ และคณะ (2546) กล่าวว่า ความยาวนานของช่วงแสงไม่มีส่วนเกี่ยวข้องกับการให้ผลผลิตน้ำยาง จากงานวิจัยของ Silpi และคณะ (2006) พบว่า ต้นยางที่มีการเปิดกรีดมีการเจริญเติบโตทางลำต้นน้อยกว่าต้นที่ไม่ได้เปิดกรีด เมื่อมีการกรีดยางเพื่อเอาน้ำยาง อาหารที่ได้จากการสังเคราะห์แสง ส่วนหนึ่งจะถูกแบ่งไปใช้ในการสร้างน้ำยางทดแทน ดังนั้นเมื่อต้นยางให้ผลผลิตมากการเจริญเติบโตก็ยิ่งลดลง จึงจำเป็นต้องมีกลไกในการจัดสรรที่ดีเพื่อให้เกิดความสมดุลในต้นยาง ลักษณะการให้ผลผลิตน้ำยางขึ้นอยู่กับความสมดุลของการไหล และการสร้างน้ำยางขึ้นมาใหม่ในระหว่างครั้งกรีด ดังนั้นจึงจำเป็นต้องมีกลไกในการจัดสรรที่ดีเพื่อให้เกิดความสมดุลในต้นยาง ซึ่งผลผลิตของน้ำยางขึ้นอยู่กับองค์ประกอบหลัก 2 ประการคือ

1.1 การไหลและการหยุดไหลของน้ำยาง การไหลของน้ำยางขึ้นอยู่กับความดันภายในท่ออาหารและท่อน้ำยาง มีความสัมพันธ์โดยตรงระหว่างแรงดันกับการไหลของน้ำยางในระหว่างการกรีดยาง ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับช่วงเวลาในการกรีดยาง ระหว่างช่วงเวลา 03.00 – 06.00 น. เป็นช่วงที่ต้นยางให้

ผลผลิตดีที่สุด (สถาบันวิจัยยาง, 2550) การหยุดไหลของน้ำยางเนื่องจากเกิดการจับตัวของน้ำยางเกิดการอุดตันบริเวณหน้ากรีดยาง การอุดตันจะเกิดช้าหรือเร็วขึ้นอยู่กับลักษณะประจำพันธุ์ยางและระบบกรีดยาง ข้อมูลอัตราและเวลาการไหลของน้ำยาง สามารถนำไปใช้ประโยชน์ในการจัดการกรีดยางได้ พิศมัย (2551) กล่าวว่า การกรีดยางในช่วงเวลา 20.00- 06.00 น. ให้ผลผลิตเฉลี่ยไม่มีความแตกต่างทางสถิติ โดยอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ในบรรยากาศ รวมทั้งความเร็วลม ไม่มีอิทธิพลต่อการไหลของน้ำยาง

1.2 การสร้างน้ำยางภายหลังจากการกรีดยาง หลังจากการกรีดยางในเซลล์ท่อน้ำยางมีกระบวนการเมทาบอลิซึมเพื่อสร้างน้ำยางขึ้นมาใหม่ มีปัจจัยที่สำคัญควบคุม กระบวนการเมทาบอลิซึมในการสร้างน้ำยาง ได้แก่ ปริมาณน้ำตาลซูโครส กระบวนการเมทาบอลิซึม และพลังงานที่ใช้ในการสร้างน้ำยาง

2. ระบบกรีด

ระบบกรีด คือ การกำหนดความยาวรอยกรีดและจำนวนวันกรีด ระบบกรีดมีผลต่อการเจริญเติบโตของต้นยาง ถ้าลดความยาวรอยกรีดให้สั้นลงเหลือ 1 ใน 3 ของลำต้น (S/3) ต้นยางจะโตเฉลี่ย 2.9 เซนติเมตร/ปี ในขณะที่การกรีดด้วยรอยกรีดครึ่งลำต้น (S/2) ต้นยางมีอัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ย 2.6 เซนติเมตร/ปี (โชคชัย และคณะ, 2538) ปัจจุบันระบบกรีดที่เกษตรกรนิยมใช้ส่วนมากเป็นระบบกรีดถี่ เช่น กรีด 4 วัน หยุด 1 วัน (4d/5) และกรีด 3 วัน หยุด 1 วัน (3d/4) ทำให้ผลผลิตต่อครั้งกรีดหรือต่อวันน้อย การกรีดสามวันเว้นวัน (3d/4) ทำให้กระบวนการสร้างน้ำยางไม่สมบูรณ์ ผลผลิตเป็น กรัม/ต้น/ครั้งกรีด ลดลง 18 - 37% เปรียบเทียบกับการกรีดวันเว้นวัน (พิศมัยและคณะ, 2549) อีกทั้งยังเป็นการเพิ่มอัตราการเกิดโรคหน้าแห้ง

3. การกรีดยางร่วมกับการใช้สารเคมีเร่งน้ำยาง

การกรีดยางบนเปลือกงอกใหม่หากต้องการให้ได้รับผลผลิตเพิ่มขึ้นจากเดิม ควรใช้สารเคมีเร่งน้ำยางควบคู่กับการกรีด สารเคมีที่มีประสิทธิภาพในปัจจุบันคือ เอทธิฟอน โดยทาสารเคมีเร่งน้ำยาง 2.5 เปอร์เซ็นต์ เหนือรอยกรีด กว้าง 1.25 เซนติเมตร (พิชิต, 2545) ปกติระบบกรีดที่แนะนำในการกรีดยางคือกรีดครึ่งลำต้น วันเว้นวัน เปลือกแรกของต้นยางจะมีอายุการกรีดได้ประมาณ 10-11 ปี แล้วจึงเปิดกรีดเปลือกงอกใหม่ (โชคชัย, 2529) ถ้าหากต้องการลดความยาวรอยกรีด และหรือความถี่ของการกรีดลง การกรีดในระยะเปลือกเดิมของต้นยางจะมีอายุการกรีดนานขึ้น สามารถเพิ่มผลผลิตยางได้โดยการใช้สารเคมีเร่งน้ำยาง

ปัจจุบันการใช้สารเคมีเร่งน้ำยางกับต้นยางพาราเพื่อเพิ่มเวลาการไหลของน้ำยางมากขึ้นหลังจากการกรีด สำหรับสารเคมีที่มีประสิทธิภาพในปัจจุบันได้แก่ 2-chloroethyl phosphonic acid หรือชื่อสามัญ คือ เอทธิฟอน (ethephon) โดยที่จะปล่อยแก๊สเอทธีลีน (ethylene) ทำให้แก๊สซึมเข้าสู่เปลือกชั้นใน และเข้าสู่ท่อน้ำยางส่งผลให้น้ำสามารถไหลผ่านผนังเซลล์ดีขึ้น เพิ่มปฏิกิริยาการเปลี่ยนแปลง

น้ำตาลซูโครส เพิ่มความดันภายในท่อน้ำยางบริเวณพื้นที่ให้น้ำยาง และชะลอการจับตัวเม็ดยาง การอุดตันช้าลง น้ำยางจึงไหลได้นานขึ้น ทั้งนี้สารเคมีที่นำมาใช้อาจอยู่ในรูปสารละลายหรือแก๊ส (สถาบันวิจัยยาง, 2547) จากการศึกษาของ Sivakumaran (1983) ในประเทศมาเลเซีย ระยะเวลาการทดลอง 9 ปี โดยใช้ระบบกรีดครึ่งลำต้นวันเว้นวัน (S/2 d2) และใช้สารเคมีเร่งน้ำยางพบว่าบางพันธุ์จะได้น้ำยางน้อยในปีหลังๆ แต่เมื่อเว้นระยะห่างของวันกรีดให้มากขึ้น เช่นกรีดทุกสามวัน ผลผลิตจะดี สำหรับบางพันธุ์การแบ่งลำต้นเป็นสี่ส่วน (S/4) แล้วใช้สารเคมีเร่งน้ำยางจะได้ผลผลิตน้ำยางพอๆกันกับการแบ่งลำต้นเป็นสองส่วน (S/2) และไม่ใช้สารเคมีเร่งน้ำยาง ซึ่งจะช่วยประหยัดเปลือกกรีดได้มาก

มีการใช้ส่วนผสมของดินเหนียวคลุกกับมูลวัวทาเปลือกยางพารา เพื่อเร่งผลผลิตน้ำยางให้มีการสร้างเปลือกใหม่ให้เร็วและมีคุณภาพดีขึ้น ต่อมาได้มีการใช้น้ำมันพืชกับมูลวัวทาบนเปลือกกรีด ซึ่งทำให้ผลดีในระดับหนึ่งเพราะส่วนผสมดังกล่าวมีฮอร์โมนพืชอยู่ด้วยต่อมาในประเทศมาเลเซียได้ทดลองใช้สาร 2,4-D (2,4-dichlorophenoxyacetic acid) ละลายในน้ำมันปาล์มดิบทาต้นยางพาราในประเทศมาเลเซีย (Chapman, 1951) และได้มีการค้นคว้ามาเรื่อยๆ จนกระทั่งปี ค.ศ.1968 ได้มีผู้รายงานถึงการใช้สาร 2-chloroethyl phosphonic acid หรือ ethephon (ethrel) โดยที่สารนี้จะช่วยกระตุ้นให้น้ำยางไหลได้นาน ทำให้ผลผลิตยางพารามากขึ้น สาร ethrel นี้ไม่มีผลเสียต่อเปลือกที่งอกใหม่ จึงทาได้ทั้งเหนือและล่างรอยกรีด ในช่วงต้นมีปัญหาของ ethrel เป็นการค้าออกมา ส่วนสารอื่นที่เคยใช้ก็เสื่อมความนิยม งานวิจัยในระยะหลังจึงมุ่งไปที่สารตัวนี้ เช่น วิธีทา พันธุ์ยางพารา ความเข้มข้น ความถี่ของการทา ตลอดจนผลของระบบกรีดยาง อย่างไรก็ตามงานทดลองจนถึงขณะนี้ยังไม่ปรากฏว่าสารใดมีคุณภาพดีกว่า ethrel เลย (Webster and Baulkwill, 1989; อ้างโดย นพรัตน์, 2540)

พิชิต (2536) จากการศึกษาพบว่าการใช้สารเคมีเร่งน้ำยางร่วมกับการกรีดสามารถให้ผลผลิตสูงกว่าการกรีดโดยไม่ใช้สารเคมีเร่งน้ำยาง แต่หากใช้สารเคมีในช่วงพัฒนาการทางลำต้นไม่เหมาะสมอาจส่งผลต่อปริมาณเนื้อยางแห้งได้ (DRC) นอกจากนี้ พิชิต และคณะ (2542) พบว่าการใช้ระบบกรีดร่วมกับสารเคมีเร่งน้ำยาง จำเป็นต้องใช้ระบบกรีดที่มีวันเว้นโดยใช้สารเคมีเร่งน้ำยางเพียง 4-6 ครั้ง/ปี ก็สามารถเพิ่มผลผลิตได้ 33.89-38.61 กรัม/ต้น/ครั้งกรีด เพิ่มขึ้นร้อยละ 29-44 ของการกรีดปกติ (S/2 d2) พนัส และ สมยศ (2546) ได้ทดลองเปรียบเทียบการกรีด 5 กรรมวิธี คือ กรีดครึ่งลำต้นวันเว้นวัน, กรีดครึ่งลำต้นวันเว้นวันร่วมกับการใช้สารเคมีเร่งน้ำยาง 2.5%, กรีดครึ่งลำต้นวันเว้นวันร่วมกับการใช้สารเคมีเร่งน้ำยาง 2.5% พร้อมพลาสติกคลุกกันฝน, ใช้ระบบเจาะวันเว้นสองวันและระบบเจาะวันเว้นสี่วันร่วมกับการใช้แก๊สเร่งน้ำยาง (เอทิลีน 68%) ผลการทดลองพบว่าการใช้ระบบเจาะวันเว้นสองวันให้ผลผลิตสูงที่สุดคือ 8.6 กิโลกรัม/ต้น/ปี รองลงมาเป็นผลผลิตจากการใช้ระบบเจาะวันเว้นสี่วัน 7.7 กิโลกรัม/ต้น/ปี เพิ่มขึ้นเป็น 224 และ 200% ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบกับระบบกรีดครึ่งลำต้นวันเว้นวัน รายได้สุทธิเพิ่มขึ้นเป็น 132 และ 125 บาท/ต้น/ปี หรือ ประมาณ 172 และ163% ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบกับรายได้จากระบบกรีดครึ่งลำต้นวันเว้นวัน

ปกติผลผลิตของน้ำยางจะขึ้นอยู่กับการไหลและการหยุดไหลของน้ำยาง (latex flow) ซึ่งขึ้นอยู่กับความดันภายในท่ออาหาร และท่อน้ำยาง (Buttery and Boatman, 1966; อ้างโดย พิศมัย, 2544) และการสร้างน้ำยางภายหลังการกรีด (latex regeneration) ซึ่งเซลล์ในท่อน้ำยางมีการสร้างน้ำยางขึ้นใหม่ โดยมีปัจจัยควบคุมกระบวนการนี้คือ ปริมาณน้ำตาลซูโครส ขบวนการเมตาบอลิซึม และพลังงานที่ใช้ในการสร้างน้ำยาง (Chrestin *et al*., 1997)

Gohet and Chantuma (1999) ศึกษาปริมาณน้ำตาลซูโครสที่มีผลต่อกระบวนการเมตาบอลิซึมของยางพาราพันธุ์ RRIM 600 พบว่า มีปริมาณน้ำตาลซูโครสอยู่ในระดับปานกลาง และมีกระบวนการทางเมตาบอลิซึมค่อนข้างสูง จึงสามารถเพิ่มผลผลิตให้สูงขึ้นอีกได้หากใช้ระบบการกรีดที่เหมาะสม

ผลของระบบกรีดต่อ Latex Physiology และการเจริญเติบโตของต้น ระบบกรีดยางที่เหมาะสมต้องมีระยะเวลาในระหว่างครั้งกรีดนานเพียงพอสำหรับการสร้างน้ำยางขึ้นใหม่ และพันธุ์ยางแต่ละพันธุ์ก็มีศักยภาพในการสังเคราะห์น้ำยางได้สมบูรณ์แตกต่างกัน การวิเคราะห์น้ำยางเป็นวิธีการหนึ่งที่ตรวจสอบได้ว่า ระบบกรีดที่ใช้อยู่นั้นเหมาะสมหรือไม่และก่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงต่อระบบท่อน้ำยาง อย่างไร ซึ่งผลที่ได้จากการวิเคราะห์น้ำยางจะมีค่าวิกฤติของตัวแปรแต่ละตัว สำหรับพารามิเตอร์ที่แสดงถึงปริมาณผลผลิตน้ำยางที่สมบูรณ์ คือ ปริมาณของแข็งทั้งหมด (Total solid content; TSC) ปริมาณซูโครส (Sucrose content) ปริมาณอนินทรีย์ฟอสฟอรัส (Inorganic phosphorus; Pi) และปริมาณไธออล (Thiol) (Jacob *et al*., 1988)

ปริมาณของแข็งทั้งหมดหรือปริมาณเนื้อยางแห้ง แสดงถึงความสามารถในการสร้างน้ำยางและบทบาททางสรีรวิทยาโดยทั่วไปของท่อน้ำยาง ความหนืดของน้ำยางซึ่งเกี่ยวข้องกับการไหลของน้ำยาง ยางพันธุ์ที่มีปริมาณเนื้อยางแห้งสูงจะมีความหนืดสูง นภาวรรณ และคณะ (2544) กล่าวว่า ปริมาณของแข็งทั้งหมดของยางพาราแต่ละพันธุ์มีค่าแตกต่างกันในแต่ละเดือน มีความสัมพันธ์ทางลบในฤดูฝน และเดือนเมษายนมีค่าของแข็งทั้งหมดเฉลี่ยสูงสุด 50.8 เปอร์เซ็นต์ทุกวิธีการกรีดยางพารามีปริมาณของแข็งทั้งหมดหรือเนื้อยางแห้งเฉลี่ย 37.6 - 45.2 เปอร์เซ็นต์ (พิศมัย และคณะ, 2546) พเยาว์ และคณะ (2542) ศึกษาอาการเปลือกแห้งในยางพาราพบว่า ต้นยางที่แสดงอาการเปลือกแห้ง 1 - 60 เปอร์เซ็นต์ ของความยาวรอยกรีด มีค่าเนื้อยางแห้งต่ำกว่าต้นปกติ แต่เมื่อต้นยางแสดงอาการหน้าแห้งรุนแรง 61 - 100 เปอร์เซ็นต์ ของความยาวรอยกรีดกลับพบว่ามีค่าเนื้อยางแห้งเฉลี่ยสูงขึ้น น้ำยางมีความหนืดสูงท่อน้ำยางอุดตันง่าย น้ำยางหยุดไหลอย่างรวดเร็ว

น้ำตาลซูโครส ซูโครสเป็นสารผลิตภัณฑ์ที่ได้จากกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง แล้วถูกลำเลียงมายังท่อน้ำยางเพื่อเป็นสารตั้งต้นในกระบวนการ ไกลโคไลซีส และกระบวนการสร้างอนุภาคยาง ดังนั้นปริมาณซูโครสจะมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับประสิทธิภาพของการสังเคราะห์แสงและประสิทธิภาพในการนำซูโครสไปใช้ในกระบวนการสร้างน้ำยาง ปริมาณซูโครสในน้ำยางมีความสัมพันธ์ทั้งทางบวกและลบกับผลผลิตน้ำยาง (Jacob *et al.,* 1997) น้ำตาลซูโครสเป็นพารามิเตอร์ในการกำหนดระบบกรีดยาง โดยเมื่อ

ความถี่ในการกรีดสูงมักมีค่าน้ำตาลซูโครสต่ำ ระบบกรีดที่มีความถี่ต่ำมีน้ำตาลซูโครสสูง และระบบกรีดที่เหมาะสมน้ำตาลซูโครสอยู่ในระดับปานกลาง

อนินทรีย์ฟอสฟอรัส เป็นตัวแปรที่บ่งชี้ถึงระดับกิจกรรมการสร้างน้ำยางที่เกิดขึ้นภายในต้นยาง โดย Pi เป็นพลังงานที่ได้จากกระบวนการเปลี่ยน adenosine diphosphate (ADP) ไปเป็น adenosine triphosphate (ATP) และการเปลี่ยน NADP ไปเป็น NADPH ในกระบวนการสร้างน้ำยาง และการต่อกันของสาย polyisoprene (Jacob *et al.,* 1989) ดังนั้น Pi มีความสัมพันธ์ทางบวกกับผลผลิตน้ำยาง

รีดิวส์ไธออล เป็นสารต้านอนุมูลอิสระน้ำยางประกอบด้วย cysteine methionine และ glutathione ช่วยป้องกันหรือลดการเป็นพิษของออกซิเจน (oxidative stress) ซึ่งเมื่อออกซิเจนทำปฏิกิริยากับน้ำยาง จะทำให้เกิดการอุดตันของน้ำยางภายในท่อน้ำยางมีผลทำให้น้ำยางหยุดไหล การมีปริมาณไธออลในน้ำยางสูงจึงเป็นผลดีทำให้น้ำยางไหลง่ายและนานผลผลิตน้ำยางที่ได้จึงสูง นอกจากนี้ไธออลยังเป็นตัวชี้วัดระดับความต้านทานของระบบท่อน้ำยางต่อความเครียดต่าง ๆ ต้นยางที่เกิดสภาวะเครียดจะมีการสร้าง Active oxygen species; AOS เพิ่มขึ้นส่งผลให้มีไธออลเพิ่มขึ้นเพื่อลดความเป็นพิษไม่ให้เซลล์ถูกทำลายแต่หากต้นยางเกิดภาวะเครียดอย่างรุนแรงสร้างไธออลไม่เพียงพอก็จะเกิดอาการหน้าแห้งขึ้น (พเยาว์ และคณะ, 2542) ช่วงเดือนพฤศจิกายน ถึง กุมภาพันธ์เป็นช่วงที่น้ำยางมีไธออลสูงกว่าค่าเฉลี่ยและลดต่ำกว่าค่าเฉลี่ยในเดือนมีนาคม ถึง ตุลาคม (นภาวรรณ และคณะ, 2544) และมีบทบาทในการกระตุ้นการทำงานของเอนไซม์ invertase และ pyruvate kinase ในกระบวนการสร้างน้ำยาง (Jacob *et al.,* 1989)

