รายงานฉบับสมบูรณ์

การวิเคราะห์พันธุกรรมยางพันธุ์พื้นเมืองโดยใช้เครื่องหมายดีเอ็นเอ และการคัดเลือกต้นตอโดยใช้เทคนิคมินิไรโซตรอน

โดย

รศ.ดร.จรัสศรี นวลศรี

รศ.ดร.สายัณห์ สดุดี

ผศ.อิบรอเฮม ยีดำ

น.ส.กษมา เชิงฉลาด

น.ส.สุณีรัตน์ วัฒนาศิลากรณ์

คณะทรัพยากรธรรมชาติ

มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่

2557

รายงานฉบับสมบูรณ์

การวิเคราะห์พันธุกรรมยางพันธุ์พื้นเมืองโดยใช้เครื่องหมายดีเอ็นเอ และการคัดเลือกต้นตอโดยใช้เทคนิคมินิไรโซตรอน

โดย

รศ.ดร.จรัสศรี นวลศรี
รศ.ดร.สายัณห์ สดุดี
ผศ.อิบรอเฮม ยีดำ
น.ส.กษมา เชิงฉลาด
น.ส.สุณีรัตน์ วัฒนาศิลากรณ์

คณะทรัพยากรธรรมชาติ
มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่

2557

บทคัดย่อ

วัตถุประสงค์ของการทดลอง คือ ศึกษาพันธุกรรมของยางพาราพันธุ์พื้นเมือง การเจริญเติบโตและพัฒนาการของระบบรากและคัดเลือกต้นตอยางพาราที่ทนทานต่อโรครากขาว โดยเก็บเมล็ดยางพาราจากต้นพันธุ์พื้นเมืองในพื้นที่จังหวัดสงขลา ตรัง สุราษฎร์ธานี และระนอง โดยมียางพาราพันธุ์ RRIM 600 GT1 และ PB 5/51 เป็นพันธุ์เปรียบเทียบ งานวิจัยแบ่งได้เป็น 3 งานทดลองย่อย ดังนี้ **การทดลองชุดที่ 1:** วิเคราะห์พันธุกรรมของต้นกล้ายางพาราพันธุ์พื้นเมือง จำนวน 19 โคลน โดยใช้เทคนิค RAPD และศึกษาการพัฒนาของระบบรากโดยวิธีไรโซตรอน ทำการย้ายต้นกล้ายางพาราที่อายุประมาณ 6 เดือนลงปลูกในไรโซบอคขนาด 40×100 ซม. วางแผนการทดลองแบบสุ่มตลอด ทำ 4 ซ้ำๆ ละ 1 ต้น ผลจากการใช้เครื่องหมาย RAPD ด้วยไพรเมอร์ 7 ไพรเมอร์ ในการวิเคราะห์พันธุกรรม สามารถแยกกลุ่มยางพาราได้เป็น 2 กลุ่ม โดยมีค่าความสัมพันธ์ใกล้ชิดทางพันธุกรรม 0.494-0.9647 จากการศึกษาการเจริญเติบโตของระบบราก พบว่า ส่วนใหญ่รากจะเจริญได้ดีที่สุดที่ระดับความลึก 20-40 ซม.จากระดับผิวดิน โดยต้นกล้ายางพาราพันธุ์พื้นเมืองจากสวนสาธารณะเทศบาลนครหาดใหญ่ มีการเจริญได้ดีที่สุดเมื่อเทียบกับต้นกล้ายางพาราพันธุ์ RRIM 600 และอื่นๆ **การทดลองชุดที่ 2**: ศึกษาเบื้องต้นในการทดสอบความทนทานต่อโรครากขาวของต้นกล้ายางพาราพันธุ์พื้นเมืองจำนวน 13 โคลนจากแหล่งต่างๆ ในจังหวัดสงขลา โดยทำการปลูกเชื้อกับต้นกล้ายางพาราพันธุ์พื้นเมืองโดยมีพันธุ์ RRIM 600 และ GT1 เป็นพันธุ์เปรียบเทียบ วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ จำนวน 4 ซ้ำ บันทึกข้อมูลโดยให้คะแนนความรุนแรงของการเกิดโรคที่แสดงออกกับส่วนยอดเป็น 5 ระดับ ผลการทดลองพบว่า ต้นกล้ายางพาราพันธุ์ RRIM 600 และ GT1 มีความอ่อนแอต่อโรครากขาวมากที่สุด โดยต้นกล้ายางพาราจากสวนเกษตรกรบ้านน้ำน้อย จ. สงขลา (EIRnam) มีความทนทานต่อโรคมากกว่าโคลนอื่นๆ **การทดลองชุดที่ 3:** การคัดเลือกต้นตอยางพาราที่ทนทานต่อโรครากขาว การทดลองนี้ใช้ต้นกล้ายางพาราจำนวน 10 โคลน ทดสอบร่วมกับต้นกล้าของพันธุ์ RRIM 600 และ GT1 ซึ่งใช้เป็นพันธุ์เปรียบเทียบ วางแผนการทดลองแบบสุ่มตลอด ทำ 5 ซ้ำ ปลูกต้นกล้ายางพาราใน ไรโซบอคและศึกษาการเจริญเติบโตของต้นกล้ายางพาราในแต่ละกลุ่ม โดยการวัดความสูง เส้นผ่านศูนย์กลางลำต้นและจำนวนก้านใบต่อต้น ผลการทดลองพบว่า ต้นกล้ายางพารา 2 โคลนในมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ (EIRpsu6, EIRpsu8) และ 2 โคลนในจังหวัดตรัง (EIRsakra, EIRtr) มีความทนทานต่อโรครากขาว ดังนั้นจึงทดลองนำต้นกล้ายางพาราพันธุ์พื้นเมืองในมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ไปปลูกทดสอบในแปลงเกษตรกร จ. ชุมพร โดยพันธุ์ RRIM 600 และพันธุ์อ่อนแออีก 1 โคลนเป็นพันธุ์เปรียบเทียบ ในระยะ 7 เดือนหลังย้ายปลูก พบว่า ต้นกล้ายางพาราพันธุ์พื้นเมืองทั้งสองโคลนในมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์มีเจริญเติบโตตามปกติไม่แสดงอาการของโรค ในขณะที่ต้นกล้าอ่อนแอเริ่มแสดงอาการของโรครากขาว แสดงให้เห็นศักยภาพของโคลนที่ทำการทดสอบ

คำหลัก พันธุ์พื้นเมือง ยางพารา ต้นตอ ไรโซตรอน ความหลากหลายทางพันธุกรรม อาร์เอพีดี โรครากขาว