การนำตัวแปรทั้ง 4 ตัวมาใช้อธิบายร่วมกันทำให้ทราบถึงสถานะของกระบวนการเมทาบอลิซึมในเซลล์ท่อน้ำยางและการป้องกันเซลล์ ช่วยอธิบายบทบาททางสรีรวิทยาของน้ำยาง โดยในยางแต่ละพันธุ์มีค่าวิกฤติของตัวแปรแต่ละตัวแตกต่างกัน นำไปใช้ประโยชน์ในการกำหนดระบบกรีดที่เหมาะสมกับพันธุ์ยาง ค่า LD (latex diagnosis) ใช้ในการอธิบายผลเกี่ยวกับความถี่ในการกรีดต่ำ (under-exploitation) แสดงว่าผลผลิตที่ได้ต่ำกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับปริมาณน้ำตาลซูโครส (สารตั้งต้นที่ใช้ในการสร้างน้ำยาง) ทำให้ศักยภาพในการให้ผลผลิตแสดงออกไม่เต็มที่เนื่องจากใช้ความถี่ในการกรีดยางต่ำ เซลล์มีน้ำตาลซูโครสสะสมอยู่ในน้ำยางสูง กระบวนการแมทอบอลิซึมต่ำ ปริมาณเนื้อยางแห้งและไธออลอยู่ในระดับต่ำปานกลาง หรือ สูง แต่โดยทั่วไปจะสูง และความถี่ในการกรีดสูง (over-exploitation) อธิบายในทางตรงกันข้าม คือความพยายามที่จะให้ได้ผลผลิตสูงเมื่อเปรียบเทียบกับสารตั้งต้นในการสร้างน้ำยาง มีการใช้น้ำตาลซูโครสมากจึงทำให้มีน้ำตาลซูโครสในน้ำยางต่ำ ขบวนการแมทอบอลิซึมสูง ค่า Pi สูง แต่บางครั้ง Pi อาจลดต่ำลง ในกรณีที่มีการกรีดยางอย่างหักโหมมาก ๆ ไธออลและปริมาณเนื้อยางแห้งมีค่าต่ำ การที่ไธออลต่ำ ทำให้เกิดออกซิเดชันที่เป็นอันตรายต่อเซลล์ท่อน้ำยาง ได้แก่ active oxygen

species ถูกปลดปล่อยออกมามาก เนื่องจากกระบวนการแมทอบอลิซึมสูง ปริมาณเนื้อยางแห้งต่ำมีผลต่อการสร้างน้ำยางลดลง

วิธีการทดลอง

ทำการทดลองที่สถานีวิจัยเทพา คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ อ.เทพา จ.สงขลา ทดลองกับยางพาราพันธุ์ RRIM600 ในแปลงยางอ่อนที่เปิดกรีดแล้ว อายุ 11 ปี และแปลงยางแก่ อายุ 22 ปี ใช้ระยะเท่ากัน (3×7 เมตร) ปลูกในดินร่วนปนทราย มีค่าความเป็นกรด-ด่างประมาณ 5.5 (โครงการจัดตั้งฝ่ายวิจัยและบริการ, 2543) โดยทดลองเกี่ยวกับอุปกรณ์ RRIMFLOW และ LET ที่ส่งผลต่อการเจริญเติบโต ผลผลิตน้ำยาง และสรีรวิทยาของน้ำยาง

วิธีทดลอง

วางแผนการทดลองแบบ One tree plot design จำนวน 4 สิ่งทดลอง (Treatment) ซ้ำละ 1 ต้น จำนวน 4 ซ้ำ ในแปลงยางอ่อนที่เปิดกรีดแล้วและแปลงยางแก่

สิ่งทดลองในแปลงยางอ่อน ประกอบด้วย

สิ่งทดลองที่ 1: ระบบกรีดหนึ่งในสามของลำต้นสองวันเว้นวัน (S/3 2d/3)
สิ่งทดลองที่ 2: ระบบกรีดหนึ่งในหกของลำต้นวันเว้นสองวัน (S/6 d3)
สิ่งทดลองที่ 3: ระบบกรีดหนึ่งในหกของลำต้นวันเว้นสองวัน (S/6 d3) ร่วมกับการใช้ RRIMFLOW
สิ่งทดลองที่ 4: ระบบกรีดหนึ่งในหกของลำต้นวันเว้นสองวัน (S/6 d3) ร่วมกับการใช้ LET

วิธีการกรีดแปลงยางอ่อน

- การกรีดหนึ่งในสามของลำต้นสองวันเว้นวัน ซึ่งเป็นวิธีการกรีดปกติ
- การกรีดหนึ่งในหกของลำต้นวันเว้นสองวัน

- การกรีดหนึ่งในหกของลำต้นวันเว้นสองวัน ใช้สารเคมีเร่งน้ำยางแก๊สเอทธิลีน 99% ชนิดอุปกรณ์ RRIMFLOW ปริมาณ 60 มิลลิลิตร ให้ 9 วันต่อครั้ง จำนวน 36 ครั้งต่อปีจะใช้ฝาครอบพลาสติกใส เป็นตัวเก็บฮอร์โมน โดยติดอุปกรณ์ดังกล่าวกับผิวเปลือกต้นยางที่ขูดเปลือกจนเรียบดีแล้วด้วยกาว 2 หน้าชนิดพิเศษที่ติดมาบริเวณฝาครอบ ตำแหน่งที่ติดฝาครอบพลาสติกจะเป็นด้านขวาเหนือรอยกรีดเล็กน้อย หลังจากอัดฮอร์โมนแล้วไม่น้อยกว่า 24 ชั่วโมงจึงทำการกรีด

- การกรีดหนึ่งในหกของลำต้นวันเว้นสองวัน ใช้สารเคมีเร่งน้ำยางแก๊สเอทธิลีน 60% ชนิดอุปกรณ์ LET ปริมาณ 40 มิลลิลิตร ให้ 6 วันต่อครั้ง จำนวน 48 ครั้งต่อปี จะใช้ฝาครอบเหล็ก เป็นตัวเก็บฮอร์โมนและส่งผ่านฮอร์โมนโดยติดอุปกรณ์ดังกล่าวกับผิวเปลือกต้นยางที่ขูดเปลือกด้วยขอบของฝาครอบเองประมาณ 8-9 ครั้ง ตำแหน่งที่ติดฝาครอบอาจเป็นด้านซ้ายต่ำกว่ารอยกรีดเล็กน้อย หลังจากอัดฮอร์โมนแล้วไม่น้อยกว่า 24 ชั่วโมงจึงทำการกรีด

สิ่งทดลองในแปลงยางแก่ ประกอบด้วย

สิ่งทดลองที่ 1: ระบบกรีดหนึ่งในสามของลำต้นสองวันเว้นวัน (S/3↑ 2d/3)
สิ่งทดลองที่ 2: ระบบกรีดหนึ่งในแปดของลำต้นวันเว้นสองวัน (S/8↑ d3)
สิ่งทดลองที่ 3: ระบบกรีดหนึ่งในแปดของลำต้นวันเว้นสองวัน (S/8↑ d3) ร่วมกับการใช้ RRIMFLOW
สิ่งทดลองที่ 4: ระบบกรีดหนึ่งในแปดของลำต้นวันเว้นสองวัน (S/8↑ d3) ร่วมกับการใช้ LET

วิธีการกรีดในแปลงยางแก่

- การกรีดหนึ่งในสามของลำต้น กรีดขึ้น สองวันเว้นวัน ซึ่งเป็นวิธีการกรีดปกติ
- การกรีดหนึ่งในแปดของลำต้น กรีดขึ้น วันเว้นสองวัน
- การกรีดหนึ่งในแปดของลำต้น กรีดขึ้น วันเว้นสองวัน ใช้สารเคมีเร่งน้ำยางแก๊สเอทธิลีน 99% ชนิดอุปกรณ์ RRIMFLOW ปริมาณ 60 มิลลิลิตร ให้ 9 วันต่อครั้ง จำนวน 36 ครั้งต่อปีจะใช้ฝาครอบพลาสติกใส เป็นตัวเก็บฮอร์โมน โดยติดอุปกรณ์ดังกล่าวกับผิวเปลือกต้นยางที่ขูดเปลือกจนเรียบดีแล้วด้วยกาว 2 หน้าชนิดพิเศษที่ติดมาบริเวณฝาครอบ ตำแหน่งที่ติดฝาครอบพลาสติกจะเป็นด้านขวาเหนือรอยกรีดเล็กน้อย หลังจากอัดฮอร์โมนแล้วไม่น้อยกว่า 24 ชั่วโมงจึงทำการกรีด
- การกรีดหนึ่งในแปดของลำต้น กรีดขึ้น วันเว้นสองวัน ใช้สารเคมีเร่งน้ำยางแก๊สเอทธิลีน 60% ชนิดอุปกรณ์ LET ปริมาณ 40 มิลลิลิตร ให้ 6 วันต่อครั้ง จำนวน 48 ครั้งต่อปี จะใช้ฝาครอบเหล็ก เป็นตัวเก็บฮอร์โมนและส่งผ่านฮอร์โมนโดยติดอุปกรณ์ดังกล่าวกับผิวเปลือกต้นยางที่ขูดเปลือกด้วยขอบของฝาครอบเองประมาณ 8-9 ครั้ง ตำแหน่งที่ติดฝาครอบอาจเป็นด้านซ้ายต่ำกว่ารอยกรีดเล็กน้อย หลังจากอัดฮอร์โมนแล้วไม่น้อยกว่า 24 ชั่วโมงจึงทำการกรีด

อุปกรณ์ในการติดตั้ง

ภาพที่ 1 อุปกรณ์ในการติดตั้ง RRIMFLOW

ภาพที่ 2 อุปกรณ์ในการติดตั้ง LET

แผนที่ latex mapping

ทำแผนที่ต้นยางเพื่อสุ่มเก็บตัวอย่างน้ำยาง โดยลากเส้นแบ่งแนวระดับขนานกับรอยกรีดยาง มีเส้นแบ่งแนวระดับทั้งบริเวณเหนือรอยกรีดและใต้รอยกรีด หน้ากรีดที่ 1 หน้ากรีดที่ 2 และหน้ากรีดที่ 3 เส้นแบ่งแนวระดับอยู่ห่างกัน 15 เซนติเมตร (Chantuma *et al*., 2006) ตั้งแต่โคนต้นยาง จนถึงระดับ 3 เมตร จากพื้นดิน แต่ละระดับของเส้นแบ่งเก็บตัวอย่างน้ำยางตรงกึ่งกลางของหน้ากรีด สำหรับระบบกรีด

หนึ่งในสามของลำต้นสองวันเว้นวัน ดังแสดงในภาพที่ 3 สำหรับระบบกรีดหนึ่งในหกของลำต้นวันเว้นสองวัน ดังแสดงในภาพที่ 4 และสำหรับระบบกรีดหนึ่งในแปดของลำต้นวันเว้นสองวัน ดังแสดงในภาพที่ 5

	Panel C	Panel B	Panel A
3.00 m	x	x	x
2.85 m	x	x	x
2.70 m	x	x	x
2.55 m	x	x	x
2.40 m	x	x	x
2.25 m	x	x	x
2.10 m	x	x	x
1.95 m	x	x	x
1.80 m	x	x	x
1.65 m	x	x	x
1.50 m	x	x	x
1.35 m	x	x	x
1.20 m	x	x	x
1.05 m	x	x	x
0.90 m	x	x	x
0.75 m	x	x	x
0.60 m	x	x	x
0.45 m	x	x	x
0.30 m	x	x	x
0.15 m	x	x	x
0.00 m			

ภาพที่ 3 ตำแหน่งที่สุ่มเก็บตัวอย่างน้ำยาง ระบบกรีดหนึ่งในสามของลำต้น

	Panel F	Panel E	Panel D	Panel C	Panel B	Panel A
3.00 m	x	x	x	x	x	x
2.85 m	x	x	x	x	x	x
2.70 m	x	x	x	x	x	x
2.55 m	x	x	x	x	x	x
2.40 m	x	x	x	x	x	x
2.25 m	x	x	x	x	x	x
2.10 m	x	x	x	x	x	x
1.95 m	x	x	x	x	x	x
1.80 m	x	x	x	x	x	x
1.65 m	x	x	x	x	x	x
1.50 m	x	x	x	x	x	x
1.35 m	x	x	x	x	x	x
1.20 m	x	x	x	x	x	x
1.05 m	x	x	x	x	x	x
0.90 m	x	x	x	x	x	x
0.75 m	x	x	x	x	x	x
0.60 m	x	x	x	x	x	x
0.45 m	x	x	x	x	x	x
0.30 m	x	x	x	x	x	x
0.15 m	x	x	x	x	x	x
0.00 m						

ภาพที่ 4 ตำแหน่งที่สุ่มเก็บตัวอย่างน้ำยาง ระบบกรีดหนึ่งในหกของลำต้น

	Panel H	Panel G	Panel F	Panel E	Panel D	Panel C	Panel B	Panel A
3.00 m	x	x	x	x	x	x	x	x
2.85 m	x	x	x	x	x	x	x	x
2.70 m	x	x	x	x	x	x	x	x
2.55 m	x	x	x	x	x	x	x	x
2.40 m	x	x	x	x	x	x	x	x
2.25 m	x	x	x	x	x	x	x	x
2.10 m	x	x	x	x	x	x	x	x
1.95 m	x	x	x	x	x	x	x	x
1.80 m	x	x	x	x	x	x	x	x
1.65 m	x	x	x	x	x	x	x	x
1.50 m	x	x	x	x	x	x	x	x
1.35 m	x	x	x	x	x	x	x	x
1.20 m	x	x	x	x	x	x	x	x
1.05 m	x	x	x	x	x	x	x	x
0.90 m	x	x	x	x	x	x	x	x
0.75 m	x	x	x	x	x	x	x	x
0.60 m	x	x	x	x	x	x	x	x
0.45 m	x	x	x	x	x	x	x	x
0.30 m	x	x	x	x	x	x	x	x
0.15 m	x	x	x	x	x	x	x	x
0.00 m								

ภาพที่ 5 ตำแหน่งที่สุ่มเก็บตัวอย่างน้ำยาง ระบบกรีดหนึ่งในแปดของลำต้น

การเก็บรวบรวมข้อมูล

1. ข้อมูลผลผลิต

บันทึกผลผลิตยางจากน้ำหนักแห้งยางก้อน (พิศมัย และคณะ, 2546) เก็บเป็นยางก้อนทุกครั้งกรีด โดยเก็บผลผลิตต้นต่อต้น ระยะเวลาทุก 2 สัปดาห์ นำยางก้อนไปผึ่งแห้งในร่ม ใช้เวลาประมาณ 15-20 วัน และนำไปอบที่อุณหภูมิ 65 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 48 ชั่วโมง แล้วชั่งน้ำหนักแห้งยางก้อน

1. กรัมต่อต้นต่อครั้งกรีด = (น้ำหนักยางก้อน/จำนวนก้อน)
2. กิโลกรัมต่อต้นต่อปี = ผลรวมของยางก้อนทุกเดือนที่กรีดยางในรอบปี ของยางแต่ละต้น

2. ข้อมูลสรีรวิทยาทางลำต้น

บันทึกข้อมูลทุก ๆ 3 เดือน เพื่อเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงของต้นยาง ได้แก่ เส้นรอบวงลำต้น

3. ข้อมูลสรีรวิทยาของน้ำยางและองค์ประกอบทางชีวเคมีในน้ำยาง

บันทึกข้อมูลสภาพภูมิอากาศในช่วงที่ทำการทดลอง ดังนี้คือ ค่าปริมาณน้ำฝน ค่าการระเหย ค่าอุณหภูมิสูงสุด ค่าอุณหภูมิต่ำสุด วิเคราะห์องค์ประกอบทางชีวเคมีในน้ำยางโดยวิเคราะห์น้ำยาง (Gohet and Chantuma, 1999) ได้แก่ ปริมาณเนื้อยางแห้ง (DRC) ปริมาณน้ำตาลซูโครส ปริมาณอนินทรีย์ฟอสฟอรัส และปริมาณไธออล

การวิเคราะห์น้ำยาง

ก่อนการวิเคราะห์น้ำยางจะทำ Standard curve ของพารามิเตอร์แต่ละตัว เพื่อหาค่าสัมประสิทธ์การดูดกลืนแสง (K) ของสารละลาย โดยกำหนดยอมรับค่าสัมประสิทธิ์การดูดกลืนแสงจากการทำ Standard curve ดังนี้

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

การเก็บตัวอย่างน้ำยาง เตรียมสารละลายในการเก็บน้ำยางเพื่อป้องกันการจับตัวของน้ำยาง ในที่นี้คือ 0.01%EDTA + น้ำกลั่น ใส่หลอดทดลองฝาเกลียวที่ทราบน้ำหนัก หลอดละ 5 มิลลิลิตร จากนั้นนำมาชั่งน้ำหนักหลอดเปล่า + น้ำหนักน้ำกลั่น ทำการเก็บตัวอย่างน้ำยางแบบ 1 ต้นต่อหนึ่งตัวอย่าง ในช่วงเช้าตรู่ (ประมาณ 6.00 นาฬิกา หรือ ก่อนการกรีดยาง 1 วัน) โดยใช้แท่งเหล็กเจาะเปลือกยางเข้าไปจนถึงชั้นเนื้อไม้บริเวณใต้รอยกรีด 5 เซนติเมตร แทงหลอดช่วยลำเลียงน้ำยาง ทิ้งน้ำยาง 2 หยดแรกออกและเก็บน้ำยาง 10 หยดต่อมาใส่หลอดทดลองที่มี 0.01%EDTA + น้ำกลั่น 5 มิลลิลิตร หลังจากนั้นนำหลอดทดลองมาชั่งน้ำหนักเพื่อหาค่าน้ำหนักสดของน้ำยาง เติม 20%TCA หลอดละ 0.715 มิลลิลิตร เพื่อให้ยางจับตัวเป็นก้อน หลังจากนั้นนำหลอดทดลองทั้งหมดแช่ไว้ในอุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส จนกระทั่งทำการวิเคราะห์น้ำยาง (เก็บไว้ได้ 48 ชั่วโมง)

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

1) การวิเคราะห์หาปริมาณของแข็งทั้งหมด ปริมาณของแข็งทั้งหมดหรือปริมาณเนื้อยางแห้ง ข้อมูลที่ได้แสดงเป็นเปอร์เซ็นต์ โดยเก็บน้ำยาง 10 หยด/ต้น (ใช้น้ำยางจากการวิเคราะห์องค์ประกอบทางชีวเคมีข้างต้น) เริ่มจากชั่งน้ำหนักหลอดเปล่าทุกหลอด เติม 0.01%EDTA + น้ำกลั่น 5 มิลลิลิตร ในหลอด (Wl) นำหลอดไปชั่งน้ำหนักอีกครั้ง (Wo) โดยปกติ Wo = We + Wl มาตรฐานของ CRRC การเก็บน้ำยาง 10 หยด/หลอด ค่า Wl = 5 กรัม ค่า Wo จะใกล้เคียง We + 5 เมื่อเก็บน้ำยางใส่หลอดแล้วนำมาชั่งน้ำหนักอีกครั้งหนึ่ง (Wlf) โดย Wlf = Wl – Wo หลังจากนั้นให้น้ำยางตกตะกอนด้วย 20%TCA นำส่วน

ที่เป็นเนื้อยางมาอบที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง นำยางแห้งที่ผ่านการอบมาชั่งน้ำหนักแต่ละก้อน (Wr) คำนวณปริมาณเนื้อยางแห้ง ตามสูตร

เปอร์เซ็นต์เนื้อยางแห้ง (DRC) = (Wr / Wlf) x 100

2) การวิเคราะห์หาปริมาณซูโครส ปริมาณน้ำตาลซูโครส หลักการปฏิกิริยา Colormetric reaction ของซูโครสโดยให้กรดที่มีความเข้มข้นสูงๆ ทำให้น้ำตาลเฮกโซสแตกตัวให้อนุพันธ์ที่เรียกว่า Furfural derivative ซึ่งจะทำปฏิกิริยาได้ดีกับ Anthrone โดยน้ำตาลฟรุกโตสจะทำปฏิกิริยาอย่างรวดเร็วแม้ขณะที่ยังคงเป็นส่วนหนึ่งของโมเลกุลซูโครส ส่วนน้ำตาลกลูโคสต้องนำไปอุ่นที่อุณหภูมิ 90 องศาเซลเซียส ก่อนจึงจะเข้าทำปฏิกิริยา