Abstract

The aims of the present study were to assess the genetic variation in native clones of rubber tree and investigate the growth of their root systems and clone selection for rubber rootstock tolerant to the white root disease. Seeds from native clones were collected from various areas in southern Thailand such as Songkhla, Trang, Surat Thani and Ranong provinces. Seedlings of RRIM 600, GT1 and PB5/51 were included in the study as controls. The research was separated into 3 experiments. **Experiment 1:** Genetic assessment of 19 of rubber clones was investigated by RAPD technique. Further study was focused on root development of the 19 rubber clones by using rhizotron technique. Six month-old seedlings of each clone were transplanted into 40x100 cm rhizoboxes. The experimental design was CRD with 4 replications, one plant per rhizobox. From RAPD technique with 7 primers used, 19 clones can be grouped into 2 clusters with similarity coefficient ranged from 0.4941-0.9647. Results from root growth indicated that the most active roots were located within 20-40 cm under the soil surface. Seedling of native clone from Hat Yai central park showed significantly higher root growth than RRIM 600 and other clones. **Experiment 2**: Preliminary test of the white root disease was carried out in 13 seedlings of native clones collected within Songkhla province. Seedlings of RRIM 600 and GT1 were included as controls. The experimental design was arranged in CRD with 4 replications. The white root disease tolerance was scored from 1-5 based on the symptoms on rubber shoot. The results showed that seedlings of RRIM 600 and GT1 were sensitive to the white root disease. Among seedling of 13 rubber clones, one clone from Namnoi district, Songkhla (EIRnam) was found the most tolerance. **Experiment 3**: Screening of rubber rootstocks for the white root disease tolerance, in this experiment seedling from 10 native clones were screened. The experiment was designed in CRD with 5 replications. All seedlings were planted in the rhizoboxs and growth of each clone was monitored by measuring height, circumference and number of petioles per plant. Results showed that among 10 rubber clones and 2 controls (RRIM 600 and GT1), two sources of seedlings in Prince of Songkla University, Songkhla province (EIRpsu6, EIRpsu8) and other two sources from Trang province (EIRsakra, EIRtr) tended to exhibit the white root disease tolerance. In addition, seedlings of two native rubber clones from PSU were chosen to test their tolerance to the white root disease in the field at Chumphon province along with 2 susceptible clones as controls. Within 7 months after transplanted, the tolerant clones from PSU are still healthy while the susceptible clones started showing the white root disease symptom.

Keywords: Native clone, Rubber, tree rootstock, Genetic diversity, RAPD, White root disease

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อ	ก
Abstract	ข
สารบัญ	ค
สารบัญตาราง	ง
สารบัญภาพ	จ
บทนำ	1
ตรวจเอกสาร	2
วัตถุประสงค์	6
วิธีการดำเนินงาน	7
การทดลองชุดที่ 1	7
การทดลองชุดที่ 2	10
การทดลองชุดที่ 3	12
ผลการทดลอง	15
การทดลองชุดที่ 1	15
การทดลองชุดที่ 2	30
การทดลองชุดที่ 3	36
วิจารณ์ผล	50
สรุป	51
เอกสารอ้างอิง	52
ภาคผนวก	56

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1.	สถานที่เก็บตัวอย่างยางพาราพันธุ์พื้นเมือง (ชุดที่ 1) และยางพาราพันธุ์แนะนำที่ใช้ในการศึกษาการเจริญเติบโตของระบบรากและศึกษาความหลากหลายทางพันธุกรรมโดยเทคนิคอาร์เอพีดี	8
2.	แหล่งที่มาของต้นกล้ายางพาราที่นำมาทดสอบในการทดลองชุดที่ 2	11
3.	จำนวนตัวอย่าง และสถานที่ที่เก็บตัวอย่างของยางพาราพันธุ์พื้นเมือง และยางพาราพันธุ์แนะนำในการทดลองชุดที่ 3	12
4.	รูปแบบดีเอ็นเอที่ได้จากการคัดเลือกไพรเมอร์จำนวน 48 ไพรเมอร์	15
5.	ชนิดของไพรเมอร์ที่คัดเลือก ลำดับเบสจำนวน แถบดีเอ็นเอทั้งหมดจำนวนแถบดีเอ็นเอที่เหมือนกันและจำนวนแถบดีเอ็นเอที่ต่างกันจากการใช้เทคนิคอาร์เอพีดีในยางพารา	16
6.	ค่าดัชนีความใกล้ชิดทางพันธุกรรมของตัวแทนประชากรยางพาราพันธุพื้นเมืองและแนะนำ จำนวน 19 โคลนจากการใช้เทคนิคอาร์เอพีดี	21
7.	การสะสมน้ำหนักแห้งของยางพาราพันธุ์พื้นเมือง และยางพาราพันธุ์แนะนำจากแหล่งต่างๆ ของจังหวัดสงขลา สุราษฎร์ธานี ตรัง และระนอง	28
8.	จำนวนต้นกล้ายางที่เป็นโรค และคะแนนการประเมินการทนทานต่อโรครากขาว	35
9.	ความสูง ขนาดเส้นรอบวงลำต้น และจำนวนก้านใบต่อต้นของยางพารา 12 โคลน	43
10.	การวิเคราะห์พื้นที่ใต้เส้นการพัฒนาของโรคในรากยางพารา 12 โคลน ที่ระดับความลึกดินต่างๆ	45
11.	การเกิดโรครากขาวของในยางพาราแต่ละโคลน	48