ในหลอดแก้วที่มีฝาปิดแต่ละหลอด เติม TCA เข้มข้น 2.5%ปริมาตร 400 ไมโครลิตร หลังจากนั้นเติมสารตัวอย่าง (น้ำยางใส) 100 ไมโครลิตร และ Anthrone reactive 3 มิลลิลิตร ปิดฝาหลอด นำไปเขย่าด้วย Vortex อุ่นที่อุณหภูมิ 90 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 นาที นำไปแช่ในอ่างน้ำเพื่อให้สารละลายเย็น วัดค่าการดูดกลืนแสงด้วย Spectrophotometer ความยาวคลื่น 627 นาโนเมตร

หากวัดค่าการดูดกลืนแสงได้ต่ำกว่า 0.2 ให้ปรับปริมาณสารต่างๆ เป็น 2.5%TCA 250 ไมโครลิตร สารตัวอย่าง 250 ไมโครลิคร และ Anthrone reactive 3 มิลลิลิตร

หากวัดค่าการดูดกลืนแสงได้สูงกว่า 0.8 ให้ปรับปริมาณสารต่างๆ เป็น 2.5%TCA 450 ไมโครลิตร สารตัวอย่าง 50 ไมโครลิตร และ Anthrone reactive 3 มิลลิลิตร

คำนวณความเข้มข้นของซูโครสในหน่วย มิลลิโมล/น้ำยาง 1 ลิตร (mM/l) ตามสูตร

[Suc] mM = OD x K x [(Fw + W1 + W2) / Fw]

เมื่อ K = ค่าสัมประสิทธิ์การดูดกลืนแสงของน้ำตาลซูโครสจาก Standard curve

Fw = น้ำหนักน้ำยางสดในหน่วยกรัม

W1 = น้ำหนักน้ำกลั่นต่อหลอดในหน่วยกรัม (Standard CRRC = 5 กรัม)

W2 = น้ำหนักของ TCA เข้มข้น 20% ซึ่งใช้ในการชักนำให้น้ำยางเกิดการตกตะกอน (Standard CRRC = 0.715 กรัม)

3) การวิเคราะห์หาปริมาณอนินทรีย์ฟอสฟอรัส ปริมาณอนินทรีย์ฟอสฟอรัส หลักการปฏิกิริยา Colormetric reaction ของอนินทรีย์ฟอสฟอรัส คือ จะสร้างพันธะกับ Molybdate และ Vanadate เกิดเป็นสารประกอบซึ่งดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 410 นาโนเมตร

ในหลอดแก้วที่มีฝาปิด เติม TCA เข้มข้น 2.5% มิลลิลิตร สารตัวอย่าง 500 ไมโครลิตร และ Pi (IN) Reactive 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 = ค่าสัมประสิทธิ์การดูดกลืนแสงของอนินทรีย์ฟอสฟอรัสจาก Standard curve

Fw = น้ำหนักน้ำยางสดในหน่วยกรัม

W1 = น้ำหนักน้ำกลั่นต่อหลอดในหน่วยกรัม (Standard CRRC = 5 กรัม)

W2 = น้ำหนักของ TCA เข้มข้น 20% ซึ่งใช้ในการชักนำให้น้ำยางเกิดการตกตะกอน (Standard CRRC = 0.715 กรัม)

4) การวิเคราะห์หาปริมาณไธออล ปริมาณไธออล หลักการปฏิกิริยา Colormetric reaction ของไธออลจะทำปฏิกิริยากับ DTNB เกิดเป็นสารประกอบ TNB ซึ่งดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 412 นาโนเมตร

ในหลอดแก้วที่มีฝาปิด เติม 0.5 โมล ปริมาตร 1 มิลลิลิตร สารตัวอย่าง 1.5 มิลลิลิตร DTNB 50 ไมโครลิตร ปิดฝาหลอด นำไปเขย่ากับ Vortex ทิ้งไว้ 5 นาที หลังจากนั้นนำไปอ่านค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 412 นาโนเมตร คำนวณความเข้มข้นของไธออลในหน่วย มิลลิโมล/น้ำยาง 1 ลิตร ตามสูตร

[R-SH] mM = OD x K x [(Fw + W1 + W2) / Fw]

เมื่อ K = ค่าสัมประสิทธิ์การดูดกลืนแสงของไธออลจาก Standard curve

Fw = น้ำหนักน้ำยางสดในหน่วยกรัม

W1 = น้ำหนักน้ำกลั่นต่อหลอดในหน่วยกรัม (Standard CRRC = 5 กรัม)

W2 = น้ำหนักของ TCA เข้มข้น 20% ซึ่งใช้ในการชักนำให้น้ำยางเกิดการตกตะกอน (Standard CRRC = 0.71กรัม)

ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง

1. ผลผลิตยางพาราเฉลี่ยในแปลงยางอ่อนที่เปิดกรีดแล้ว (กรัมต่อต้นต่อครั้งกรีด, กิโลกรัมต่อต้น)

ผลผลิตยางพาราเฉลี่ยในแปลงยางอ่อนที่เปิดกรีดแล้ว (กรัมต่อต้นต่อครั้งกรีด) ของระบบกรีด 4 สิ่งทดลอง พบว่า มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง การใช้ระบบกรีดแบบ T3 ให้ปริมาณผลผลิตยางพาราเฉลี่ยต่อครั้งกรีดสูงสุด คือ 113.29 กรัมต่อต้นต่อครั้งกรีด ขณะที่การใช้ระบบกรีดแบบ T2 ให้ปริมาณผลผลิตยางพาราเฉลี่ยต่อครั้งกรีดต่ำสุด คือ 48.15 กรัมต่อต้นต่อครั้งกรีด นอกจากนี้ การใช้ระบบกรีดที่ได้รับการกระตุ้นด้วยแก๊สเอทธิลีนชนิดอุปกรณ์ RRIMFLOW (T3) และ LET (T4) ให้ปริมาณผลผลิตยางพาราเฉลี่ยต่อครั้งกรีดสูงกว่าการใช้ระบบกรีดแบบที่เกษตรกรใช้ (T1) อย่างไรก็ตาม การใช้ระบบกรีดแบบ T1 และ T2 ให้ปริมาณผลผลิตต่อครั้งกรีดไม่แตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 1)

สำหรับปริมาณผลผลิตยางเฉลี่ย (กิโลกรัมต่อต้น) ของระบบกรีด 4 สิ่งทดลอง พบว่า มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง การใช้ระบบกรีดแบบ T3 ให้ปริมาณผลผลิตสะสมเฉลี่ยสูงสุดคือ 3.97 กิโลกรัมต่อต้น การใช้ระบบกรีดแบบ T2 ให้ปริมาณผลผลิตสะสมเฉลี่ยต่ำสุดคือ 1.69 กิโลกรัมต่อต้น อย่างไรก็ตาม การใช้ระบบกรีดที่ได้รับการกระตุ้นด้วยแก๊สเอทธิลีนแต่ละชนิดอุปกรณ์ (T3 และ T4) ให้ปริมาณผลผลิตสะสมไม่แตกต่างกันทางสถิติกับการใช้ระบบกรีดแบบที่เกษตรกรใช้ (T1) ดังแสดงในตารางที่ 2

ระบบกรีดที่ได้รับการกระตุ้นด้วยแก๊สเอทธิลีนชนิดอุปกรณ์ RRIMFLOW และ LET ให้ปริมาณผลผลิตเฉลี่ยต่อครั้งกรีดสูงกว่าระบบกรีดแบบที่เกษตรกรใช้รวมถึงระบบกรีดที่ไม่ได้รับการกระตุ้น เนื่องจากแก๊สเอทธิลีนสามารถเพิ่มผลผลิตได้มากถึง 2 เท่า ซึ่งส่งผลให้ปริมาณผลผลิตสะสมเพิ่มขึ้นและเป็นการเพิ่มแหล่งพลังงานคาร์บอนเพื่อใช้ในการสร้างน้ำยาง (Yeang, 2005; Zhu and Zhang, 2009) นอกจากนี้ ผลผลิตที่เพิ่มขึ้นต่อครั้งกรีดจากการใช้แก๊สเอทธิลีนในยางพาราอายุน้อยที่เปิดกรีดแล้วสามารถชดเชยจำนวนวันกรีดยางที่ลดลง (Sainoi และ Sdoodee, 2012) อย่างไรก็ตาม การเพิ่มขึ้นของผลผลิตยางพาราที่ได้รับการกระตุ้นด้วยแก๊สเอทธิลีนจะมีการตอบสนองในพันธุ์ยางพาราที่มีค่าปริมาณซูโครสสูงและมีค่าอนินทรีย์ฟอสฟอรัสต่ำ (Lacote *et al*., 2010) ยางพาราพันธุ์ RRIM600 เป็นพันธุ์ที่ให้ผลผลิตปานกลาง ดังนั้นเมื่อใช้สารเร่งน้ำยางมากระตุ้นเพื่อเพิ่มผลผลิต ทำให้ค่าอนินทรีย์ฟอสฟอรัสเพิ่มขึ้นในระดับปานกลางจนถึงค่อนข้างสูง นอกจากนี้ การชำรุดของตัวอุปกรณ์อัดแก๊สเอทธิลีนหลังจากการติดตั้งมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นของแก๊สเอทธิลีน ส่งผลให้ผลผลิตยางพาราภายใต้ระบบกรีดที่ได้รับการกระตุ้นมีความแตกต่างกัน

ตารางที่ 1 ปริมาณผลผลิตยางพาราเฉลี่ยในแปลงยางอ่อน (กรัมต่อต้นต่อครั้งกรีด) ของระบบกรีด 4 สิ่งทดลอง ตั้งแต่เดือนตุลาคม 2555 – กรกฎาคม 2556

สิ่งทดลอง	**ผลผลิตยางพาราเฉลี่ย (กรัมต่อต้นต่อครั้งกรีด)**
T1: S/3 2d/3	53.60[b]
T2: S/6 d3	48.15[b]
T3: S/6 d3 ร่วมกับ RRIMFLOW	113.29[a]
T4: S/6 d3 ร่วมกับ LET	97.79[a]
F-Test	**
C.V. (%)	23.29

** มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ P≤0.01

ค่าเฉลี่ยที่กำกับด้วยตัวอักษรที่แตกต่างกันในแต่ละสดมภ์มีความแตกต่างทางสถิติเมื่อตรวจสอบด้วยวิธี DMRT

ตารางที่ 2 ปริมาณผลผลิตยางพาราเฉลี่ยในแปลงยางอ่อน (กิโลกรัมต่อต้น) ของระบบกรีด 4 สิ่งทดลอง ตั้งแต่เดือนตุลาคม 2555 – กรกฎาคม 2556

สิ่งทดลอง	**ผลผลิตยางพาราเฉลี่ย (กิโลกรัมต่อต้น)**
T1: S/3 2d/3	3.06[a]
T2: S/6 d3	1.69[b]
T3: S/6 d3 ร่วมกับ RRIMFLOW	3.97[a]
T4: S/6 d3 ร่วมกับ LET	3.42[a]
F-Test	**
C.V. (%)	22.23

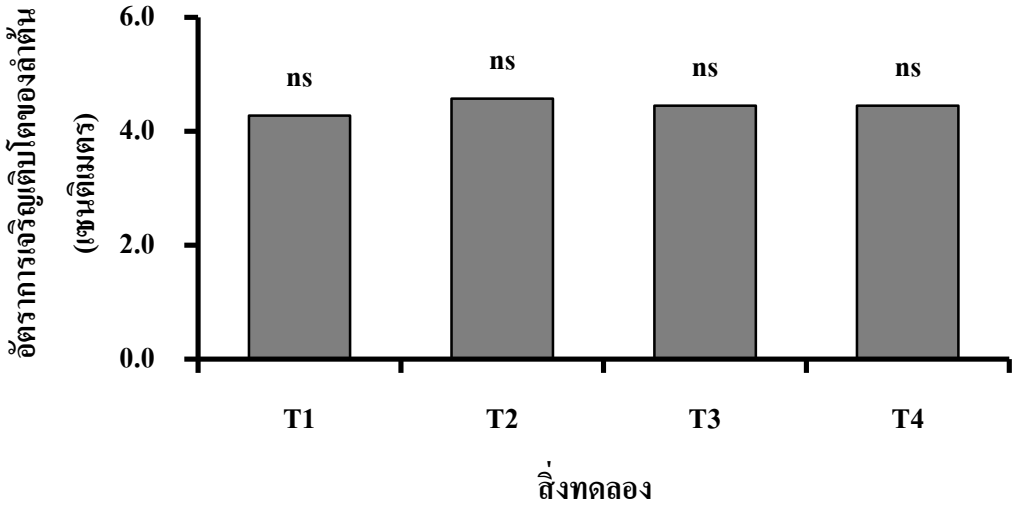
** มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ P≤0.01

ค่าเฉลี่ยที่กำกับด้วยตัวอักษรที่แตกต่างกันในแต่ละสดมภ์มีความแตกต่างทางสถิติเมื่อตรวจสอบด้วยวิธี DMRT

การเจริญเติบโตทางลำต้นในแปลงยางอ่อน

การเจริญเติบโตทางลำต้นของระบบกรีด 4 สิ่งทดลอง พบว่า ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ (ภาพที่ 6) แสดงให้เห็นว่า ต้นยางพาราในแปลงยางอ่อนมีการเจริญเติบโตที่สม่ำเสมอกัน เนื่องจากเป็นช่วงการ

เจริญเติบโตทางลำต้นและเป็นช่วงที่มีการสร้างน้ำยางเพื่อให้ผลผลิตที่เพียงพอสำหรับการกระตุ้นด้วยแก๊สเอทธิลีน อย่างไรก็ตาม ระบบกรีดที่ให้ปริมาณผลผลิตสูงจะมีอัตราการเจริญเติบโตทางลำต้นลดลง (Obouayeba และคณะ, 2002)



T1: S/3 2d/3 T2: S/6 d3

T3: S/6 d3 ร่วมกับ RRIMFLOW T4: S/6 d3 ร่วมกับ LET

ภาพที่ 6 อัตราการเจริญเติบโตของลำต้น (เซนติเมตร) ในแปลงยางอ่อน ของระบบกรีด 4 สิ่งทดลอง ตั้งแต่เดือนตุลาคม 2555 – กรกฎาคม 2556 ns = ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

ผลผลิตยางพาราเฉลี่ยในแปลงยางแก่ (กรัมต่อต้นต่อครั้งกรีด, กิโลกรัมต่อต้น)

ผลผลิตยางพาราเฉลี่ยในแปลงยางแก่ (กรัมต่อต้นต่อครั้งกรีด) ของระบบกรีด 4 สิ่งทดลอง พบว่า มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง การใช้ระบบกรีดแบบ T3 ให้ปริมาณผลผลิตยางพาราเฉลี่ยต่อครั้งกรีดสูงสุด คือ 155.33 กรัมต่อต้นต่อครั้งกรีด ขณะที่การใช้ระบบกรีดแบบ T2 ให้ปริมาณผลผลิตยางพาราเฉลี่ยต่อครั้งกรีดต่ำสุด คือ 46.98 กรัมต่อต้นต่อครั้งกรีด นอกจากนี้ การใช้ระบบกรีดที่ได้รับการกระตุ้นด้วยแก๊สเอทธิลีนแต่ละชนิดอุปกรณ์ (T3 และ T4) ให้ปริมาณผลผลิตต่อครั้งกรีดสูงกว่าการใช้ระบบกรีดแบบที่เกษตรกรใช้ (T1) อย่างไรก็ตาม การใช้ระบบกรีดแบบ T1 และ T2 ให้ปริมาณผลผลิตเฉลี่ยต่อครั้งกรีดไม่แตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 3)

สำหรับปริมาณผลผลิตยางเฉลี่ย (กิโลกรัมต่อต้น) ของระบบกรีด 4 สิ่งทดลอง พบว่า มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง การใช้ระบบกรีดแบบ T3 ให้ปริมาณผลผลิตสะสมเฉลี่ยสูงสุดคือ

6.68 กิโลกรัมต่อต้น การใช้ระบบกรีดแบบ T2 ให้ปริมาณผลผลิตสะสมเฉลี่ยต่ำสุดคือ 2.02 กิโลกรัมต่อต้น อย่างไรก็ตาม การใช้ระบบกรีดที่ได้รับการกระตุ้นด้วยแก๊สเอทธิลีนชนิดอุปกรณ์ LET (T4) ให้ปริมาณผลผลิตสะสมไม่แตกต่างกันทางสถิติกับการใช้ระบบกรีดแบบที่เกษตรกรใช้ (T1) ดังแสดงในตารางที่ 4

ระบบกรีดยางพาราที่ได้รับการกระตุ้นด้วยเอทธิลีนในแปลงยางพาราแก่ให้ปริมาณผลผลิตต่อครั้งกรีดสูงกว่าระบบกรีดที่เกษตรกรใช้ โดยเฉพาะอย่างยิ่งระบบกรีดแบบ S/8↑ d3 ร่วมกับ RRIMFLOW ส่งผลให้ผลผลิตเฉลี่ยสะสมกิโลกรัมต่อต้นสูง แสดงว่า การกระตุ้นด้วยแก๊สเอทธิลีนในแปลงยางพาราแก่ส่งผลให้มีการเพิ่มกระบวนการทางเมทาบอลิซึมภายในท่อน้ำยางได้ดี ส่งผลให้ต้นยางสามารถผลิตน้ำยางได้มากขึ้น โดยเฉพาะการลดการจับตัวของน้ำยางทำให้น้ำยางไหลได้นานขึ้นต่อครั้งกรีด

ตารางที่ 3 ปริมาณผลผลิตยางพาราเฉลี่ยในแปลงยางแก่ (กรัมต่อต้นต่อครั้งกรีด) ของระบบกรีด 4 สิ่งทดลอง ตั้งแต่เดือนตุลาคม 2555 – กรกฎาคม 2556

สิ่งทดลอง	**ผลผลิตยางพาราเฉลี่ย (กรัมต่อต้นต่อครั้งกรีด)**
T1: S/3↑ 2d/3	58.61[c]
T2: S/8↑ d3	46.98[c]
T3: S/8↑ d3 ร่วมกับ RRIMFLOW	155.33[a]
T4: S/8↑ d3 ร่วมกับ LET	107.88[b]
F-Test	**
C.V. (%)	25.45

** มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ P≤0.01

ค่าเฉลี่ยที่กำกับด้วยตัวอักษรที่แตกต่างกันในแต่ละสดมภ์มีความแตกต่างทางสถิติเมื่อตรวจสอบด้วยวิธี DMRT

ตารางที่ 4 ปริมาณผลผลิตยางพาราเฉลี่ยในแปลงยางแก่ (กิโลกรัมต่อต้น) ของระบบกรีด 4 สิ่งทดลอง ตั้งแต่เดือนตุลาคม 2555 – กรกฎาคม 2556

สิ่งทดลอง	**ผลผลิตยางพาราเฉลี่ย (กิโลกรัมต่อต้น)**
T1: S/3↑ 2d/3	4.92[b]
T2: S/8↑ d3	2.02[c]
T3: S/8↑ d3 ร่วมกับ RRIMFLOW	6.68[a]
T4: S/8↑ d3 ร่วมกับ LET	4.64[b]
F-Test	**

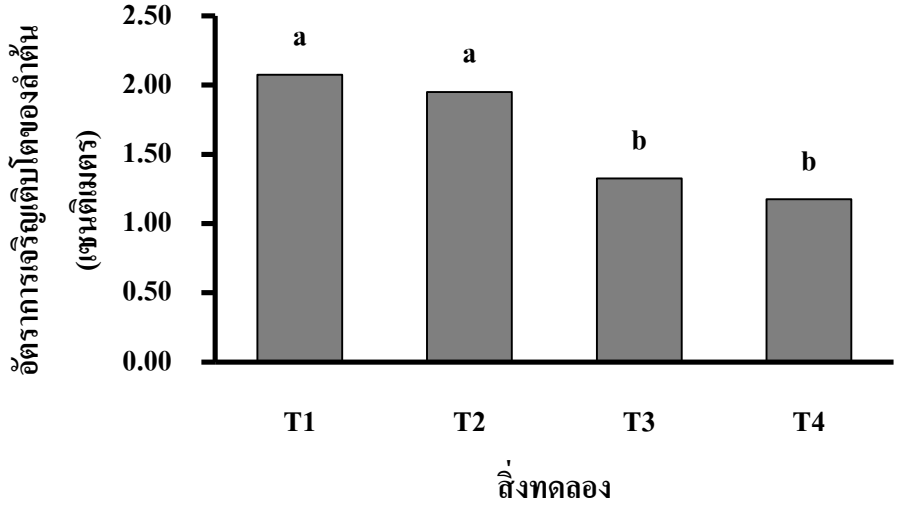
C.V. (%)	22.90

** มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ P≤0.01

ค่าเฉลี่ยที่กำกับด้วยตัวอักษรที่แตกต่างกันในแต่ละสดมภ์มีความแตกต่างทางสถิติเมื่อตรวจสอบด้วยวิธี DMRT