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
1.	การปลูกต้นกล้าในแปลงที่เป็นโรค และวัดการเจริญและพัฒนาการของราก และการเข้าทำลายของเชื้อ โดยหย่อนกล้องลงไปในบล็อกอะคิลิก	14
2.	รูปแบบของแถบดีเอ็นเอของตัวอย่างยางพาราจากเทคนิคอาร์เอพีดี เมื่อใช้ไพรเมอร์ OPB-17 M คือ DNA Ladder ขนาด 100คู่เบส	17
3.	รูปแบบของแถบดีเอ็นเอของตัวอย่างยางพาราจากเทคนิคอาร์เอพีดี เมื่อใช้ไพรเมอร์OPR-02 M คือ DNA Ladder ขนาด 100คู่เบส	17
4.	รูปแบบของแถบดีเอ็นเอของตัวอย่างยางพาราจากเทคนิคอาร์เอพีดี เมื่อใช้ไพรเมอร์ OPR-11 M คือDNA Ladder ขนาด 100คู่เบส	17
5.	รูปแบบของแถบดีเอ็นเอของตัวอย่างยางพาราจากเทคนิคอาร์เอพีดี เมื่อใช้ไพรเมอร์ OPZ-04 M คือ DNA Ladder ขนาด 100คู่เบส	18
6.	รูปแบบของแถบดีเอ็นเอของตัวอย่างยางพาราจากเทคนิคอาร์เอพีดี เมื่อใช้ไพรเมอร์ OPAD-01 M คือ DNA Ladder ขนาด 100 คู่เบส	18
7.	รูปแบบของแถบดีเอ็นเอของตัวอย่างยางพาราจากเทคนิคอาร์เอพีดี เมื่อใช้ไพรเมอร์ OPAD-10 M คือ DNA Ladder ขนาด 100 คู่เบส	18
8.	รูปแบบของแถบดีเอ็นเอของตัวอย่างยางพาราจากเทคนิคอาร์เอพีดี เมื่อใช้ไพรเมอร์ OPAD-12 M คือ DNA Ladder ขนาด 100 คู่เบส	19
9.	เดนโดรแกรมแสดงความสัมพันธ์ของตัวแทนยางพาราพันธุ์แนะนำและพันธุ์พื้นเมือง จำนวน 19 โคลนจากการใช้เทคนิคอาร์เอพีดี ด้วยไพรเมอร์จำนวน 7 ไพรเมอร์	20
10.	ต้นยางที่ปลูกในไรโซบอคเพื่อศึกษาการเจริญเติบโตของระบบราก	22
11.	การพัฒนาการของระบบรากของยางพาราที่ปลูกในไรโซบอค	22
12.	เปรียบเทียบการเจริญเติบโตของรากต้นกล้ายางพาราพันธุ์พื้นเมือง ที่ปลูกในไรโซตรอนระยะเวลา 5 เดือนจากแหล่งต่างๆ ภายใน มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ อ. หาดใหญ่ จ. สงขลา	24
13.	เปรียบเทียบการเจริญเติบโตของรากต้นกล้ายางพาราพันธุ์พื้นเมือง ที่ปลูกในไรโซตรอนระยะเวลา 5 เดือนจากแหล่งต่างๆ ภายในจังหวัด สงขลา และตรัง	25
14.	เปรียบเทียบการเจริญเติบโตของต้นกล้ารากยางพาราพันธุ์พื้นเมืองและพันธุ์แนะนำ ที่ปลูกในไรโซบอคระยะเวลา 5 เดือน จากจังหวัดตรัง สงขลา สุราษฎร์ธานี และระนอง	26
15.	ถุงก้อนเชื้อเห็ดที่มีเชื้อโรครากขาว	30
16.	การปลูกต้นยางพารา ร่วมกับการปลูกเชื้อโรครากขาวในท่อซีเมนต์ หลังปลูกเชื้อ 2 เดือน	31

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่ **หน้า**

17. ลักษณะเส้นใยสีขาวของเชื้อราโรครากขาว 31
18. ลักษณะอาการของต้นยางพารา 31
19. ลักษณะของเส้นใยสีขาวที่ปกคลุมรากยางพารา 32
20. การเจริญของเส้นใยเชื้อรา ที่เป็นสาเหตุของโรครากขาว ที่ระดับความลึกดิน 32
21. ลักษณะดอกเห็ดของเชื้อรา ที่เป็นสาเหตุของโรครากขาว 32
22. อาการผิดปกติที่เกิดขึ้นกับต้นกล้ายางพาราที่ทำการทดสอบ อาการใบเหลือง 33
23. ลักษณะอาการของต้นยางจากการเข้าทำลายของโรครากขาวที่ระดับการให้คะแนน ตั้งแต่ 1-5 : A: 1, B: 2, C: 3, D: 4 และ E: 5 34
24. รูปแบบของแถบดีเอ็นเอของตัวอย่างยางพาราพันธุ์พื้นเมืองและยางพาราพันธุ์แนะนำ จากแหล่งต่างๆ จากเทคนิคอาร์เอพีดีเมื่อใช้ไพรเมอร์ OPAD-01M คือ DNA Ladder ขนาด 100 คู่เบส 36
25. รูปแบบของแถบดีเอ็นเอของตัวอย่างยางพาราพันธุ์พื้นเมืองและยางพาราพันธุ์แนะนำ จากแหล่งต่างๆ จากเทคนิคอาร์เอพีดีเมื่อใช้ไพรเมอร์ OPAD-10M คือ DNA Ladder ขนาด 100 คู่เบส 36
26. รูปแบบของแถบดีเอ็นเอของตัวอย่างยางพาราพันธุ์พื้นเมืองและยางพาราพันธุ์แนะนำ จากแหล่ง ต่างๆ จากเทคนิคอาร์เอพีดีเมื่อใช้ไพรเมอร์ OPAD-12M คือ DNA Ladder ขนาด 100 คู่เบส 37
27. รูปแบบของแถบดีเอ็นเอของตัวอย่างยางพาราพันธุ์พื้นเมืองและยางพาราพันธุ์แนะนำ จากแหล่งต่างๆ จากเทคนิคอาร์เอพีดีเมื่อใช้ไพรเมอร์ OPR-02M คือ DNA Ladder ขนาด 100 คู่เบส 37
28. รูปแบบของแถบดีเอ็นเอของตัวอย่างยางพาราพันธุ์พื้นเมืองและยางพาราพันธุ์แนะนำ จากแหล่งต่างๆ จากเทคนิคอาร์เอพีดีเมื่อใช้ไพรเมอร์ OPR-11M คือ DNA Ladder ขนาด 100 คู่เบส 38
29. รูปแบบของแถบดีเอ็นเอของตัวอย่างยางพาราพันธุ์พื้นเมืองและยางพาราพันธุ์แนะนำ จากแหล่งต่างๆ จากเทคนิคอาร์เอพีดีเมื่อใช้ไพรเมอร์ OPZ-04M คือ DNA Ladder ขนาด 100 คู่เบส 38
30. รูปแบบของแถบดีเอ็นเอของตัวอย่างยางพาราพันธุ์พื้นเมือง และยางพาราพันธุ์แนะนำ จากแหล่งต่างๆ จากเทคนิคอาร์เอพีดีเมื่อใช้ไพรเมอร์ OPB-17M คือDNA Ladder ขนาด 100 คู่เบส 39
31. เดนโดรแกรมแสดงความสัมพันธ์ของตัวแทนยางพาราพันธุ์แนะนำ และยางพาราพันธุ์พื้นเมืองจำนวน12 โคลน จากการใช้เทคนิคอาร์เอพีดี ด้วยไพรเมอร์จำนวน 7 ไพรเมอร์ 41
32. ต้นยางที่ปลูกในไรโซบอค พร้อมการปลูกเชื้อ 42

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่	หน้า
33. แสดงขั้นตอนในการเตรียมเชื้อราโรครากขาวและการปลูกเชื้อให้ต้นยาง	43
34. การเปรียบเทียบการกระจายตัวของราก (root profile) ที่ปลูกในไรโซบอค	44
35. ระดับคะแนนการเกิดโรครากขาวที่ประเมินจากส่วนยอดของต้นยางพาราที่ถูกเชื้อเข้าทำลายจากระบบราก	46
36. ลักษณะของใบยางพาราที่เกิดจากการเข้าทำลายของเชื้อ *R. microporus* ก้านใบและลำต้นยังมีลักษณะเป็นปกติ ข) ลักษณะของใบ ก้านใบ และลำต้นแห้ง	47
37. ลักษณะยางพาราพันธุ์ GT1 ที่เกิดจากการเข้าทำลายของเชื้อ *R. microporus* ก) ลักษณะลำต้น และ ข) ลักษณะของรากหลังจากเชื้อเข้าทำลายราก	47
38. ต้นกล้าที่นำไปทดสอบการเข้าทำลายของเชื้อโรครากขาวในแปลงปลูก	48
39. การทดสอบความทนทานต่อการเข้าทำลายของโรคในแปลงที่มีการระบาดของโรคอยู่แล้ว โดยคัดเลือกต้นกล้า จำนวน 3 แหล่ง	49

บทนำ

ยางพารา (*Hevea brasiliensis* Muell. Arg.) เป็นพืชเศรษฐกิจที่สำคัญของไทย ในปี 2555 สามารถทำรายได้ให้กับประเทศมีมูลค่าถึง 647,906 ล้านบาท จากพื้นที่ปลูกยาง 18.76 ล้านไร่ (สถาบันวิจัยยาง, 2556) ประเทศไทยนับเป็นผู้นำในการผลิตยางธรรมชาติและจำหน่ายสู่ตลาดโลก (กษิดิศ, 2543) มีการพัฒนาสวนยางพาราด้วยการปลูกยางพันธุ์ดีที่ให้ผลผลิตสูง ทดแทนยางพันธุ์พื้นเมืองที่ให้ผลผลิตต่ำ ซึ่งในอดีตยางพันธุ์พื้นเมืองที่ปลูกจะมีความแข็งแรงตามธรรมชาติ ทำให้ต้นยางสามารถต้านทานต่อการเกิดโรค แต่เมื่อมีการนำยางพันธุ์ดีมาปลูกทดแทน ทำให้ประสบปัญหาโรคยางพาราเพิ่มขึ้น นอกจากนี้ความสามารถในการหาอาหารและปรับตัวต่อสภาพแวดล้อมในดินก็มีน้อย โรคยางพารามีความสำคัญต่อการปลูกยางพาราโดยทั่วไป ซึ่งการเข้าทำลายของโรคก่อให้เกิดความเสียหายต่อผลผลิตยางพาราทั้งทางตรงและทางอ้อม โรคบางชนิด เช่น โรคใบจุดก้างปลา โรคราแป้ง และโรคใบร่วงเพียงแต่ทำความรบกวนต่อยางพาราโดยไม่ก่อให้เกิดความเสียหาย แต่โดยทั่วไปแล้วถ้าต้นยางมีอาการผิดปกติจะทำให้ผลผลิตลดลงทั้งปริมาณและคุณภาพลดลง แม้ว่าจะไม่ปรากฏให้เห็นชัดเจนแต่ก็ทำให้ต้นยางชะงักการเจริญเติบโต เนื่องจากระบบการสังเคราะห์แสงและการเคลื่อนย้ายอาหารถูกรบกวน โดยทั่วไปจึงลำดับความสำคัญของโรคแต่ละชนิดจากการสูญเสียผลผลิต เมื่อพิจารณาการเกิดโรคตามส่วนต่างๆ ของต้นยางแล้วจะพบว่า โรคระบบรากมีความสำคัญต่อผลผลิตสูงสุดเนื่องจากเชื้อเข้าทำลายส่วนที่ใช้ในการดูดน้ำ และธาตุอาหารใต้ดิน กว่าจะตรวจพบว่าต้นยางเป็นโรคก็ต่อเมื่อส่วนที่อยู่เหนือพื้นดินเริ่มแสดงอาการ จึงทำให้ต้นยางบางส่วนตายก่อนที่จะควบคุมการระบาดได้ (พเยาว์, 2541)

ในยางพารายังไม่มีการศึกษาความต้านทานโรคในพันธุ์พื้นเมืองมากนัก (พันธุ์พื้นเมืองคือพันธุ์ที่ได้จากการเพาะเมล็ดจากต้นที่มีการนำเข้ามาปลูกในสมัยแรกๆ) แต่พบว่า ยางพันธุ์แนะนำที่นิยมปลูกในปัจจุบันค่อนข้างอ่อนแอต่อโรคราก เช่น โรครากขาว พันธุ์ยางที่เป็นโรคมากที่สุด คือ RRIM 600 (55%) รองลงมาคือ BPM 24 (19.6%), โรครากแดง พันธุ์ยางที่เป็นโรคมากที่สุด คือ RRIM 600 (63.8%) รองลงมาคือ PB5/51 (14.9%) ส่วนโรครากสีน้ำตาล พันธุ์ยางที่เป็นโรคมากที่สุด คือ RRIM600 (51.4%) รองลงมาคือ BPM 24 (22.8%) (สถาบันวิจัยยาง, 2547) ดังนั้นการปลูกยางในอดีตจึงมักใช้ต้นกล้าจากยางพันธุ์พื้นเมืองเป็นต้นตอและติดตาด้วยยางพันธุ์ดี แต่รัฐบาลในยุคที่ผ่านมามีนโยบายขยายพื้นที่ปลูกยางพาราทั้งในภาคใต้เองและภาคอื่นๆ ของประเทศ เช่น ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ และภาคเหนือ ความต้องการต้นพันธุ์จึงเพิ่มขึ้นเป็นลำดับ ในขณะที่พันธุ์พื้นเมืองถูกโค่นเกือบหมด คาดว่าประมาณ 75 - 80% ของยางพันธุ์ดีที่ปลูกในประเทศไทยเป็นพันธุ์ RRIM 600 เมื่อไม่มีเมล็ดยางพันธุ์พื้นเมือง เกษตรกรจึงหันมาเก็บเมล็ดยางพันธุ์ดี ซึ่งส่วนใหญ่คือ RRIM 600 มาทำเป็นต้นตอ ซึ่งมีความแข็งแรงและทนทานน้อยกว่ายางพันธุ์พื้นเมือง ที่สำคัญในอนาคตข้างหน้าหากมีการระบาดของโรค อาจมีผลทำให้เป็นอันตรายต่อต้นยางทั้งหมดได้ เพราะมีฐานพันธุกรรมแคบทั้งต้นตอและกิ่งพันธุ์ดี ดังนั้นการคัดแยกสายพันธุ์ยางดั้งเดิมที่มีลักษณะดี เหมาะที่จะใช้เป็นพันธุ์ต้นตอ และทำการรักษาสายพันธุ์ไว้ไม่ให้สูญหายรวมไปถึงขยายพันธุ์ให้มีปริมาณเพียงพอต่อความต้องการจึงเป็นสิ่งจำเป็น อย่างไรก็ตามในเบื้องต้นจะต้องมีการตรวจสอบพันธุกรรมของพันธุ์เหล่านั้นซึ่งปัจจุบันมีเหลืออยู่น้อย ต้นยางกลุ่มนี้เป็นต้นยางเก่าแก่ไม่ทราบพันธุ์และแหล่งที่มา จำเป็นต้องมีการคัดแยกพันธุ์ ดังนั้นการศึกษาพันธุกรรมโดยอาศัยเครื่องหมาย ดีเอ็นเอ จะทำให้การคัดแยกพันธุ์มีประสิทธิภาพมากขึ้น พันธุ์เหล่านี้จะต้องทำการอนุรักษ์ไว้เพื่อรักษาฐานพันธุกรรม ทำการคัดเลือกเพื่อนำมาทดสอบการเข้ากันได้กับต้นพันธุ์ดี สำหรับใช้เป็นแหล่งของต้นตอในอนาคต และเพื่อสร้างแปลงผลิตเมล็ดพันธุ์สำหรับใช้เป็นต้นตอ