การเจริญเติบโตของลำต้นในแปลงยางแก่

การเจริญเติบโตของลำต้นยางพาราภายใต้การใช้ระบบกรีด 4 สิ่งทดลอง พบว่า มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง การใช้ระบบกรีดร่วมกับการกระตุ้นด้วยแก๊สเอทธิลีนด้วยอุปกรณ์ RRIMFLOW (T3) และ LET (T4) มีการเจริญเติบของลำต้นต่ำกว่าระบบกรีดแบบอื่นๆ ที่ไม่ได้รับการกระตุ้น (ภาพที่ 7) แสดงว่าการกระตุ้นด้วยแก๊สเอทธิลีนเพื่อเพิ่มผลผลิตยางพาราต่อครั้งกรีดในต้นยางพาราในแปลงยางแก่ส่งผลให้การเจริญเติบโตลดลง เนื่องจากต้นยางพาราต้องนำพลังงานที่ได้จากการสังเคราะห์ไปใช้ในกระบวนการสังเคราะห์น้ำยางมากกว่าการนำไปใช้ในการเจริญเติบโตทางลำต้น สอดคล้องกับการศึกษาของ Obouayeba และคณะ (2002) พบว่า อัตราการเจริญเติบโตทางลำต้นของยางพาราจะมีค่าลดลงในขณะที่ผลผลิตยางมีค่าเพิ่มขึ้น



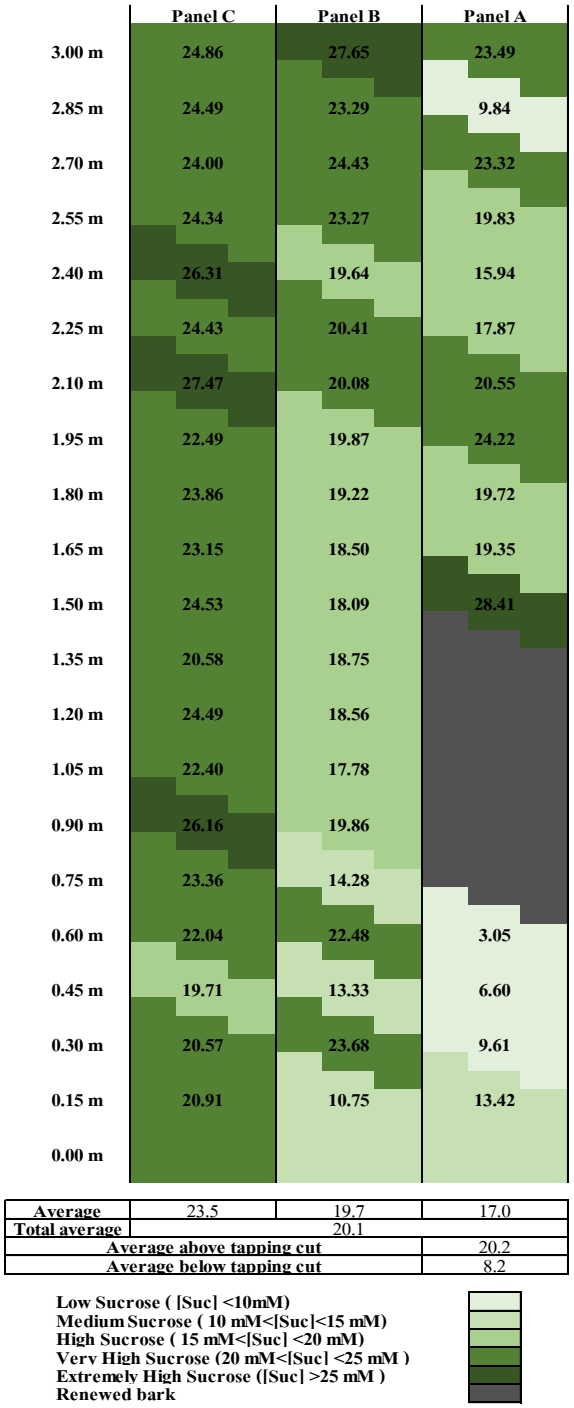
T1: S/3↑ 2d/3 T2: S/8↑ d3

T3: S/8↑ d3 ร่วมกับ RRIMFLOW T4: S/8↑ d3 ร่วมกับ LET

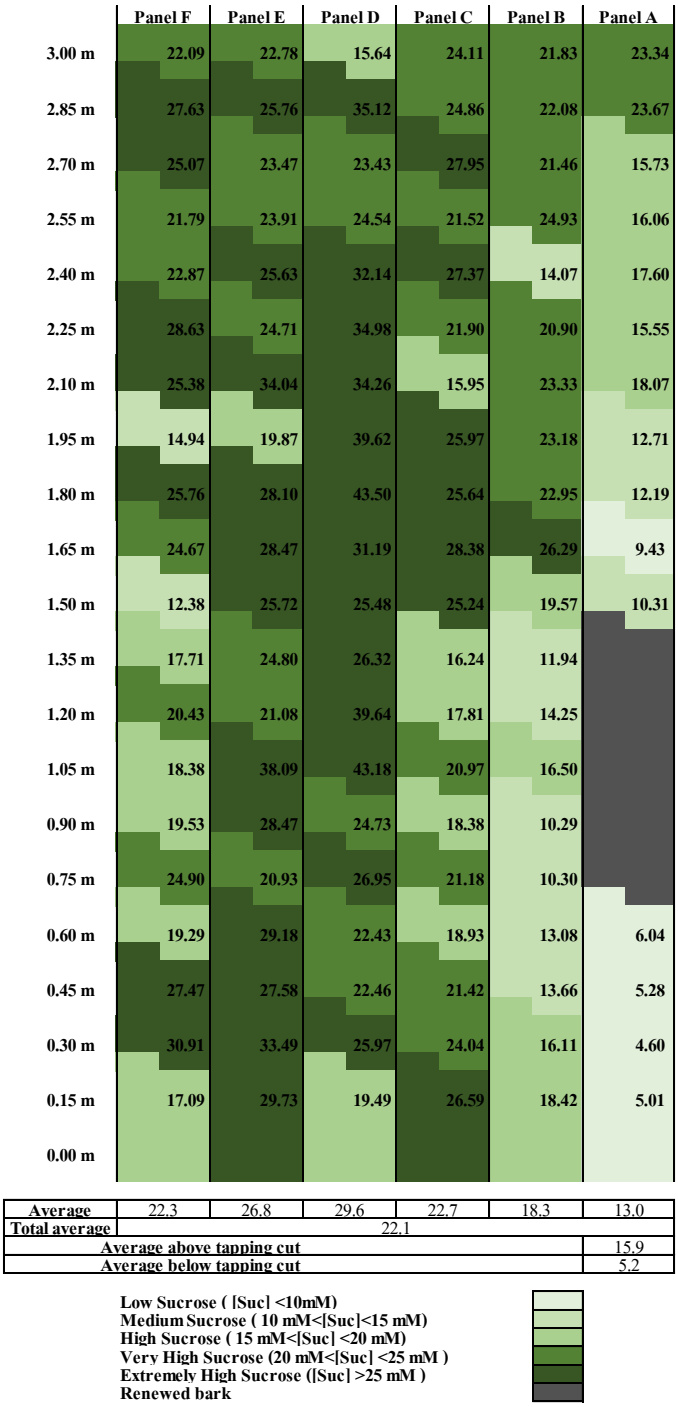
ภาพที่ 7 อัตราการเจริญเติบโตของลำต้น (เซนติเมตร) ในแปลงยางแก่ ของระบบกรีด 4 สิ่งทดลอง ตั้งแต่เดือนตุลาคม 2555 – กรกฎาคม 2556 ค่าเฉลี่ยที่กำกับด้วยตัวอักษรที่แตกต่างกันในแต่ละบาร์มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ P≤0.01เมื่อตรวจสอบด้วยวิธี DMRT

การกระจายตัวของปริมาณซูโครสในแปลงยางอ่อน ที่ระดับความสูง 0-3 เมตร

การกระจายตัวของปริมาณซูโครสรอบลำต้นยางพาราในแปลงยางอ่อนที่ระดับความสูง 0-3 เมตร ภายใต้ระบบกรีดแบบ S/3 2d/3 พบว่า ค่าเฉลี่ยของปริมาณซูโครสทุกหน้ากรีดมีค่า 20.1 มิลลิโมลต่อลิตร (ภาพที่ 8) ในขณะที่ panel C มีค่าเฉลี่ยของปริมาณซูโครสสูงสุด คือ 23.5 มิลลิโมลต่อลิตร และ panel A มีค่าต่ำสุด คือ 17.0 มิลลิโมลต่อลิตร นอกจากนี้ค่าเฉลี่ยปริมาณซูโครสบริเวณเหนือรอยกรีดมีค่า 20.2 มิลลิโมลต่อลิตร ซึ่งสูงกว่าบริเวณใต้รอยกรีดที่มีปริมาณซูโครส 8.2 มิลลิโมลต่อลิตร การกระจายตัวของปริมาณซูโครสภายใต้ระบบกรีดแบบ S/6 d3 พบว่า ค่าเฉลี่ยของปริมาณซูโครสทุกหน้ากรีดมีค่าเท่ากับ 22.1 มิลลิโมลต่อลิตร (ภาพที่ 9) ขณะที่ panel D มีค่าเฉลี่ยของปริมาณซูโครสสูงสุด คือ 29.6 มิลลิโมลต่อลิตร และ panel A มีค่าต่ำสุด คือ 13.0 มิลลิโมลต่อลิตร สำหรับค่าปริมาณซูโครสบริเวณเหนือรอยกรีดมีค่า 15.9 มิลลิโมลต่อลิตร ซึ่งสูงกว่าบริเวณใต้รอยกรีดที่มีปริมาณซูโครส 5.2 มิลลิโมลต่อลิตร การกระจายตัวของปริมาณซูโครสภายใต้ระบกรีดแบบ S/6 d3 ร่วมกับ RRIMFLOW พบว่า ค่าเฉลี่ยของปริมาณซูโครสทุกหน้ากรีดมีค่า 10.3 มิลลิโมลต่อลิตร (ภาพที่ 10) ขณะที่ panel A มีค่าเฉลี่ยของปริมาณซูโครสสูงสุด คือ 11.3 มิลลิโมลต่อลิตร และ panel E มีค่าต่ำสุด คือ 9.4 มิลลิโมลต่อลิตร สำหรับค่าปริมาณซูโครสบริเวณเหนือรอยกรีดมีค่า 12.3 มิลลิโมลต่อลิตร ซึ่งสูงกว่าบริเวณใต้รอยกรีดที่มีปริมาณซูโครส 8.5 มิลลิโมลต่อลิตร และการกระจายตัวของปริมาณซูโครสภายใต้ระบกรีดแบบ S/6 d3 ร่วมกับ LET พบว่า มีค่าเฉลี่ยของปริมาณซูโครสทุกหน้ากรีดเท่ากับ 14.9 มิลลิโมลต่อลิตร (ภาพที่ 11) ปริมาณซูโครสใน panel E มีค่าสูงสุด คือ 17.2 มิลลิโมลต่อลิตร และ panel C มีค่าต่ำสุด คือ 12.8 มิลลิโมลต่อลิตร นอกจากนี้ ปริมาณซูโครสบริเวณเหนือรอยกรีดมีค่า 14.5 มิลลิโมลต่อลิตร สูงกว่าบริเวณใต้รอยกรีดที่มีปริมาณซูโครสเท่ากับ 8.6 มิลลิโมลต่อลิตร อย่างไรก็ตาม ค่าเฉลี่ยของปริมาณซูโครสที่ระดับความสูง 0-3 เมตรในต้นยางพาราอ่อนที่เปิดกรีดแล้ว ของการใช้ระบบกรีดแบบ S/6 d3 และ S/3 2d/3 มีค่ามากกว่าการใช้ระบบกรีดแบบ S/6 d3 ที่ได้รับการกระตุ้นด้วยแก๊สเอทธิลีนชนิดอุปกรณ์ RRIMFLOW และ LET



ภาพที่ 8 การกระจายตัวของปริมาณน้ำตาลซูโครสรอบลำต้นยางพาราภายใต้ระบบกรีด S/3 2d/3 ในแปลงยางอ่อน



ภาพที่ 9 การกระจายตัวของปริมาณน้ำตาลซูโครสรอบลำต้นยางพาราภายใต้ระบบกรีด S/6 d3 ในแปลงยางอ่อน

	Panel F	Panel E	Panel D	Panel C	Panel B	Panel A
3.00 m	11.98	11.46	10.25	10.86	13.06	9.87
2.85 m	10.34	8.20	10.96	8.18	11.08	12.45
2.70 m	10.45	5.81	11.44	11.56	13.17	11.95
2.55 m	11.17	9.92	11.39	13.05	16.99	11.69
2.40 m	10.65	11.80	10.70	11.20	9.55	11.07
2.25 m	9.56	12.17	12.70	10.58	14.10	15.50
2.10 m	8.87	7.01	10.83	7.44	12.23	11.81
1.95 m	11.68	10.80	13.69	16.22	9.98	13.74
1.80 m	12.81	10.54	11.38	9.81	9.48	14.70
1.65 m	10.75	11.47	10.82	10.93	11.31	13.31
1.50 m	10.55	10.80	10.25	7.94	10.11	9.40
1.35 m	11.52	8.07	10.38	9.91	9.09	
1.20 m	9.88	8.71	7.95	7.81	10.33	
1.05 m	10.21	9.86	7.80	11.22	10.38	
0.90 m	7.36	8.29	10.02	9.10	10.45	
0.75 m	14.43	9.39	10.40	8.31	7.85	
0.60 m	9.94	8.02	7.73	8.58	6.97	10.21
0.45 m	8.08	9.62	8.31	7.56	9.08	6.80
0.30 m	8.63	7.91	10.90	10.45	6.82	8.73
0.15 m	8.87	7.71	9.79	9.14	8.73	8.28
0.00 m						

Average	10.4	9.4	10.4	10.0	10.5	11.3
Total average	10.3					
Average above tapping cut						12.3
Average below tapping cut						8.5

Low Sucrose ([Suc] <10mM)
Medium Sucrose (10 mM<[Suc]<15 mM)
High Sucrose (15 mM<[Suc] <20 mM)
Very High Sucrose (20 mM<[Suc] <25 mM)
Extremely High Sucrose ([Suc] >25 mM)
Renewed bark

ภาพที่ 10 การกระจายตัวของปริมาณน้ำตาลซูโครสรอบลำต้นยางพาราภายใต้ระบบกรีด S/6 d3 ร่วมกับ RRIMFLOW ในแปลงยางอ่อน

	Panel F	Panel E	Panel D	Panel C	Panel B	Panel A
3.00 m	17.89	16.07	16.74	15.61	16.28	16.24
2.85 m	16.74	17.66	10.10	16.24	12.95	13.27
2.70 m	16.07	13.83	14.38	15.49	15.71	10.63
2.55 m	14.59	12.91	16.40	16.64	17.87	14.00
2.40 m	14.47	18.76	12.78	15.58	16.79	16.17
2.25 m	18.14	16.56	12.10	13.83	15.03	13.05
2.10 m	13.46	14.68	13.44	11.24	25.93	11.08
1.95 m	13.32	18.35	13.15	12.13	16.63	16.62
1.80 m	13.20	18.16	16.21	11.52	14.14	13.08
1.65 m	15.79	21.81	26.89	12.84	16.73	16.62
1.50 m	13.36	14.10	13.85	15.02	14.99	18.87
1.35 m	16.04	18.03	14.26	9.52	15.82	
1.20 m	16.20	19.10	15.41	13.87	17.00	
1.05 m	14.05	18.71	13.31	13.24	14.45	
0.90 m	13.67	17.99	18.10	12.13	13.67	
0.75 m	13.43	17.73	31.88	11.98	14.81	
0.60 m	8.55	13.83	16.50	12.41	8.58	5.45
0.45 m	16.85	17.73	18.26	9.03	7.53	9.58
0.30 m	16.81	18.04	17.24	9.21	11.03	11.77
0.15 m	21.23	20.21	14.17	9.35	9.77	7.55
0.00 m						

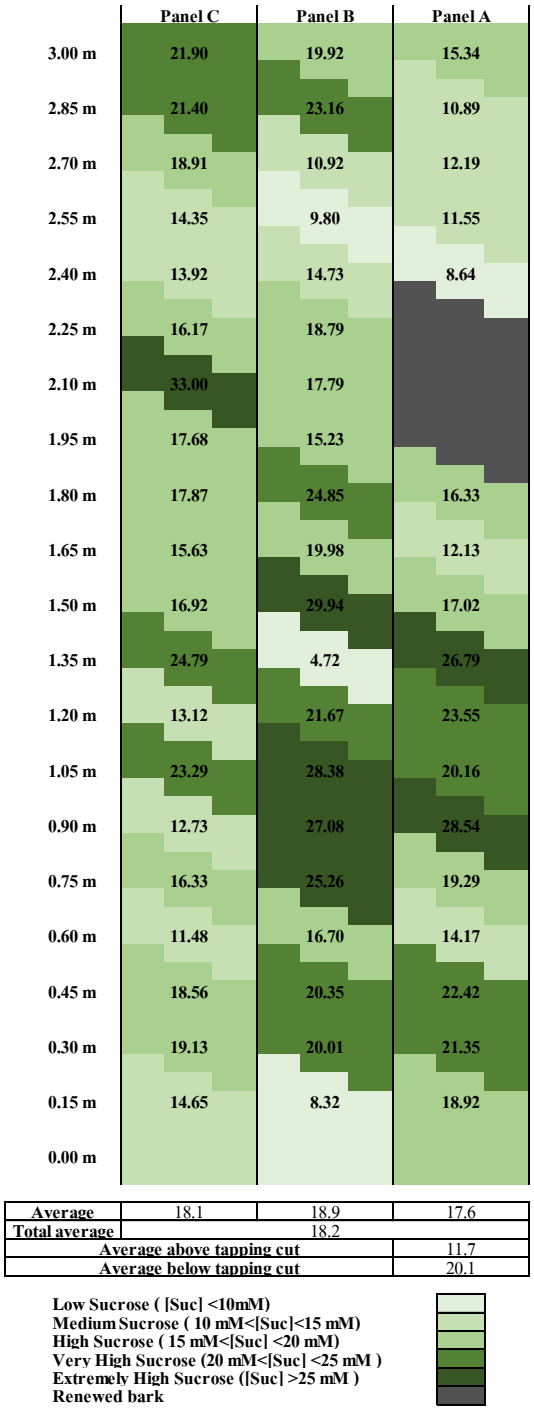
Average	15.2	17.2	16.3	12.8	14.8	12.9
Total average	14.9					
Average above tapping cut						14.5
Average below tapping cut						8.6

Low Sucrose ([Suc] <10mM)
Medium Sucrose (10 mM<[Suc]<15 mM)
High Sucrose (15 mM<[Suc] <20 mM)
Very High Sucrose (20 mM<[Suc] <25 mM)
Extremely High Sucrose ([Suc] >25 mM)
Renewed bark