ตรวจเอกสาร

จากหลักฐานทางประวัติศาสตร์ โบราณคดี และสภาพทางภูมิศาสตร์ เข้าใจว่ายางพารามีถิ่นกำเนิดอยู่ในป่าเขตร้อนที่มีฝนตกชุกในอเมริกาใต้ ได้แก่ ประเทศบราซิล และเปรู โดยเฉพาะอย่างยิ่งแถบริมฝั่งแม่น้ำอเมซอนและแม่น้ำอื่นๆ ซึ่งมีอาณาเขตติดต่อกัน (สนิท, 2523) เป็นพืชที่อยู่ในตระกูล Euphorbiaceae และมีโครโมโซม 2n = 2x = 36 (อุดม, 2541) ชาวพื้นเมืองเรียกว่า caoutchoue ซึ่งเป็นภาษาท้องถิ่นของชาวอินเดียนแดง แปลว่า weeping wood หรือ ต้นไม้ร้องไห้ (พายัพ, 2538) โดยคริสโตเฟอร์ โคลัมบัส ได้เห็นชาวอินเดียนแดงและชาวมายันใช้ยางจากต้นยางพาราทำลูกบอลและรองเท้า และได้เห็นชาวสเปนในเม็กซิโก นำยางมาทำผ้ายางสำหรับกันฝนและน้ำได้ ในปี ค.ศ. 1736 นักวิทยาศาสตร์ชาวฝรั่งเศสชื่อ ชาลส์ มาลี เดอลา คองดามีน์ ได้ออกเดินทางสำรวจพื้นที่แถบประเทศเปรูในอเมริกาใต้ และได้บรรยายถึงลักษณะต้นยาง การแข็งตัวของน้ำยาง ตลอดจนวิธีทำผ้ายางกันฝน รองเท้า และขวดยาง ของชาวพื้นเมืองแถบนั้น นับเป็นชาวยุโรปคนแรกที่ได้บรรยายรายละเอียดเรื่องยางให้ชาวโลกได้ทราบ ต่อจากนั้นได้มีผู้ค้นพบคุณสมบัติของยางอีกหลายประการ เช่น พบว่า น้ำมันสนและอีเทอร์สามารถนำมาใช้เป็นตัวทำละลายยางได้ ยางสามารถลบรอยดินสอได้โดยไม่ทำให้กระดาษเสียหายจึงเรียกยางว่ายางลบ (rubber) และการใช้ด่างเติมลงในน้ำยางเป็นการป้องกันน้ำยางจับตัวเป็นก้อน หลังจากนั้นอุตสาหกรรมยางพาราได้เจริญรุ่งเรืองขึ้นเป็นอันมาก เพราะมีการค้นพบเครื่องมือและกรรมวิธีผลิตยางในรูปแบบต่างๆ มากขึ้น จนถึงสมัยที่โลกได้มีการปลูกยางกันมากในประเทศแถบอเมริกาใต้นั้น จึงได้ค้นพบว่ายางที่มีคุณภาพดีที่สุดคือยางพันธุ์ที่มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Hevea brasiliensis* ซึ่งมีคุณภาพดีกว่า *Hevea* ชนิดอื่นๆ มาก จึงมีการปลูกและซื้อขายยางพันธุ์ดังกล่าวกันมาก และศูนย์กลางของการซื้อขายยางอยู่ที่เมืองท่าชื่อ พารา (Para) บนฝั่งแม่น้ำอเมซอน ประเทศบราซิล ด้วยเหตุดังกล่าว *Hevea brasiliensis* จึงมีชื่อเรียกอีกอย่างหนึ่งว่ายางพาราและเป็นชื่อที่ใช้เรียกกันแพร่หลายจนถึงทุกวันนี้

ยางที่นำมาใช้ในระยะเริ่มแรกนั้นเป็นยางที่มาจากอเมริกาใต้ อเมริกากลาง และแอฟริกา โดยประเทศอังกฤษและอเมริกาเป็นผู้ใช้ยางมากที่สุด ภายหลังสงครามโลกครั้งที่สอง ความต้องการใช้ยางเพิ่มมากขึ้นเรื่อยๆ ยางที่มีอยู่ในตอนนั้นไม่พอกับความต้องการ จึงได้หาแหล่งปลูกยางอื่นๆ โดยปกติการปลูกยางในระยะแรกนั้นปลูกระหว่างเส้นรุ้งที่ 10 องศาเหนือและใต้ ในปี ค.ศ. 1867 เซอร์ เฮนรี่ วิคแฮม ได้นำเมล็ดยางจากบราซิลมาเพาะที่อุทยานคิว (Kew) ในลอนดอน และส่งกล้ายางไปปลูกในสวนพฤกษศาสตร์ที่กรุงกัลกัตตา ประเทศอินเดีย ซึ่งนับเป็นการปลูกยางครั้งแรกในเอเชีย และได้มีการขยายกล้ายางพาราจาก 22 ต้น นำไปปลูกในประเทศต่าง ๆ ของทวีปเอเชีย ต่อมามีการปลูกที่ประเทศบังคลาเทศ ที่ระหว่างเส้นรุ้งที่ 23 - 24 องศาเหนือ และประเทศบราซิลก็ได้ขยายการปลูกไปทางใต้ จนถึงเส้นรุ้งที่ 20 - 21 องศาใต้ สำหรับการปลูกสร้างสวนยางเป็นการค้าในตะวันออกไกลนั้นเริ่มขึ้นที่ประเทศมาเลเซีย ในปี ค.ศ.1895 โดยชาวจีนชื่อ ตัน เช ยัน ปลูกประมาณ 350 เอเคอร์ (775 ไร่) ที่รัฐมะละกา

การปลูกยางในประเทศไทย ไม่มีบันทึกหรือประวัติที่แน่นอน แต่เป็นที่เข้าใจว่าราว พ.ศ. 2443 (กลางรัชกาลที่ 5) พระยารัษฎานุประดิษฐ์มหิศรภักดี (คอซิมบี้ ณ ระนอง) เจ้าเมืองตรังเป็นผู้นำต้นยางเข้ามาปลูกเป็นครั้งแรกที่อำเภอกันตัง จังหวัดตรัง ต่อมามีราษฎรนำมาปลูกเป็นสวนยางในแถบจังหวัดตรัง และนราธิวาส ตามลำดับ ในจังหวัดจันทบุรี หลวงราชไมตรี (ปูม ปุณศรี) ได้เป็นผู้นำไปปลูกเมื่อประมาณ พ.ศ. 2451 สวนยางพาราส่วนใหญ่ของประเทศไทยขณะนั้นเป็นสวนยางที่ปลูกด้วยเมล็ด แต่หลังจากที่มีการจัดตั้งสำนักงานกองทุนสงเคราะห์การทำสวนยางขึ้นมาในปี พ.ศ. 2503 เพื่อดำเนินการปลูกยางพันธุ์ดีทดแทนยางพันธุ์พื้นเมืองที่ให้ผลผลิตต่ำ สวนยางของประเทศไทยจึงได้พัฒนาขึ้นมาเป็นลำดับ สำหรับในภาคเหนือ และ

ภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทยนั้น กรมวิชาการเกษตรได้ทดลองปลูกเป็นผลสำเร็จในระหว่าง พ.ศ. 2521-2523 (เรวัต, 2541)

1. พันธุ์ยางพาราในอดีตและปัจจุบัน

ตั้งแต่เริ่มมีการปลูกยางในประเทศไทยในปี พ.ศ 2443 ที่ อ. กันตัง จ. ตรัง โดยพระยารัษฎานุประดิษฐ์ มีการนำเมล็ดพันธุ์มาจากรัฐเปรัค มลายู มาแจกจ่ายให้ราษฎรในภาคใต้ปลูก โดยการปลูกยางในสมัยแรกปลูกด้วยเมล็ด การปลูกยางยังไม่เป็นแถวเป็นแนว อยู่ในสภาพป่ายางขาดการรักษา ผลผลิตที่ได้ค่อนข้างต่ำ ในสมัยก่อนสงครามโลกครั้งที่ 2 มีการดำเนินการส่งเสริมการปลูกยาง และการเพาะชำพันธุ์ยางเพื่อจำหน่ายให้กับเกษตรกร โดยพันธุ์ยางที่แนะนำในขณะนั้น คือ Tjir และ PB 86 ซึ่งให้น้ำยางสูงกว่าพันธุ์พื้นเมือง ตั้งแต่ปี พ.ศ 2493 ได้เน้นการพัฒนาการปลูกยางพันธุ์ดีอย่างจริงจัง โดยมีการสั่งซื้อเมล็ดยางพันธุ์ดีจากมาเลเซีย พร้อมกับสั่งกิ่งตายางพันธุ์ดีเข้ามาขยายพันธุ์แจกจ่ายให้กับเกษตรกร และได้เริ่มตั้งสถานีการยาง เพื่อค้นคว้าทดลอง และขยายพันธุ์ไว้เกือบทุกจังหวัด ทั้งในภาคใต้และภาคตะวันออก ทำให้กิจการยางพาราก้าวหน้า และทำให้ผลผลิตยางเพิ่มสูงขึ้นในระยะต่อมา สถาบันวิจัยยาง กรมวิชาการเกษตร ได้จัดทำคำแนะนำพันธุ์ยางแก่เกษตรกรทุกๆ 4 ปี โดยใช้ข้อมูลจากผลงานวิจัยการปรับปรุงพันธุ์ยาง เพื่อแนะนำพันธุ์ยางที่ให้ผลผลิตน้ำยางสูงเป็นหลักตั้งแต่ปี พ.ศ .2504 เป็นต้นมา พันธุ์ยางที่เกษตรกรนิยมปลูกทดแทนยางพันธุ์พื้นเมืองในช่วงแรกคือ Tjir, PB 5/51, PR 107 และ RRIM 623 ต่อมาในปี พ.ศ 2509 ยางพาราพันธุ์ RRIM 600 และ G 1 เริ่มได้รับความนิยม โดยเป็นพันธุ์ยางชั้น 1 ในคำแนะนำพันธุ์ยางปี 2509 ซึ่งยางพันธุ์ RRIM 600 จัดเป็นพันธุ์ที่ได้รับความนิยมต่อเนื่องจนถึงปัจจุบัน อย่างไรก็ตามตั้งแต่ ปี 2536 เป็นต้นมา เกษตรกรเริ่มนิยมปลูกยางพันธุ์ BPM 24 ซึ่งเป็นพันธุ์จากประเทศอินโดนีเซีย เพราะต้านทานโรคไฟทอปทอรา ในขณะที่ยางพันธุ์ GT1 ได้รับความนิยมลดลง (ชูสิทธิ์ และเวท , 2542)