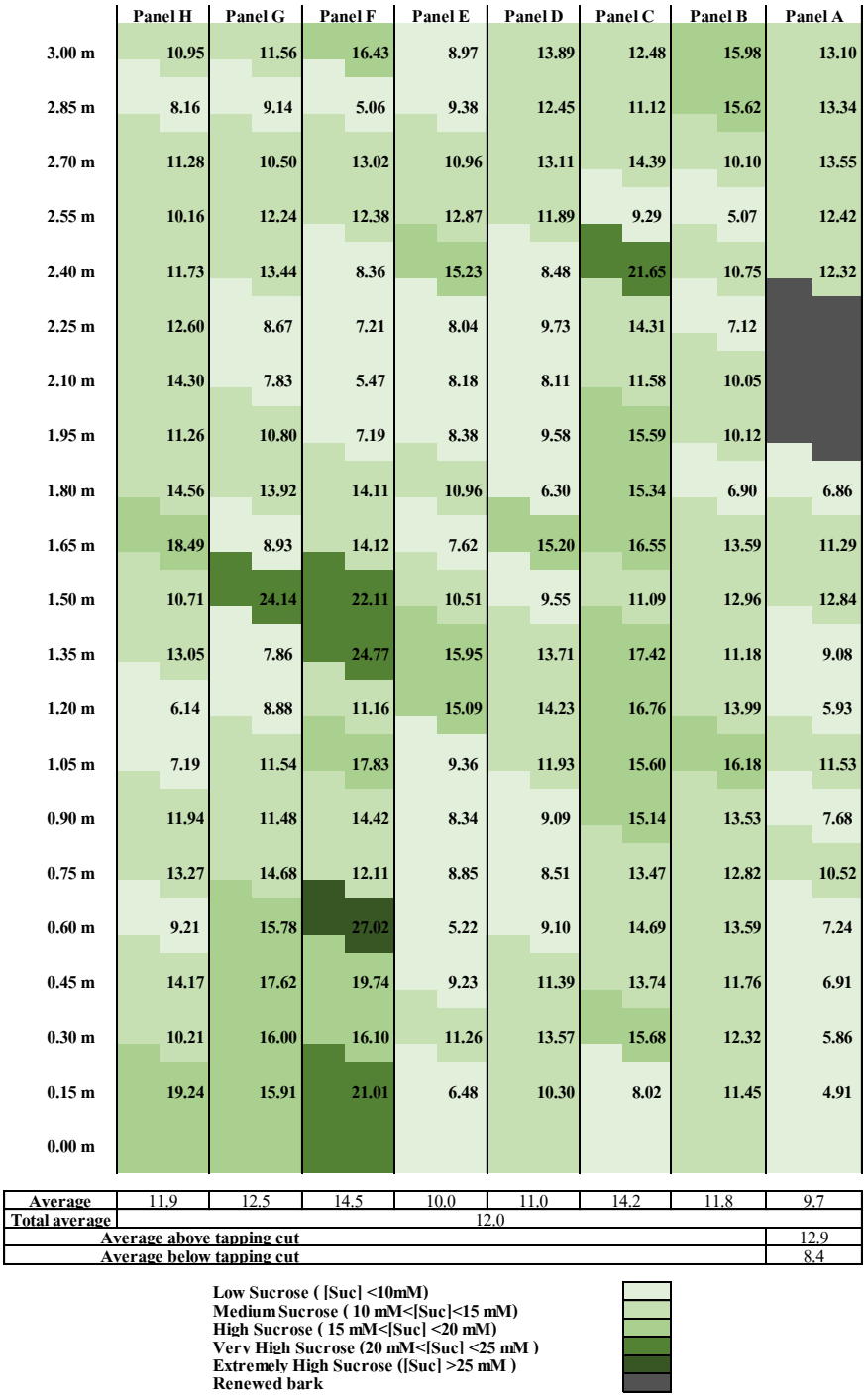
ภาพที่ 11 การกระจายตัวของปริมาณน้ำตาลซูโครสรอบลำต้นยางพาราภายใต้ระบบกรีด S/6 d3 ร่วมกับ LET ในแปลงยางอ่อน

การกระจายตัวของปริมาณซูโครสในแปลงยางแก่ ที่ระดับความสูง 0-3 เมตร

การกระจายตัวของปริมาณซูโครสรอบลำต้นยางพาราในแปลงยางแก่ที่ระดับความสูง 0-3 เมตร ภายใต้ระบบกรีด S/3↑ 2d/3 พบว่า ค่าเฉลี่ยของปริมาณซูโครสทุกหน้ากรีดมีค่า 18.2 มิลลิโมลต่อลิตร (ภาพที่ 12) ในขณะที่ panel B มีค่าเฉลี่ยของปริมาณซูโครสสูงสุด คือ 18.9 มิลลิโมลต่อลิตร และ panel A มีค่าต่ำสุด คือ 17.6 มิลลิโมลต่อลิตร นอกจากนี้ค่าเฉลี่ยปริมาณซูโครสบริเวณเหนือรอยกรีดมีค่า 11.7 มิลลิโมลต่อลิตร ซึ่งต่ำกว่าบริเวณใต้รอยกรีดที่มีปริมาณซูโครส 20.1 มิลลิโมลต่อลิตร การกระจายตัวของปริมาณซูโครสภายใต้ระบกรีด S/8↑ d3 พบว่า ค่าเฉลี่ยของปริมาณซูโครสทุกหน้ากรีดมีค่า 12.0 มิลลิโมลต่อลิตร (ภาพที่ 13) ขณะที่ panel F มีค่าเฉลี่ยของปริมาณซูโครสสูงสุด คือ 14.5 มิลลิโมลต่อลิตร และ panel A มีค่าต่ำสุด คือ 9.7 มิลลิโมลต่อลิตร สำหรับค่าปริมาณซูโครสบริเวณเหนือรอยกรีดมีค่า 12.9 มิลลิโมลต่อลิตร ซึ่งสูงกว่าบริเวณใต้รอยกรีดที่มีปริมาณซูโครส 8.4 มิลลิโมลต่อลิตร การกระจายตัวของปริมาณซูโครสภายใต้ระบกรีด S/8↑ d3 ร่วมกับ RRIMFLOW พบว่า ค่าเฉลี่ยของปริมาณซูโครสทุกหน้ากรีดมีค่า 13.1 มิลลิโมลต่อลิตร (ภาพที่ 14) ขณะที่ panel G มีค่าเฉลี่ยของปริมาณซูโครสสูงสุด คือ 17.1 มิลลิโมลต่อลิตร และ panel A มีค่าต่ำสุด คือ 10.7 มิลลิโมลต่อลิตร สำหรับค่าปริมาณซูโครสบริเวณเหนือรอยกรีดมีค่า 10.0 มิลลิโมลต่อลิตร ซึ่งต่ำกว่าบริเวณใต้รอยกรีดที่มีปริมาณซูโครส 11.0 มิลลิโมลต่อลิตร และการกระจายตัวของปริมาณซูโครสภายใต้ระบกรีด S/8↑ d3 ร่วมกับ LET พบว่า มีค่าเฉลี่ยของปริมาณซูโครสทุกหน้ากรีดเท่ากับ 19.3 มิลลิโมลต่อลิตร (ภาพที่ 15) ปริมาณซูโครสใน panel C มีค่าสูงสุด คือ 22.2 มิลลิโมลต่อลิตร และ panel A มีค่าต่ำสุด คือ 14.6 มิลลิโมลต่อลิตร นอกจากนี้ ปริมาณซูโครสบริเวณเหนือรอยกรีดมีค่า 11.2 มิลลิโมลต่อลิตร ต่ำกว่าบริเวณใต้รอยกรีดที่มีปริมาณซูโครสเท่ากับ 16.0 มิลลิโมลต่อลิตร อย่างไรก็ตาม การกระจายตัวของปริมาณซูโครสภายในต้นยางพาราของแปลงยางแก่ที่ความสูงระหว่าง 0-3 เมตร ของการใช้ระบบกรีดแบบ S/8↑ d3 ร่วมกับ LET และระบบกรีดแบบ S/3↑ 2d/3 มีปริมาณซูโครสสูงกว่าการใช้ระบบกรีดแบบ S/8↑ d3 และ S/8↑ d3 ร่วมกับ RRIMFLOW



ภาพที่ 12 การกระจายตัวของปริมาณน้ำตาลซูโครสรอบลำต้นยางพาราภายใต้ระบบกรีด S/3↑ 2d/3 ในแปลงยางแก่

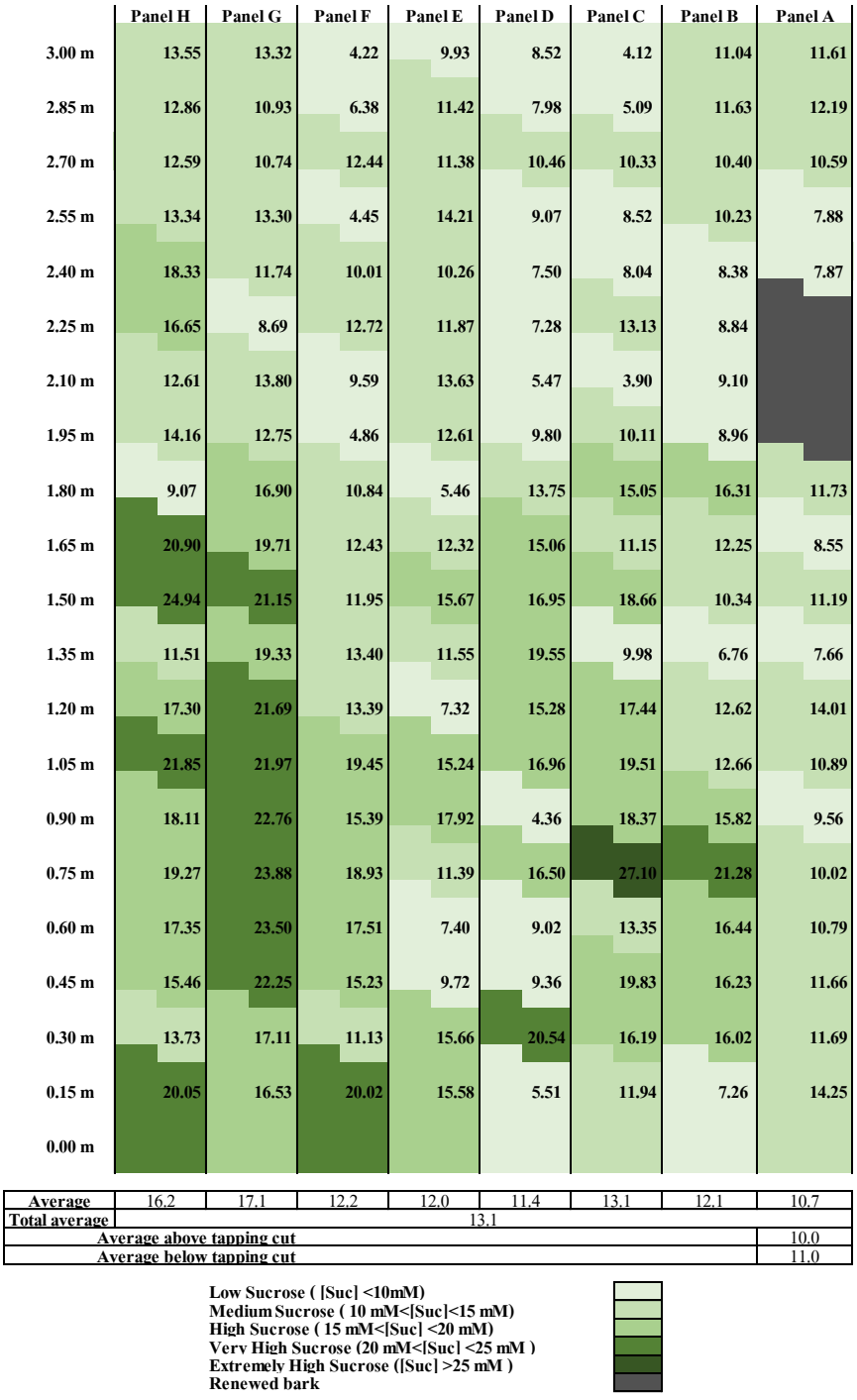


	Panel H	Panel G	Panel F	Panel E	Panel D	Panel C	Panel B	Panel A
3.00 m	10.95	11.56	16.43	8.97	13.89	12.48	15.98	13.10
2.85 m	8.16	9.14	5.06	9.38	12.45	11.12	15.62	13.34
2.70 m	11.28	10.50	13.02	10.96	13.11	14.39	10.10	13.55
2.55 m	10.16	12.24	12.38	12.87	11.89	9.29	5.07	12.42
2.40 m	11.73	13.44	8.36	15.23	8.48	21.65	10.75	12.32
2.25 m	12.60	8.67	7.21	8.04	9.73	14.31	7.12	
2.10 m	14.30	7.83	5.47	8.18	8.11	11.58	10.05	
1.95 m	11.26	10.80	7.19	8.38	9.58	15.59	10.12	
1.80 m	14.56	13.92	14.11	10.96	6.30	15.34	6.90	6.86
1.65 m	18.49	8.93	14.12	7.62	15.20	16.55	13.59	11.29
1.50 m	10.71	24.14	22.11	10.51	9.55	11.09	12.96	12.84
1.35 m	13.05	7.86	24.77	15.95	13.71	17.42	11.18	9.08
1.20 m	6.14	8.88	11.16	15.09	14.23	16.76	13.99	5.93
1.05 m	7.19	11.54	17.83	9.36	11.93	15.60	16.18	11.53
0.90 m	11.94	11.48	14.42	8.34	9.09	15.14	13.53	7.68
0.75 m	13.27	14.68	12.11	8.85	8.51	13.47	12.82	10.52
0.60 m	9.21	15.78	27.02	5.22	9.10	14.69	13.59	7.24
0.45 m	14.17	17.62	19.74	9.23	11.39	13.74	11.76	6.91
0.30 m	10.21	16.00	16.10	11.26	13.57	15.68	12.32	5.86
0.15 m	19.24	15.91	21.01	6.48	10.30	8.02	11.45	4.91
0.00 m								

Average	11.9	12.5	14.5	10.0	11.0	14.2	11.8	9.7
Total average	12.0							
Average above tapping cut								12.9
Average below tapping cut								8.4

Low Sucrose ([Suc] <10mM)
Medium Sucrose (10 mM<[Suc]<15 mM)
High Sucrose (15 mM<[Suc] <20 mM)
Very High Sucrose (20 mM<[Suc] <25 mM)
Extremely High Sucrose ([Suc] >25 mM)
Renewed bark

ภาพที่ 13 การกระจายตัวของปริมาณน้ำตาลซูโครสรอบลำต้นยางพาราภายใต้ระบบกรีด S/8↑ d3 ในแปลงยางแก่

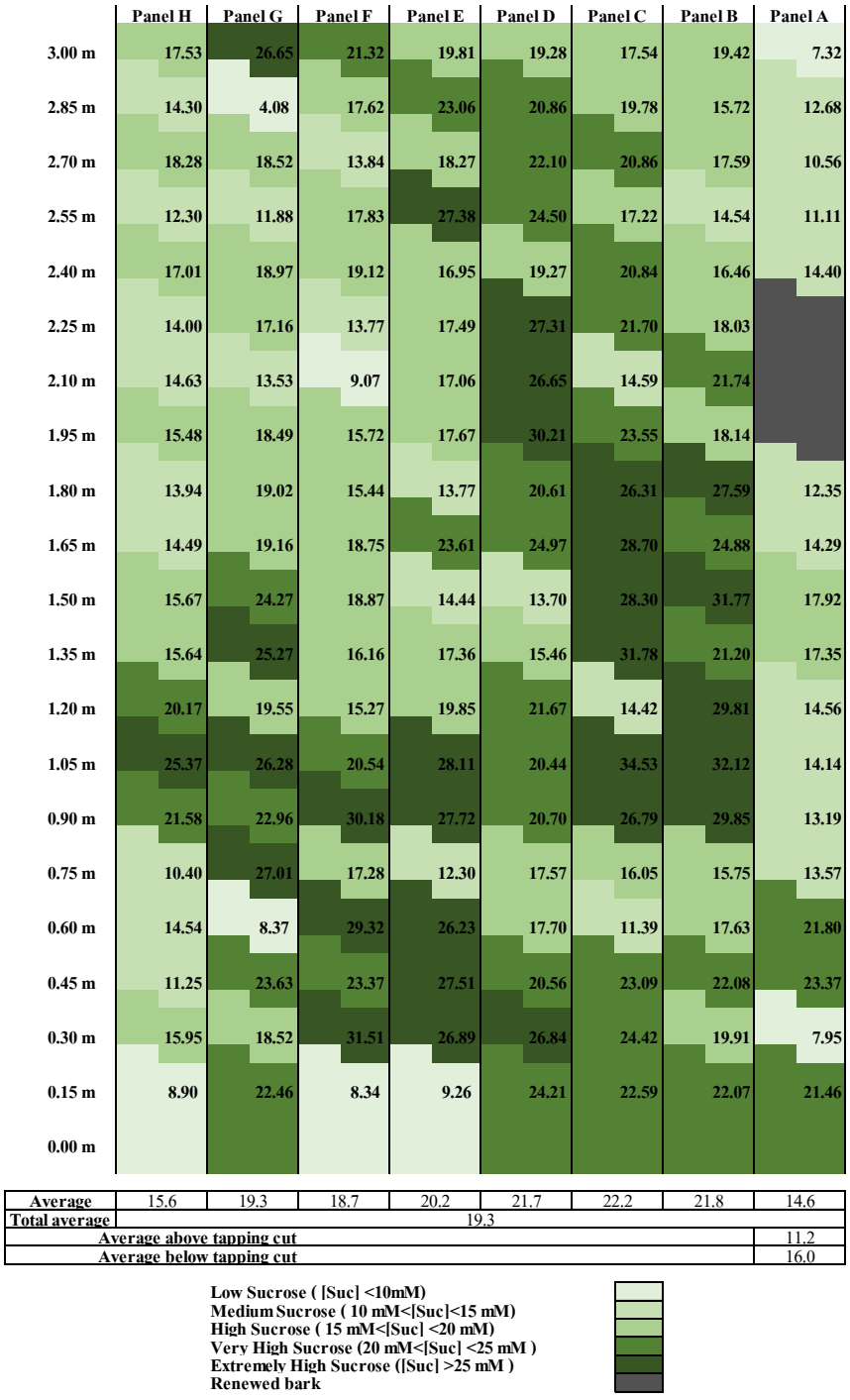


	Panel H	Panel G	Panel F	Panel E	Panel D	Panel C	Panel B	Panel A
3.00 m	13.55	13.32	4.22	9.93	8.52	4.12	11.04	11.61
2.85 m	12.86	10.93	6.38	11.42	7.98	5.09	11.63	12.19
2.70 m	12.59	10.74	12.44	11.38	10.46	10.33	10.40	10.59
2.55 m	13.34	13.30	4.45	14.21	9.07	8.52	10.23	7.88
2.40 m	18.33	11.74	10.01	10.26	7.50	8.04	8.38	7.87
2.25 m	16.65	8.69	12.72	11.87	7.28	13.13	8.84	
2.10 m	12.61	13.80	9.59	13.63	5.47	3.90	9.10	
1.95 m	14.16	12.75	4.86	12.61	9.80	10.11	8.96	
1.80 m	9.07	16.90	10.84	5.46	13.75	15.05	16.31	11.73
1.65 m	20.90	19.71	12.43	12.32	15.06	11.15	12.25	8.55
1.50 m	24.94	21.15	11.95	15.67	16.95	18.66	10.34	11.19
1.35 m	11.51	19.33	13.40	11.55	19.55	9.98	6.76	7.66
1.20 m	17.30	21.69	13.39	7.32	15.28	17.44	12.62	14.01
1.05 m	21.85	21.97	19.45	15.24	16.96	19.51	12.66	10.89
0.90 m	18.11	22.76	15.39	17.92	4.36	18.37	15.82	9.56
0.75 m	19.27	23.88	18.93	11.39	16.50	27.10	21.28	10.02
0.60 m	17.35	23.50	17.51	7.40	9.02	13.35	16.44	10.79
0.45 m	15.46	22.25	15.23	9.72	9.36	19.83	16.23	11.66
0.30 m	13.73	17.11	11.13	15.66	20.54	16.19	16.02	11.69
0.15 m	20.05	16.53	20.02	15.58	5.51	11.94	7.26	14.25
0.00 m								

Average	16.2	17.1	12.2	12.0	11.4	13.1	12.1	10.7
Total average	13.1							
Average above tapping cut								10.0
Average below tapping cut								11.0

Low Sucrose ([Suc] <10mM)
Medium Sucrose (10 mM<[Suc]<15 mM)
High Sucrose (15 mM<[Suc] <20 mM)
Very High Sucrose (20 mM<[Suc] <25 mM)
Extremely High Sucrose ([Suc] >25 mM)
Renewed bark

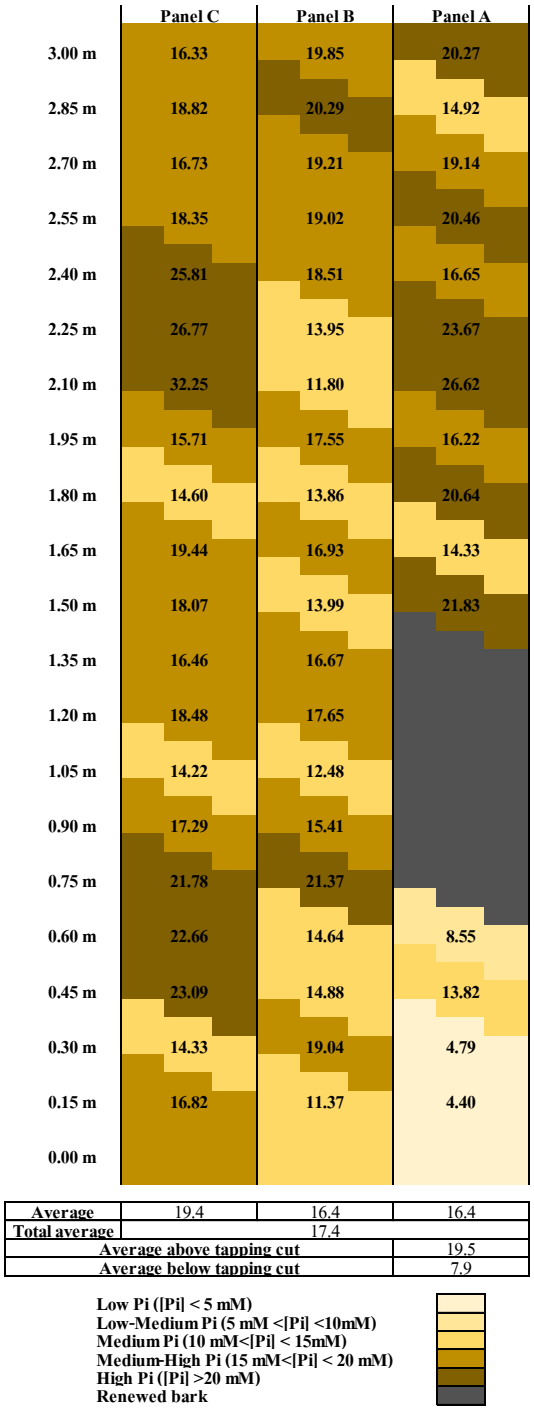
ภาพที่ 14 การกระจายตัวของปริมาณน้ำตาลซูโครสรอบลำต้นยางพาราภายใต้ระบบกรีด S/8↑ d3 ร่วมกับ RRIMFLOW ในแปลงยางแก่



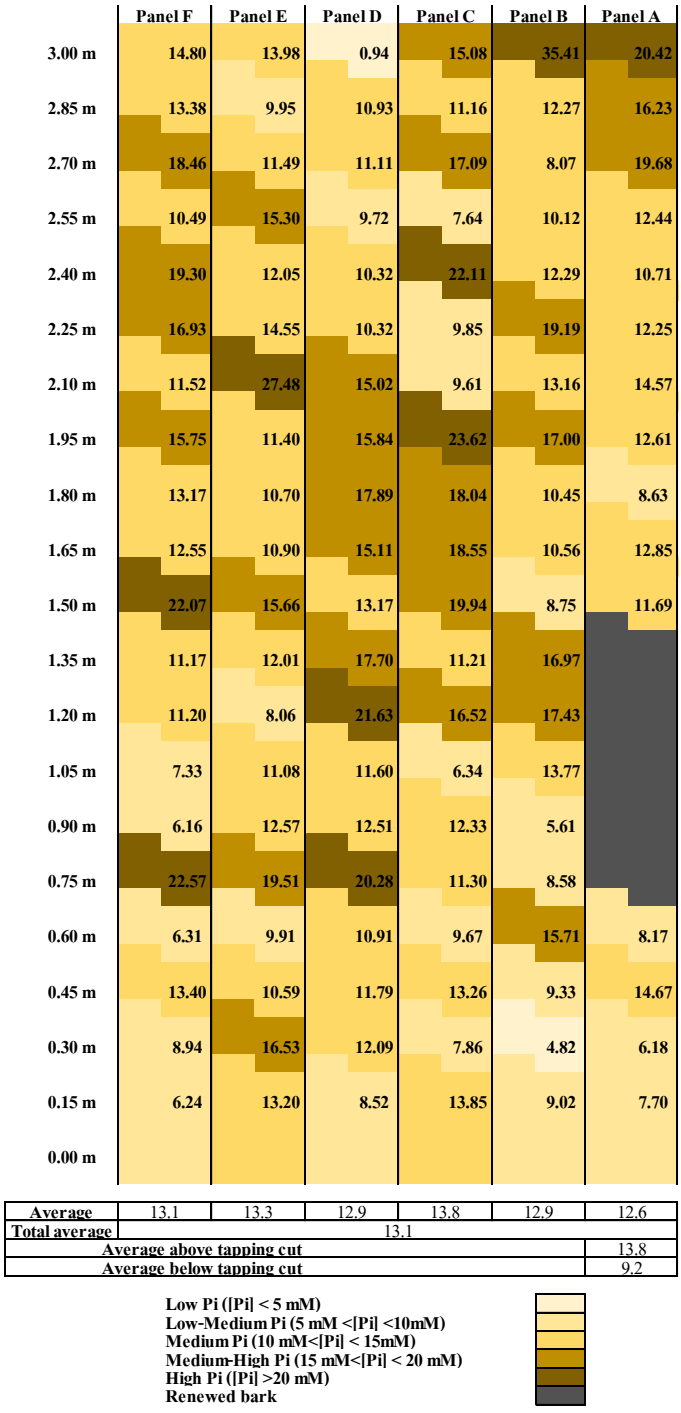
ภาพที่ 15 การกระจายตัวของปริมาณน้ำตาลซูโครสรอบลำต้นยางพาราภายใต้ระบบกรีด S/8↑ d3 ร่วมกับ LET ในแปลงยางแก่

การกระจายตัวของปริมาณอนินทรีย์ฟอสฟอรัสในแปลงยางอ่อน ที่ระดับความสูง 0-3 เมตร

การกระจายตัวของปริมาณอนินทรีย์ฟอสฟอรัสรอบลำต้นยางพาราในแปลงยางอ่อนที่ระดับความสูง 0-3 เมตร ภายใต้ระบบกรีด S/3 2d/3 พบว่า ค่าเฉลี่ยของปริมาณอนินทรีย์ฟอสฟอรัสทุกหน้ากรีดมีค่า 17.4 มิลลิโมลต่อลิตร (ภาพที่ 16) ในขณะที่ panel C มีค่าเฉลี่ยของปริมาณอนินทรีย์ฟอสฟอรัสสูงสุด คือ 19.4 มิลลิโมลต่อลิตร ในขณะที่ panel A และ B มีค่าต่ำสุด คือ 16.4 มิลลิโมลต่อลิตร นอกจากนี้ค่าเฉลี่ยปริมาณอนินทรีย์ฟอสฟอรัสบริเวณเหนือรอยกรีดมีค่า 19.5 มิลลิโมลต่อลิตร ซึ่งสูงกว่าบริเวณใต้รอยกรีดที่มีปริมาณอนินทรีย์ฟอสฟอรัส 7.9 มิลลิโมลต่อลิตร การกระจายตัวของปริมาณอนินทรีย์ฟอสฟอรัสภายใต้ระบกรีด S/6 d3 พบว่า ค่าเฉลี่ยของปริมาณอนินทรีย์ฟอสฟอรัสทุกหน้ากรีดมีค่า 13.1 มิลลิโมลต่อลิตร (ภาพที่ 17) ขณะที่ panel C มีค่าเฉลี่ยของปริมาณอนินทรีย์ฟอสฟอรัสสูงสุด คือ 13.8 มิลลิโมลต่อลิตร และ panel A มีค่าต่ำสุด คือ 12.6 มิลลิโมลต่อลิตร สำหรับค่าปริมาณอนินทรีย์ฟอสฟอรัสบริเวณเหนือรอยกรีดมีค่า 13.8 มิลลิโมลต่อลิตร ซึ่งสูงกว่าบริเวณใต้รอยกรีดที่มีปริมาณอนินทรีย์ฟอสฟอรัส 9.2 มิลลิโมลต่อลิตร การกระจายตัวของปริมาณอนินทรีย์ฟอสฟอรัสภายใต้ระบกรีด S/6 d3 ร่วมกับ RRIMFLOW พบว่า ค่าเฉลี่ยของปริมาณอนินทรีย์ฟอสฟอรัสทุกหน้ากรีดมีค่า 15.5 มิลลิโมลต่อลิตร (ภาพที่ 18) ขณะที่ panel C มีค่าเฉลี่ยของปริมาณอนินทรีย์ฟอสฟอรัสสูงสุด คือ 16.7 มิลลิโมลต่อลิตร และ panel E มีค่าต่ำสุด คือ 14.8 มิลลิโมลต่อลิตร สำหรับค่าปริมาณอนินทรีย์ฟอสฟอรัสบริเวณเหนือรอยกรีดมีค่า 15.5 มิลลิโมลต่อลิตร ซึ่งต่ำกว่าบริเวณใต้รอยกรีดที่มีปริมาณอนินทรีย์ฟอสฟอรัส 15.8 มิลลิโมลต่อลิตร และการกระจายตัวของปริมาณอนินทรีย์ฟอสฟอรัสภายใต้ระบกรีด S/6 d3 ร่วมกับ LET พบว่า มีค่าเฉลี่ยของปริมาณอนินทรีย์ฟอสฟอรัสทุกหน้ากรีดเท่ากับ 19.1 มิลลิโมลต่อลิตร (ภาพที่ 19) ปริมาณอนินทรีย์ฟอสฟอรัสใน panel B มีค่าสูงสุด คือ 21.6 มิลลิโมลต่อลิตร และ panel C มีค่าต่ำสุด คือ 17.0 มิลลิโมลต่อลิตร นอกจากนี้ ปริมาณอนินทรีย์ฟอสฟอรัสบริเวณเหนือรอยกรีดมีค่า 19.2 มิลลิโมลต่อลิตร สูงกว่าบริเวณใต้รอยกรีดที่มีปริมาณอนินทรีย์ฟอสฟอรัสเท่ากับ 16.0 มิลลิโมลต่อลิตร อย่างไรก็ตาม การกระจายตัวของปริมาณอนินทรีย์ฟอสฟอรัสในแปลงยางพาราอ่อนที่เปิดกรีดแล้วภายใต้ระบบกรีดแบบ S/6 d3 ร่วมกับ LET และระบบกรีด S/3 2d/3 มีค่าที่สูงกว่าการใช้ระบบกรีดแบบ S/6 d3 ร่วมกับ RRIMFLOW และระบบกรีด S/6 d3



ภาพที่ 16 การกระจายตัวของปริมาณอนินทรีย์ฟอสฟอรัสรอบลำต้นยางพาราภายใต้ระบบกรีด S/3 2d/3 ในแปลงยางอ่อน

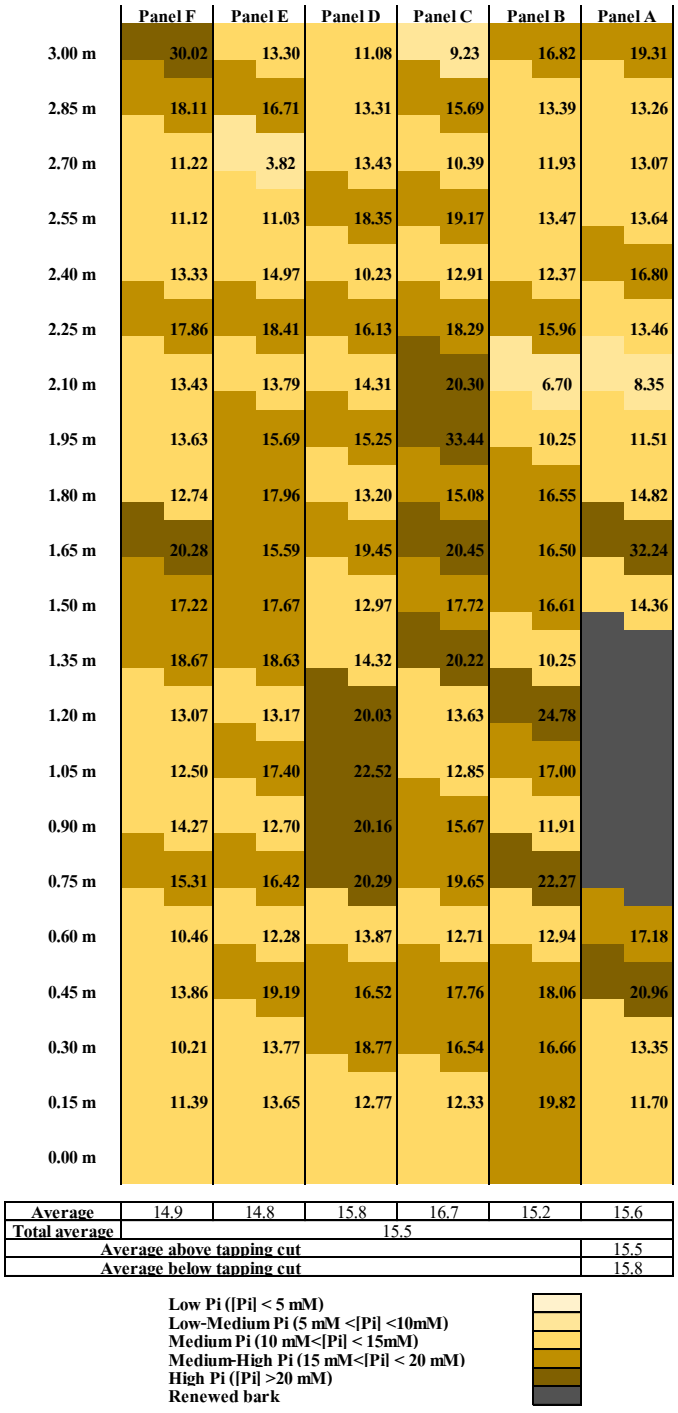


	Panel F	Panel E	Panel D	Panel C	Panel B	Panel A
3.00 m	14.80	13.98	0.94	15.08	35.41	20.42
2.85 m	13.38	9.95	10.93	11.16	12.27	16.23
2.70 m	18.46	11.49	11.11	17.09	8.07	19.68
2.55 m	10.49	15.30	9.72	7.64	10.12	12.44
2.40 m	19.30	12.05	10.32	22.11	12.29	10.71
2.25 m	16.93	14.55	10.32	9.85	19.19	12.25
2.10 m	11.52	27.48	15.02	9.61	13.16	14.57
1.95 m	15.75	11.40	15.84	23.62	17.00	12.61
1.80 m	13.17	10.70	17.89	18.04	10.45	8.63
1.65 m	12.55	10.90	15.11	18.55	10.56	12.85
1.50 m	22.07	15.66	13.17	19.94	8.75	11.69
1.35 m	11.17	12.01	17.70	11.21	16.97	
1.20 m	11.20	8.06	21.63	16.52	17.43	
1.05 m	7.33	11.08	11.60	6.34	13.77	
0.90 m	6.16	12.57	12.51	12.33	5.61	
0.75 m	22.57	19.51	20.28	11.30	8.58	
0.60 m	6.31	9.91	10.91	9.67	15.71	8.17
0.45 m	13.40	10.59	11.79	13.26	9.33	14.67
0.30 m	8.94	16.53	12.09	7.86	4.82	6.18
0.15 m	6.24	13.20	8.52	13.85	9.02	7.70
0.00 m						

Average	13.1	13.3	12.9	13.8	12.9	12.6
Total average	13.1					
Average above tapping cut						13.8
Average below tapping cut						9.2

Low Pi ([Pi] < 5 mM)
Low-Medium Pi (5 mM <[Pi] <10mM)
Medium Pi (10 mM<[Pi] < 15mM)
Medium-High Pi (15 mM<[Pi] < 20 mM)
High Pi ([Pi] >20 mM)
Renewed bark

ภาพที่ 17 การกระจายตัวของปริมาณอนินทรีย์ฟอสฟอรัสรอบลำต้นยางพาราภายใต้ระบบกรีด S/6 d3 ในแปลงยางอ่อน

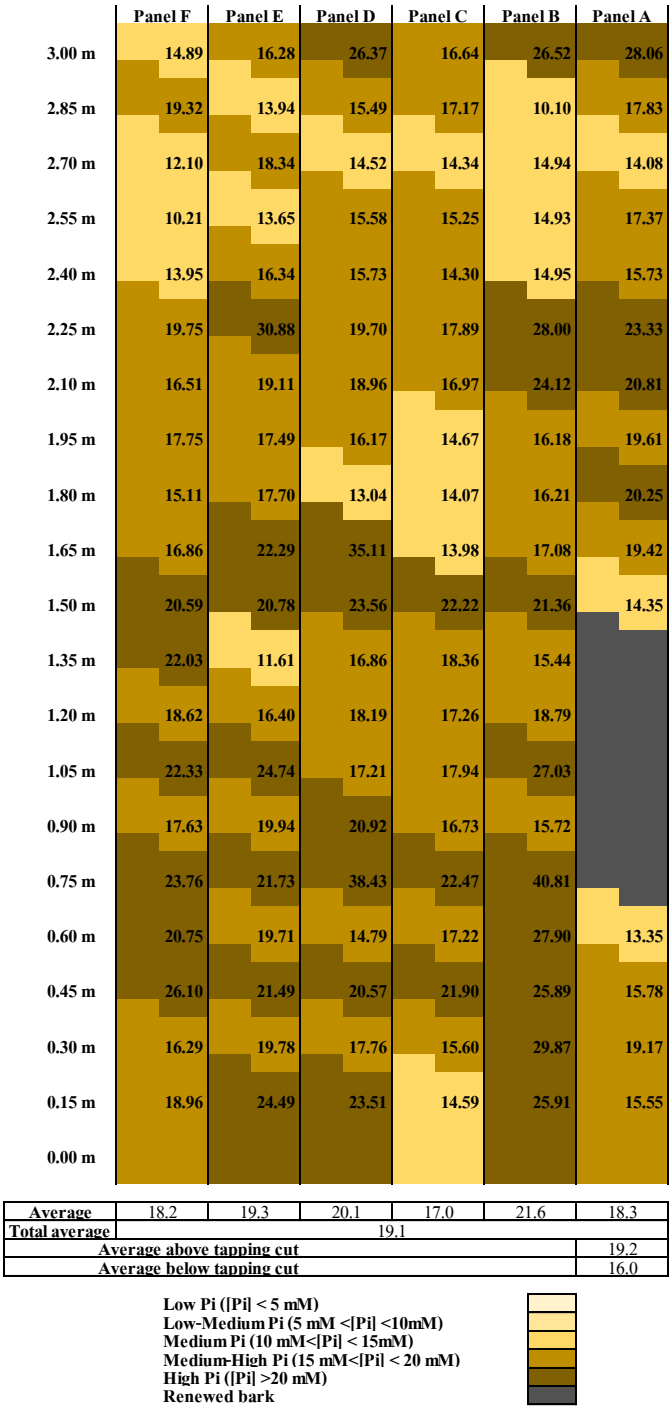


	Panel F	Panel E	Panel D	Panel C	Panel B	Panel A
3.00 m	30.02	13.30	11.08	9.23	16.82	19.31
2.85 m	18.11	16.71	13.31	15.69	13.39	13.26
2.70 m	11.22	3.82	13.43	10.39	11.93	13.07
2.55 m	11.12	11.03	18.35	19.17	13.47	13.64
2.40 m	13.33	14.97	10.23	12.91	12.37	16.80
2.25 m	17.86	18.41	16.13	18.29	15.96	13.46
2.10 m	13.43	13.79	14.31	20.30	6.70	8.35
1.95 m	13.63	15.69	15.25	33.44	10.25	11.51
1.80 m	12.74	17.96	13.20	15.08	16.55	14.82
1.65 m	20.28	15.59	19.45	20.45	16.50	32.24
1.50 m	17.22	17.67	12.97	17.72	16.61	14.36
1.35 m	18.67	18.63	14.32	20.22	10.25	
1.20 m	13.07	13.17	20.03	13.63	24.78	
1.05 m	12.50	17.40	22.52	12.85	17.00	
0.90 m	14.27	12.70	20.16	15.67	11.91	
0.75 m	15.31	16.42	20.29	19.65	22.27	
0.60 m	10.46	12.28	13.87	12.71	12.94	17.18
0.45 m	13.86	19.19	16.52	17.76	18.06	20.96
0.30 m	10.21	13.77	18.77	16.54	16.66	13.35
0.15 m	11.39	13.65	12.77	12.33	19.82	11.70
0.00 m						