คำแนะนำพันธุ์ยาง โดยกรมวิชาการเกษตร แบ่งออกเป็น 3 กลุ่ม ตามวัตถุประสงค์ของการปลูก ดังนี้ กลุ่มที่ 1 พันธุ์ยางผลผลิตน้ำยางสูง เป็นพันธุ์ที่ให้ผลผลิตน้ำยางสูงเป็นหลัก เฉลี่ย 289-457 กิโลกรัมต่อไร่ต่อปี กลุ่มที่ 2 พันธุ์ยางผลผลิตน้ำยาง และเนื้อไม้สูง เป็นพันธุ์ที่ให้ผลผลิตน้ำยางเฉลี่ย 318 -330 กิโลกรัมต่อไร่ต่อปี และมีการเจริญเติบโตดี ลักษณะลำต้นตรง ให้ปริมาตรเนื้อไม้ในส่วนลำต้นอายุ 20 ปี เฉลี่ย 25.53-28.09 ลูกบาศก์เมตรต่อไร่ กลุ่มที่ 3 พันธุ์ยางผลผลิตเนื้อไม้สูงเป็นหลัก มีการเจริญเติบโตดีมาก ลักษณะลำต้นตรง ให้ปริมาตรในส่วนลำต้นอายุ 20 ปี เฉลี่ย 28.73 - 28.90 ลูกบาศก์เมตรต่อไร่ ผลผลิตน้ำยางอยู่ในระดับต่ำกว่าพันธุ์ยางในกลุ่มที่ 1 และ 2 เหมาะสำหรับเป็นพันธุ์ที่จะปลูกเป็นสวนป่าเพื่อการผลิตเนื้อไม้ (นุชนารถ และอรวรรณ, 2550) โดยพันธุ์ยางในแต่ละกลุ่มที่แนะนำ แบ่งเป็น 2 ชั้น คือ พันธุ์ยางชั้น 1 แนะนำให้ปลูกโดยไม่จำกัดเนื้อที่ปลูก พันธุ์ยางในชั้นนี้ได้ผ่านการทดลองและศึกษาลักษณะต่างๆ อย่างละเอียดแล้ว และพันธุ์ยางชั้น 2 แนะนำให้ปลูกโดยจำกัดเนื้อที่ปลูก ปลูกได้ไม่เกินร้อยละ 30 ของเนื้อที่ปลูกยางที่ถือครอง แต่ละพันธุ์ควรปลูกไม่น้อยกว่า 7 ไร่ พันธุ์ยางชั้นนี้อยู่ในระหว่างการศึกษาลักษณะบางประการเพิ่มเติม

2. ความสำคัญของต้นตอยางพารา

ในอดีตต้นตอที่ใช้ส่วนใหญ่เป็นเมล็ดที่ปลูกด้วยยางพาราพันธุ์พื้นเมือง ซึ่งมีความแข็งแรง และค่อนข้างทนทานต่อโรค แต่ต้นตอในปัจจุบันเกษตรกรส่วนใหญ่เก็บเมล็ดพันธุ์ที่ได้จากยางพาราพันธุ์ RRIM 600 มาทำเป็นต้นตอ เนื่องจากไม่สามารถหาเมล็ดพันธุ์พื้นเมืองได้ เพราะถูกโค่นและปลูกทดแทนด้วยยางพันธุ์ดีเกือบทั้งหมด ซึ่งความแข็งแรงและทนทานของพันธุ์ RRIM 600 ต่อโรคค่อนข้างต่ำ ไม่เหมาะสมต่อการนำไปใช้เป็นต้นตอตายางเพื่อการปลูกสร้างสวนยาง ซึ่งในอนาคตจะเกิดปัญหามากมายตามมา โรคของ

ยางพาราสามารถพบได้ตั้งแต่ระยะเริ่มปลูกจนโค่น มีสาเหตุทั้งจากสิ่งมีชีวิตและไม่มีชีวิตสามารถเกิดได้กับทุกส่วนของต้น อาจเพียงแค่กระทบต่อการเจริญเติบโต การสังเคราะห์แสงเพียงเล็กน้อย หรืออาจถึงขั้นทำให้การเจริญเติบโตหยุดชะงัก ผลผลิตลดลง และรุนแรงจนยืนต้นตายในที่สุด แม้ว่ายางพาราจะมีโรคระบาดอยู่หลายชนิด และสามารถจำแนกโรคได้ตามส่วนต่างๆ ที่เกิด ได้แก่ โรคใบ กิ่งก้าน ลำตน และราก แต่การศึกษาโรคเกี่ยวกับระบบรากยังคงเป็นเรื่องที่ซับซ้อนอยู่ เนื่องจากเป็นส่วนที่สังเกตได้ยากเพราะอยู่ในดิน ปัจจุบันยังไม่มีการศึกษาความต้านทานโรครากในยางพาราพันธุ์พื้นเมืองมากนัก แต่พบว่ายางพันธุ์แนะนำที่นิยมปลูกในปัจจุบันมีความอ่อนแอต่อโรครากและมีสาเหตุหลักมาจากเชื้อรา เช่น โรครากขาว โรครากแดง โรครากน้ำตาล พบว่า พันธุ์ยางที่เป็นโรครากทั้งสามมากที่สุดคือ RRIM 600 (สถาบันวิจัยยาง, 2547) ปกติพันธุ์พื้นเมืองมักมีความแข็งแรงและทนทานต่อสภาพแวดล้อมได้ดีกว่าพันธุ์ดี เนื่องจากมีฐานพันธุกรรมค่อนข้างกว้าง นอกจากนี้พันธุ์เหล่านี้ยังมีความทนทานต่อโรครากได้ค่อนข้างดีกว่าพันธุ์แนะนำ