Average	14.9	14.8	15.8	16.7	15.2	15.6
Total average	15.5					
Average above tapping cut						15.5
Average below tapping cut						15.8

Low Pi ([Pi] < 5 mM)
Low-Medium Pi (5 mM <[Pi] <10mM)
Medium Pi (10 mM<[Pi] < 15mM)
Medium-High Pi (15 mM<[Pi] < 20 mM)
High Pi ([Pi] >20 mM)
Renewed bark

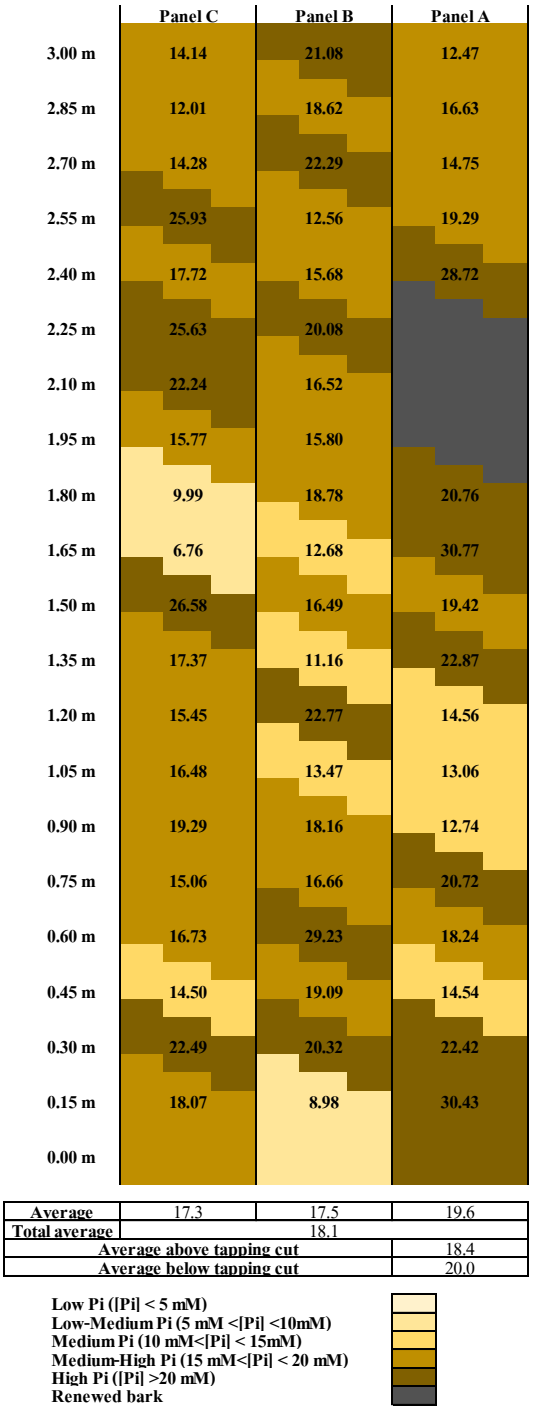
ภาพที่ 18 การกระจายตัวของปริมาณอนินทรีย์ฟอสฟอรัสรอบลำต้นยางพาราภายใต้ระบบกรีด S/6 d3 ร่วมกับ RRIMFLOW ในแปลงยางอ่อน



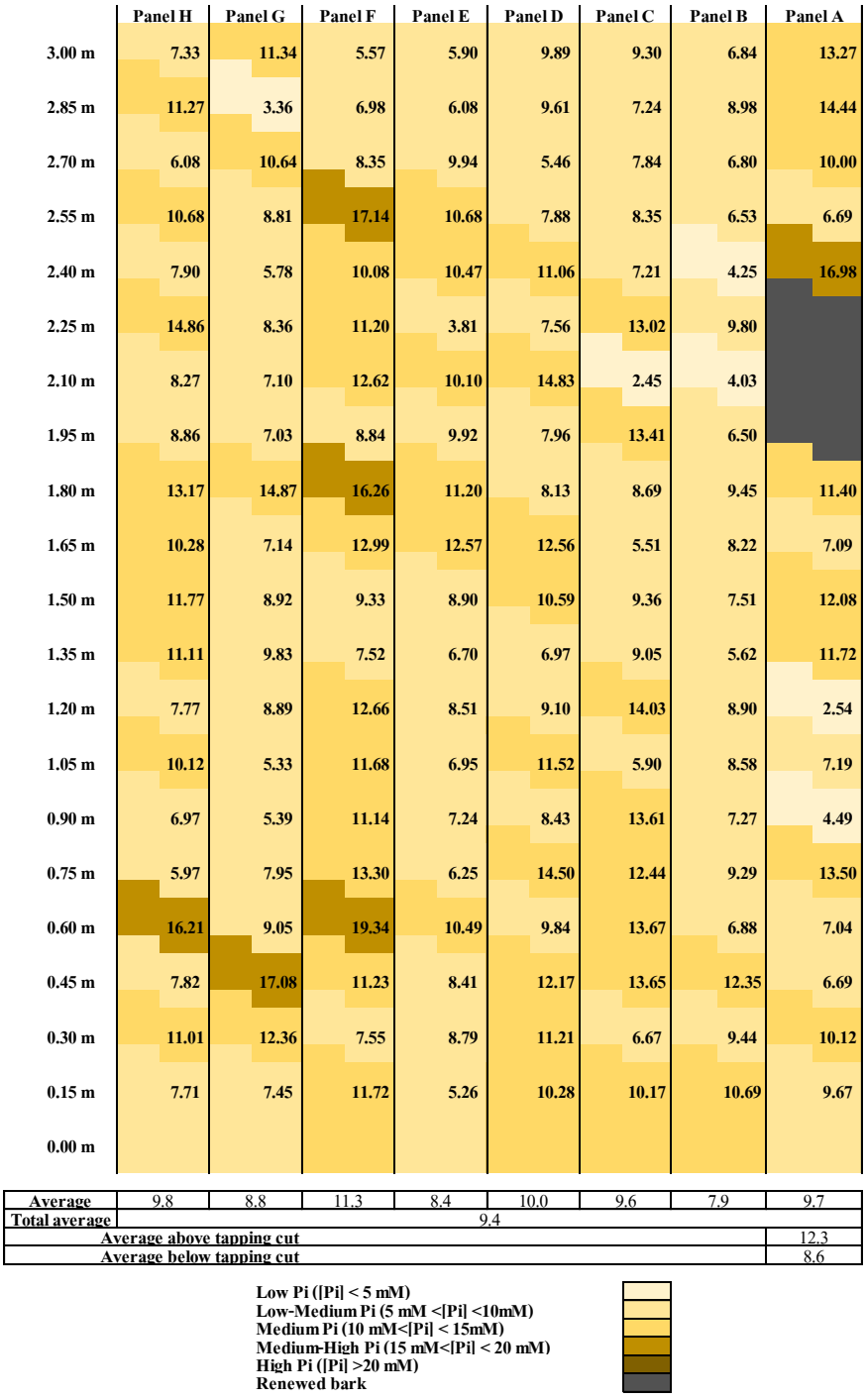
ภาพที่ 19 การกระจายตัวของปริมาณอนินทรีย์ฟอสฟอรัสรอบลำต้นยางพาราภายใต้ระบบกรีด S/6 d3 ร่วมกับ LET ในแปลงยางอ่อน

การกระจายตัวของปริมาณอนินทรีย์ฟอสฟอรัสในแปลงยางแก่ ที่ระดับความสูง 0-3 เมตร

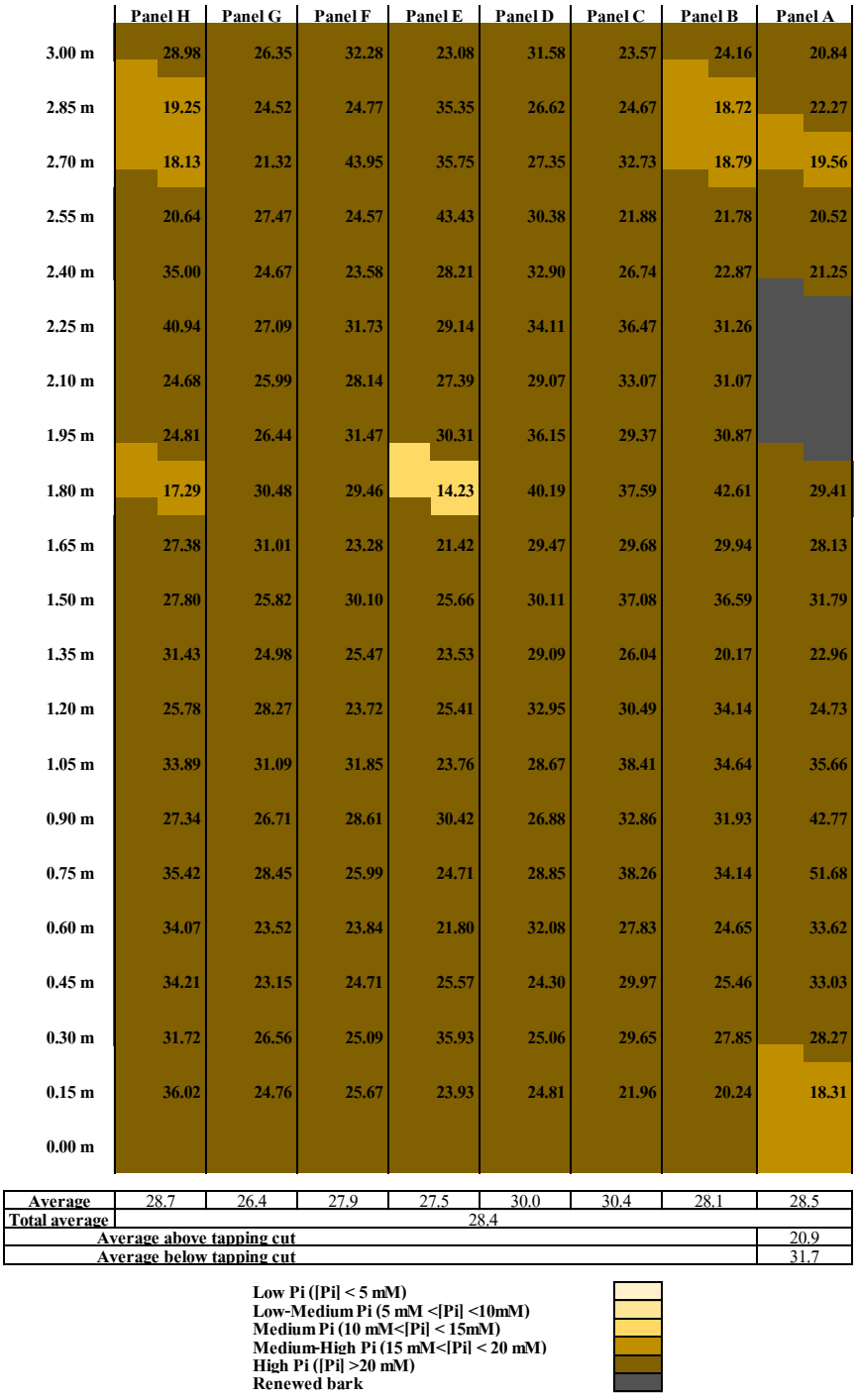
การกระจายตัวของปริมาณอนินทรีย์ฟอสฟอรัสรอบลำต้นยางพาราในแปลงยางแก่ ที่ระดับความสูง 0-3 เมตร ภายใต้ระบบกรีด S/3↑ 2d/3 พบว่า ค่าเฉลี่ยของปริมาณอนินทรีย์ฟอสฟอรัสทุกหน้ากรีดมีค่าเท่ากับ 18.1 มิลลิโมลต่อลิตร (ภาพที่ 20) ในขณะที่ panel A มีค่าเฉลี่ยของปริมาณอนินทรีย์ฟอสฟอรัสสูงสุด คือ 19.6 มิลลิโมลต่อลิตร และ panel C มีค่าต่ำสุด คือ 17.3 มิลลิโมลต่อลิตร นอกจากนี้ค่าเฉลี่ยปริมาณอนินทรีย์ฟอสฟอรัสบริเวณเหนือรอยกรีดมีค่า 18.4 มิลลิโมลต่อลิตร ซึ่งต่ำกว่าบริเวณใต้รอยกรีดที่มีปริมาณอนินทรีย์ฟอสฟอรัส 20.0 มิลลิโมลต่อลิตร สำหรับการกระจายตัวของปริมาณอนินทรีย์ฟอสฟอรัสภายใต้ระบบกรีด S/8↑ d3 พบว่า ค่าเฉลี่ยของปริมาณอนินทรีย์ฟอสฟอรัสทุกหน้ากรีดมีค่า 9.4 มิลลิโมลต่อลิตร (ภาพที่ 21) ขณะที่ panel F มีค่าเฉลี่ยของปริมาณอนินทรีย์ฟอสฟอรัสสูงสุด คือ 11.3 มิลลิโมลต่อลิตร และ panel B มีค่าต่ำสุด คือ 7.9 มิลลิโมลต่อลิตร นอกจากนี้ค่าปริมาณอนินทรีย์ฟอสฟอรัสบริเวณเหนือรอยกรีดมีค่า 12.3 มิลลิโมลต่อลิตร ซึ่งสูงกว่าบริเวณใต้รอยกรีดที่มีปริมาณอนินทรีย์ฟอสฟอรัส 8.6 มิลลิโมลต่อลิตร การกระจายตัวของปริมาณอนินทรีย์ฟอสฟอรัสภายใต้ระบกรีด S/8↑ d3 ร่วมกับ RRIMFLOW พบว่า ค่าเฉลี่ยของปริมาณอนินทรีย์ฟอสฟอรัสทุกหน้ากรีดมีค่า 28.4 มิลลิโมลต่อลิตร (ภาพที่ 22) ขณะที่ panel C มีค่าเฉลี่ยของปริมาณอนินทรีย์ฟอสฟอรัสสูงสุด คือ 30.4 มิลลิโมลต่อลิตร และ panel G มีค่าต่ำสุด คือ 26.4 มิลลิโมลต่อลิตร สำหรับค่าปริมาณอนินทรีย์ฟอสฟอรัสบริเวณเหนือรอยกรีดมีค่า 20.9 มิลลิโมลต่อลิตร ซึ่งต่ำกว่าบริเวณใต้รอยกรีดที่มีปริมาณอนินทรีย์ฟอสฟอรัส 31.7 มิลลิโมลต่อลิตร และการกระจายตัวของปริมาณอนินทรีย์ฟอสฟอรัสภายใต้ระบกรีด S/8↑ d3 ร่วมกับ LET พบว่า มีค่าเฉลี่ยของปริมาณอนินทรีย์ฟอสฟอรัสทุกหน้ากรีดเท่ากับ 23.3 มิลลิโมลต่อลิตร (ภาพที่ 23) ปริมาณอนินทรีย์ฟอสฟอรัสใน panel D มีค่าสูงสุด คือ 26.0 มิลลิโมลต่อลิตร และ panel A มีค่าต่ำสุด คือ 19.0 มิลลิโมลต่อลิตร นอกจากนี้ ปริมาณอนินทรีย์ฟอสฟอรัสบริเวณเหนือรอยกรีดมีค่า 19.2 มิลลิโมลต่อลิตร สูงกว่าบริเวณใต้รอยกรีดที่มีปริมาณอนินทรีย์ฟอสฟอรัสเท่ากับ 18.9 มิลลิโมลต่อลิตร อย่างไรก็ตาม การกระจายตัวของปริมาณอนินทรีย์ฟอสฟอรัสภายในลำต้นยางพาราของแปลงยางแก่ภายใต้การใช้ระบบกรีดแบบ S/8↑ d3 ร่วมกับ RRIMFLOW และ S/8↑ d3 ร่วมกับ LET ซึ่งเป็นระบบกรีดที่ได้รับการกระตุ้นด้วยแก๊สเอทธิลีน มีค่าสูงกว่าการใช้ระบบกรีดที่เหลือที่ไม่ได้รับการกระตุ้น



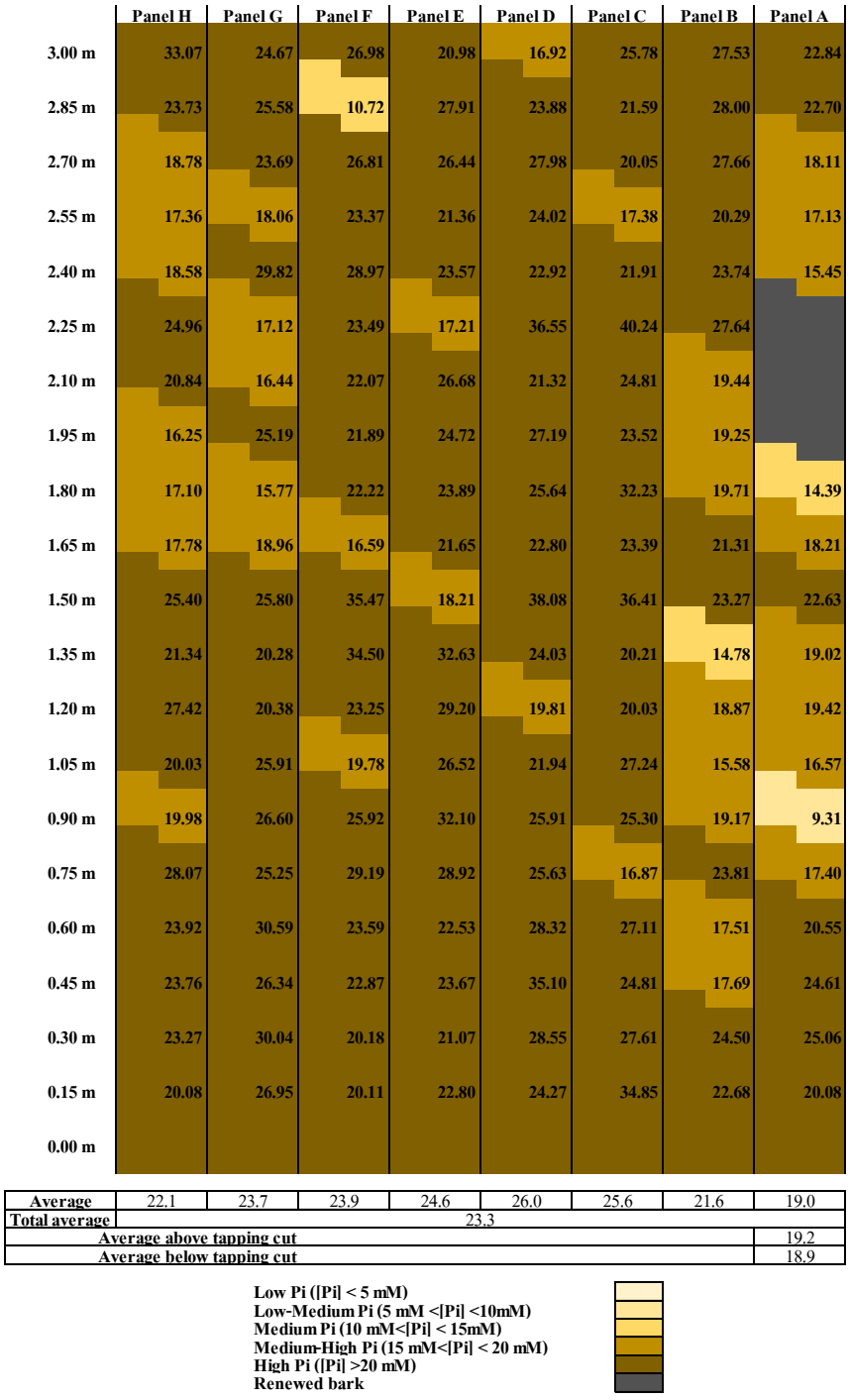
ภาพที่ 20 การกระจายตัวของปริมาณอนินทรีย์ฟอสฟอรัสรอบลำต้นยางพาราภายใต้ระบบกรีด S/3↑ 2d/3 ในแปลงยางแก่



ภาพที่ 21 การกระจายตัวของปริมาณอนินทรีย์ฟอสฟอรัสรอบลำต้นยางพาราภายใต้ระบบกรีด S/8↑ d3 ในแปลงยางแก่



ภาพที่ 22 การกระจายตัวของปริมาณอนินทรีย์ฟอสฟอรัสรอบลำต้นยางพาราภายใต้ระบบกรีด S/8↑ d3 ร่วมกับ RRIMFLOW ในแปลงยางแก่



ภาพที่ 23 การกระจายตัวของปริมาณอนินทรีย์ฟอสฟอรัสรอบลำต้นยางพาราภายใต้ระบบกรีด S/8↑ d3 ร่วมกับ LET ในแปลงยางแก่

การกระจายตัวของปริมาณซูโครสรอบลำต้นยางพาราในแปลงยางอ่อนที่เปิดกรีดแล้วของระบบกรีด 4 สิ่งทดลอง พบว่า ปริมาณซูโครสบริเวณเหนือรอยกรีดมีค่าสูงกว่าบริเวณใต้รอยกรีด เนื่องจากบริเวณใต้รอยกรีดเป็นส่วนที่อยู่ใกล้บาดแผลจากการกรีดมากที่สุดเพื่อให้น้ำยางไหลออกมา ทำให้มีการนำซูโครสไปใช้สร้างน้ำยางมากกว่าเหนือรอยกรีด สำหรับการใช้ระบบกรีดที่ไม่ได้รับการกระตุ้นด้วยแก๊สเอทธิลีน พบว่า ปริมาณซูโครสบริเวณรอบรอยกรีดจะมีค่าอยู่ในระดับกลางถึงต่ำมาก แต่จะมีการสะสมปริมาณซูโครสที่มีค่าอยู่ในระดับสูงในตำแหน่งที่อยู่ห่างจากรอยกรีด แสดงว่าต้นยางมีการนำซูโครสบริเวณรอบรอยกรีดมาใช้ในการสร้างน้ำยางเพื่อชดเชยน้ำยางที่สูญเสียไปในแต่ละครั้งกรีด แต่ยังมีแหล่งซูโครสที่สะสมไว้รอบลำต้น สำหรับการใช้ระบบกรีดที่ได้รับการกระตุ้นด้วยแก๊สเอทธิลีนชนิดอุปกรณ์ RRIMFLOW และ LET พบว่า ปริมาณซูโครสในบริเวณรอบรอยกรีดและรอบลำต้นมีค่าอยู่ในระดับปานกลางถึงต่ำ แสดงว่า ต้นยางมีการดึงซูโครสไปใช้ในการสร้างน้ำยางมาก เนื่องจากระบบกรีดดังกล่าวจะให้ผลผลิตต่อครั้งกรีดสูง ซึ่งทำให้ปริมาณซูโครสที่สะสมในลำต้นมีปริมาณที่น้อย เนื่องจากมีการสะสมปริมาณซูโครสไม่เพียงพอต่อการสร้างน้ำยาง มีโอกาสนำไปสู่การเกิดอาการหน้ายางแห้งได้

การกระจายตัวของปริมาณซูโครสรอบลำต้นยางพาราในแปลงยางแก่ของระบบกรีด 4 สิ่งทดลอง พบว่า ปริมาณซูโครสบริเวณเหนือรอยกรีดมีค่าต่ำกว่าบริเวณใต้รอยกรีด ยกเว้นการใช้ระบบกรีดแบบ S/8↑ d3 นอกจากนี้ ปริมาณซูโครสของการใช้ระบบกรีด 4 สิ่งทดลองมีปริมาณสะสมมากในตำแหน่งด้านล่างของลำต้นซึ่งอยู่ห่างจากรอยกรีด ต้นยางพาราในแปลงยางแก่มีการใช้ซูโครสในบริเวณด้านบนมากกว่าด้านล่างของลำต้น เนื่องจากอยู่ใกล้รอยกรีด แต่การใช้แก๊สเอทธิลีน ก็มีผลต่อการดึงปริมาณซูโครสไปใช้ในการสร้างน้ำยางของต้นยางพารามากกว่าต้นที่ไม่ได้รับการกระตุ้น ทำให้มีปริมาณซูโครสอยู่ในระดับต่ำโดยเฉพาะการใช้ระบบกรีดแบบ S/8↑ d3 ร่วมกับ RRIMFLOW

การกระจายตัวของปริมาณอนินทรีย์ฟอสฟอรัสรอบลำต้นยางพาราในแปลงยางอ่อนที่เปิดกรีดแล้วของระบบกรีด 4 สิ่งทดลอง พบว่า ปริมาณอนินทรีย์ฟอสฟอรัสบริเวณเหนือรอยกรีดมีค่าสูงกว่าใต้รอยกรีด เนื่องจากต้นยางพารามีการกระจายของปริมาณอนินทรีย์ฟอสฟอรัสสะสมมากในบริเวณด้านบนของลำต้น เพื่อใช้เป็นพลังงานในการสร้างน้ำยาง อย่างไรก็ตาม การใช้ระบบกรีดแบบที่เกษตรกรใช้และไม่ได้รับการกระตุ้น มีปริมาณอนินทรีย์ฟอสฟอรัสสะสมใต้รอยกรีดอยู่ในระดับต่ำกว่าระบบกรีดที่ได้รับการกระตุ้นด้วยแก๊สเอทธิลีน แสดงว่าต้นยางพาราต้องใช้พลังงานจำนวนมากในการนำมาสร้างน้ำยางเพื่อชดเชยน้ำยางภายในท่อน้ำยางที่สูญเสียไปในแต่ละครั้งกรีดของระบบกรีดที่ได้รับการกระตุ้น โดยพบว่าจะมีการสะสมค่าอนินทรีย์ฟอสฟอรัสอยู่ในระดับสูงบริเวณใกล้รอยกรีดและรอบลำต้นยางพารา

การกระจายตัวของปริมาณอนินทรีย์ฟอสฟอรัสรอบลำต้นยางพาราในแปลงยางแก่ของระบบกรีด 4 สิ่งทดลอง พบว่า การใช้ระบบกรีดแบบที่เกษตรกรใช้มีการกระจายสะสมรอบลำต้น สำหรับระบบกรีดแบบ S/8↑ d3 พบว่า มีปริมาณอนินทรีย์ฟอสฟอรัสอยู่ในระดับปานกลางถึงระดับต่ำรอบลำต้น ในขณะที่การใช้ระบบกรีดที่ได้รับการกระตุ้นด้วยเอทธิลีนชนิดอุปกรณ์ RRIMFLOW และ LET มีการสะสมของ

ปริมาณอนินทรีย์ฟอสฟอรัสอยู่ในระดับสูงรอบลำต้น แสดงให้เห็นว่า ต้นยางพาราในแปลงยางแก่ที่ได้รับการกระตุ้นด้วยเอทธิลีน มีการใช้พลังงานในกระบวนการเมทาบอลิซึมของการสร้างน้ำยางภายในท่อน้ำยาง เพื่อตอบสนองต่อการเพิ่มผลผลิตของยางพาราต่อครั้งกรีด

จากการศึกษาของ Chantuma *et al.* (2006) ในยางพาราพันธุ์ RRIM600 อายุ 7 ปี โดยใช้ระบบกรีดครึ่งลำต้นกรีดวันเว้นวัน ระบบกรีดครึ่งลำต้นกรีดวันเว้นสองวัน ร่วมกับการใช้สารเคมีเร่งน้ำยาง 2.5% จำนวน 8 ครั้งต่อปีและ ระบบกรีดครึ่งลำต้น 2 รอยกรีด (DCA) พบว่า ทุกระบบกรีดให้ปริมาณซูโครสบริเวณหน้ากรีดยางลดลง เนื่องจากมีการนำน้ำตาลไปใช้ในการสร้างน้ำยาง ขณะที่ปริมาณอนินทรีย์ฟอสฟอรัสเพิ่มขึ้น การที่ทีค่าปริมาณซูโครสต่ำและอนินทรีย์ฟอสฟอรัสสูง บริเวณใกล้กับรอยกรีด แสดงว่าบริเวณนั้นเกี่ยวข้องกับการสร้างน้ำยางทดแทน และการที่มีค่าปริมาณซูโครสสูงและอนินทรีย์ฟอสฟอรัสสูง อยู่ห่างจากรอยกรีด สามารถเป็นตัวแทนของพื้นที่ที่มีการเคลื่อนย้ายน้ำตาลซูโครสสูง (อาจเป็นบริเวณเก็บสะสมน้ำตาลเพื่อนำไปใช้ในการน้ำยางต่อไป)

สรุปผลการทดลอง

การใช้ระบบกรีดแบบ S/6 d3 ร่วมกับ RRIMFLOW ในแปลงยางอ่อนที่เปิดกรีดแล้วและ S/8↑ d3 ร่วมกับ RRIMFLOW ในแปลงยางแก่ ให้ปริมาณผลผลิตเฉลี่ยต่อครั้งกรีดสูงสุดและให้ปริมาณผลผลิตสะสมเฉลี่ยไม่แตกต่างทางสถิติกับการใช้ระบบกรีดแบบที่เกษตรกรใช้ในแปลงยางอ่อนที่เปิดกรีดแล้ว แต่เพิ่มผลผลิตสะสมเฉลี่ยได้มากกว่าในแปลงยางแก่ การเจริญเติบโตทางลำต้นยางพาราไม่มีความแตกต่างทางสถิติในแปลงยางอ่อนที่เปิดกรีดแล้ว แต่จะมีอัตราการเจริญทางลำต้นลดลงในระบบกรีดที่ได้รับการกระตุ้นด้วยแก๊สเอทธิลีนของยางพาราในแปลงยางแก่

การกระจายตัวของปริมาณซูโครสเฉลี่ยในลำต้นยางพาราของแปลงยางอ่อนที่เปิดกรีดแล้วภายใต้ระบบกรีดที่ไม่ได้รับการกระตุ้นด้วยแก๊สเอทธิลีนมีค่าอยู่ในระดับสูงถึงสูงมาก แต่ระบบกรีดที่ได้รับการกระตุ้นจะมีค่าปริมาณซูโครสอยู่ในระดับปานกลาง อย่างไรก็ตาม แปลงยางแก่มีค่าอยู่ในระดับปานกลางถึงสูงของทุกระบบกรีด

การกระจายตัวของปริมาณอนินทรีย์ฟอสฟอรัสเฉลี่ยในลำต้นยางพาราของแปลงยางอ่อนที่เปิดกรีดแล้วมีค่าอยู่ในระดับปานกลางถึงสูงของทุกระบบกรีด แต่ในแปลงยางแก่มีค่าอนินทรีย์ฟอสฟอรัสเฉลี่ยอยู่ในระดับสูง

เอกสารอ้างอิง

จิณตนา บางจั่น และสุนทรี ยิ่งชัชวาล. 2544. มวลชีวภาพและปริมาณธาตุอาหารหลักของต้นยางพารา พันธุ์ RRIM 600 ในภาคตะวันออก. รายงานการวิจัย. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน.

โครงการจัดตั้งฝ่ายวิจัยและบริการ. 2543. รายงานประจำปี 2543. สงขลา: คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

โชคชัย อเนกชัย. 2529. ระบบกรีดสำหรับชาวสวนยางขนาดเล็ก. วารสารยางพารา 7: 126-136.

โชคชัย เอนกชัย, นอง ยกถาวร, นิพนธ์ แก้วปฏิมา และสุวัฒน์ ทิงมิตร. 2538. การเปรียบเทียบผลผลิตของยางบางพันธุ์ที่เปิดกรีดก่อนกำหนด. รายงานการวิจัย. กรุงเทพฯ: สถาบันวิจัยยาง กรมวิชาการเกษตร.

นภาวรรณ เลขะวิพัฒน์, รัชนี รัตนวงศ์ และอนุสรณ์ แรมลี. 2544. การศึกษาชีวเคมีของยางพันธุ์แลกเปลี่ยนระหว่างประเทศ ในเขตภูมิอากาศที่ 1. รายงานการวิจัย. กรุงเทพฯ: สถาบันวิจัยยาง กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

นพรัตน์ บำรุงรัตน์. 2540. การปรับปรุงระบบกรีดยางพาราในต้นยางแก่โดยใช้สารเร่งน้ำยาง.ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

พนัส แพชนะ และ สมยศ สินธุระหัส. 2546. เปรียบเทียบผลผลิตยางดดยวิธีการกรีดกับวิธีการเจาะในยางพันธุ์ RRIM 600 เปิดกรีดใหม่. รายงานวิจัยศูนย์วิจัยยางสุราษฎร์ธานี กรมวิชาการเกษตร. 213-225.

พเยาว์ ร่มรื่นสุขารมย์, ธีรชาติ วิชิตชลชัย, ณพรัตน์ วิชิตชลชัย, บุตรี วงค์ถาวร, กรรณิการ์ ธีระวัฒนสุข และสุจินต์ แม้นเหมือน. 2542. ปัจจัยเสี่ยงต่อการกระตุ้นการเกิดอาการเปลือกแห้งในยางพารา. รายงานการวิจัย. สถาบันวิจัยยาง กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

พิชิต สพโชค. 2536. การเพิ่มผลผลิตยางพาราหลังการผลัดใบโดยการหยุดพักกรีดและการใช้สารเคมีเร่งน้ำยางเมื่อเปิดกรีด. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาวิชาพืชศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

พิชิต สพโชค. 2545. การกรีดร่วมกับการใช้สารเคมีเร่งน้ำยางบางระยะ. การประชุมวิชาการยางพารา ประจำปี 2545 วันที่ 19-22 กุมภาพันธ์ 2545 ณ โรงแรมหนองคายแกรนด์ อ.เมือง จ. หนองคาย. สถาบันวิจัยยาง กรมวิชาการเกษตร. หน้า 16-31.

พิชิต สพโชค, โชคชัย เอนกชัย, นอง ยกถาวร, เพิ่มพันธ์ ค่านคร และ สุริยะ คงศิลป์. 2542. การกรีดร่วมกับการใช้สารเคมีเร่งน้ำยางบางระยะ. รายงานผลโครงการวิจัยย่อยประจำปี 2542. สถาบันวิจัยยาง กรมวิชาการเกษตร.

พิชิต สพโชค, พิศมัย จันทุมา และพนัส แพชนะ. 2548. การกรีดยางและการใช้สารเคมีเร่งน้ำยาง. กรุงเทพฯ: สถาบันวิจัยยาง กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

พิศมัย จันทุมา. 2544. สรีรวิทยาของต้นยางกับระบบกรีด. การประชุมวิชาการยางพาราประจำปี2544 ครั้งที่ 1 วันที่ 20-22 กุมภาพันธ์ 2544 ณ โรงแรมเชียงใหม่ฮิลล์ อ.เมือง จ.เชียงใหม่. สถาบันวิจัยยาง กรมวิชาการเกษตร. หน้า 78-89.

พิศมัย จันทุมา. 2551. ผลกระทบต่อผลผลิตเมื่อเปิดกรีดต้นยางที่มีขนาดต่ำกว่ามาตรฐาน. วารสารยางพารา ปีที่ 29 หน้า 32-47.

พิศมัย จันทุมา, อารักษ์ จันทุมา และ สว่างรัตน์ สมนาค. 2546. การเปลี่ยนแปลงองค์ประกอบชีวเคมีในท่อน้ำยางต่อระบบกรีดและผลผลิตยางพารา. รายงานผลการวิจัย ประจำปี 2546.สถาบันวิจัยยาง กรมวิชาการเกษตร. หน้า 395-447.

พิศมัย จันทุมา, อารักษ์ จันทุมา, Gohet, E. และ Thaler, P. 2549. ระบบกรีดสองรอยกรีด. วารสารยางพารา 22-27; 47-61.

สถาบันวิจัยยาง. 2547. ข้อมูลวิชาการยางพารา 2547. กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

สถาบันวิจัยยาง. 2550. ข้อมูลวิชาการยางพารา. กรุงเทพฯ: สถาบันวิจัยยาง กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

อารักษ์ จันทุมา และพิศมัย จันทุมา. 2546. การเคลื่อนย้ายน้ำตาลซูโครสในต้นยาง การสะสมมวลชีวภาพและดัชนีการเก็บเกี่ยวน้ำยางในยางบางพันธุ์. รายงานการวิจัย. กรุงเทพฯ: สถาบันวิจัยยาง กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

อารักษ์ จันทุมา, พิศมัย จันทุมา, สมจินตนา รูเดอร์แมน, สว่างรัตน์ สมนาค และพิบูลย์ เพ็ชรยิ่ง. 2546. ความสัมพันธ์ของกระบวนการสังเคราะห์น้ำยางจากการสังเคราะห์แสงของยางพารา. รายงานการวิจัย. สถาบันวิจัยยาง กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

Chantuma, P., Thaniswanyangkura, S., Kasemap, P., Gohet, E. and Thaler, P. 2006. Distribution Pattern of Latex Sucrose Content and Concurrent Metabolic Activity at the Trunk Level on Different Tapping Systems ad in Latex Producting Bark of Hevea beasiliensis. Kasetsart Journal (Natural Science) 40: 634-642.

Chapman, G. W. 1951. Plant hormones and yield in *Hevea brasiliensis*. Journal of the Rubber Research Institute of Malaya. 13: 167-176.

Chrestin, H., Pujade-Renaud, V., Montoro, P., Narangajavana, J., Vichitcholchai, N., Teerawatanasuk, K. and Lacrotte, R. 1997. Expression of gene involved in coagulation and regeneration of latex: Clonal variation and effects of yield stimulation with ethrel. Paper present “The biochemical and molecular tools for exploitation diagnostic and rubber tree improvement” Mahidol University, Bangkok.

Gohet, E. and Chantuma, P. 1999. Microdiagnostic latex training RRIT-DOA, Chachoengsao Rubber Research Center, 22-26 November 1999, Chachoengsao.

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., Prevot, J.C., Vidal, A., Eschbach, J.M., Lacrotte, R. and Serres, E. 1989. Tapping practices base on physiological knowledge. Proceedings of the Franco-Thai Workshop on Natural Rubber: Tapping Practices on Smallholdings in Southern Thailand, Hat Yai/Pattani, Thailand, 21-24 November 1989.

Jacob, J.L., Prevot, J.C., Lacotte, R., Gohet, E., Clement, A., Gallois, R., Joet T., Pujae-Renaud, V., d'Auzac J. 1997 The biological mechanisms controlling the *Hevea brasiliensis* rubber yield. IRRDB Annual Meeting, Ho Chi Minh City, Vietnam, 11-13 October 1997.

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.

Obouayeba S, Boa D, Aké S. and Lacrotte R. 2002. Influence of age and girth at opening on growth and productivity of *Hevea*. Indian Journal of Natural Rubber Research 15: 66-71.

Sainoi, T. and Sdoodee, S. 2012. The impact of ethylene gas application on young-tapping rubber trees. Journal of Agricultural Technology 8: 1497-1507.

Silpi, U., Thaler, P., Kasemsap, P., Leconte, A., Chantuma, A., Adam, B., Gohet, E., Thanisawanyangkura, S. and Ameglio, T. 2006. Effect of tapping activity on the dynamics of radial growth of *Hevea brasiliensis* trees. Tree Physiology 26:1579-1587.

Sivakumaran, S. 1983. Ethephon stimulation. Planters' Bulletin of the RRIM 174: 33-35.

Yeang, H.Y. 2005. The kinetics of latex flow from the rubber tree in relation to latex vessel plugging and turgor pressure. Journal of Rubber Research 8:160-181.

Zhu, J. and Zhang, Z. 2009. Ethylene stimulation of latex production in *Hevea brasiliensis*. Plant Signaling and Behavior 4:1072-1074.

ภาคผนวก

รูปผนวกที่ 1 เตรียมต้นยางทำแผนที่เพื่อสุ่มเก็บตัวอย่างน้ำยาง โดยลากเส้นแบ่งแนวระดับขนานกับรอยกรีดยาง

รูปผนวกที่ 2 เก็บน้ำยางโดยการเจาะเข้าไปในเปลือกยางจนถึงเนื้อไม้ และใช้หลอดพลาสติกสอดเข้าไปในรูเพื่อเก็บตัวอย่างน้ำยาง