3. ระบบรากยางพารา

ยางพารามีระบบรากแก้ว (Tap root system) (รัตน์, 2514) และรากแขนงเพื่อหาอาหารและยึดลำต้น หลังจากนำเมล็ดมาเพาะเป็นระยะเวลา 1 เดือน จะได้ต้นกล้าที่มีรากแก้ว ซึ่งเจริญมาจากส่วนที่เรียกว่า radicle ของต้นอ่อน Halle (1978) แบ่งรากออกเป็น 4 ส่วน คือ root cap ประกอบด้วยเซลล์หลายชั้น ทำหน้าที่ป้องกันการปะทะจากเม็ดดิน ถัดมาคือชั้น growing region ประกอบด้วยเซลล์ที่กำลังแบ่ง และยืดตัว มีนิวเคลียสขนาดใหญ่ เป็นส่วนที่เพิ่มความยาวราก ชั้นต่อมาคือ absorb region มี epidermis ยื่นออกมาข้างนอกเรียกว่าขนราก (root hair) ช่วยเพิ่มพื้นที่ผิวสำหรับดูดซึม เมื่อรากแก่และเกิดการยืดยาว ขนรากจะสลายไป และเกิดใหม่ในตำแหน่งที่ถัดลงไป เหนือขึ้นไปคือส่วนของ conducting region มี vessel ทำหน้าที่ลำเลียงน้ำและแร่ธาตุ ปกติรากแก้วของยางพาราจะไม่ลึกมากนักประมาณเพียง 1.5 - 2 เมตรเท่านั้น นอกจากในที่ดินดีอาจหยั่งลึกลงไปได้มากกว่า 2 เมตร และรากดังกล่าวเมื่ออายุได้ 3 ปี จะเจริญเต็มที่และสามารถหยั่งลึกลงไปในดินได้ถึง 2.5 เมตร ทำหน้าที่ยึดเกาะพยุงลำต้นไม่ให้โค่นล้มเมื่อลมแรงและมีน้ำท่วม รากแก้วจะมีรากแขนง (lateral root) แตกออกมายาวมาก จากชั้น pericycle ของรากแก้ว รากแขนงจะมีความยาวประมาณ 7-10 เมตรและแผ่กระจายไปด้านข้างในระดับผิวดินบริเวณทรงพุ่ม เปลือกรากมีลักษณะคล้ายเปลือกบริเวณลำต้นแต่บางกว่า ทำหน้าที่ดูดยึดน้ำและธาตุอาหารส่งไปยังส่วนต่างๆ เพื่อขบวนการสังเคราะห์แสง ในช่วงอายุ 1-3 ปี ปลายของรากแขนงมักจะโค้งลงเล็กน้อย อยู่ในความลึกประมาณ 60 เมตร เมื่อต้นยางมีอายุ 4-8 ปี รากแขนงบริเวณส่วนบนของรากแก้วจะเริ่มอ่อนแอและมีการแตกแขนงของรากแขนงที่ส่วนล่างของรากแก้วเพิ่มมากขึ้น แต่ลักษณะของรากแขนงที่เกิดบริเวณส่วนล่างของรากแก้วจะมีขนาดสั้นกว่าด้านบน และที่รากแขนงจะมีรากขนอ่อนเจริญขึ้นมา นอกจากนี้ยังมีระบบรากฝอย (feeding root) เพื่อหาอาหาร โดยจะหากินอยู่ใกล้ผิวดินมากกว่าใต้ดินลึกๆ เนื่องจากรากของต้นยางมีรากแก้วค่อนข้างตื้น

4. โรครากขาว)White root disease)

โรครากขาวยางพารา (White root disease) เกิดจากเชื้อรา *Riginoporus microporus* Sw. Overeem (Hood, 2006) เชื้อราโรครากขาวสามารถเข้าทำลายรากยางพาราได้ทุกระยะการเจริญเติบโต ตั้งแต่อายุ ปีขึ้นไป ในระยะเริ่มแรกจะไม่เห็นลักษณะผิดปกติข 1องต้นยางพาราส่วนที่อยู่เหนือพื้นดิน เมื่อส่วนรากถูกทำลายเสียหายจนไม่สามารถดูดน้ำและธาตุอาหารได้ จึงแสดงอาการใบเหลืองและใบร่วง สำหรับต้นยางเล็กที่เป็นโรค พุ่มใบทั้งหมดจะมีสีเหลืองผิดกติ ถ้าเป็นต้นยางใหญ่ พุ่มใบบางส่วนจะดูเสมือนว่าแก่จัดและเหลือง ซึ่งจะแตกต่างกับสีเขียวเข้มของพุ่มใบต้นยางที่สมบูรณ์อย่างเห็นได้ชัด

ลักษณะอาการของโรครากขาว เมื่อระบบรากถูกทำลายมากขึ้น จะแสดงอาการให้เห็นที่ทรงพุ่ม ซึ่งเป็นระยะที่รุนแรงและไม่สามารถรักษาได้ บริเวณรากที่ถูกเชื้อเข้าทำลายจะปรากฏกลุ่มเส้นใยสีขาวเจริญแตกสาขาปกคลุม และเกาะติดแน่นกับผิวราก เมื่อเส้นใยอายุมากขึ้นจะกลายเป็นเส้นกลมนูนสีเหลืองซีด เนื้อไม้ของรากที่เป็นโรคในระยะแรกจะแข็งกระด้างเป็นสีน้ำตาลซีด ในระยะรุนแรงจะกลายเป็นสีครีม ถ้าอยู่ในที่ชื้นแฉะจะอ่อนนิ่ม ดอกเห็ดมีลักษณะเป็นแผ่นครึ่งวงกลมแผ่นเดียวหรือซ้อนกันเป็นชั้นๆ ผิวด้านบนเป็นสีเหลืองส้ม โดยมีสีเข้มอ่อนเรียงสลับกันเป็นวง ผิวด้านล่างเป็นสีส้มแดงหรือสีน้ำตาล ขอบดอกเห็ดเป็นสีขาว (Kaewchai *et al.,* (2009); Louanchi *et al*., 1996) แต่ในพืชที่ยังเป็นต้นอ่อนหรืออายุน้อยต้องใช้ความเชี่ยวชาญพิเศษในการตรวจพบ (Guyot and Flori, 2002) ขณะนี้ยังไม่มีรายงานว่ามียางพาราพันธุ์ใดต้านทานโรครากขาว

5. การใช้เครื่องหมายโมเลกุลในการศึกษาพันธุกรรมพืช

ปัจจุบันมีการนำเครื่องหมายระดับโมเลกุล (molecular marker) ซึ่งเป็นการศึกษาระดับดีเอ็น-เอเพื่อเป็นเครื่องมือในการตรวจสอบในระดับของยีน หรือ ดีเอ็นเอ จึงเป็นประโยชน์อย่างมากในการปรับปรุงพันธุ์ แยกสายพันธุ์ รวมทั้งทราบความสัมพันธ์ทางพันธุกรรมระหว่างสายพันธุ์ นอกจากนี้ยังนำมาใช้ในการทำแผนที่ทางพันธุกรรม (genetic mapping) และหาตำแหน่งของยีน (gene tagging) ในระยะแรกเครื่องหมายโมเลกุลที่ใช้เป็นระดับโปรตีน เช่น การใช้ไอโซไซม์ (isozyme) แต่พบว่ามีข้อจำกัดอยู่มาก เช่น มีอิทธิพลจากสภาพแวดล้อม ระยะการเจริญเติบโตของพืช เข้ามาเกี่ยวข้องทำให้ประสิทธิภาพในการใช้แยกความแตกต่างระหว่างสิ่งมีชีวิตนั้นลดลง (Claros *et al*., 2000; Degani *et al*., 2001) ต่อมามีการพัฒนาเทคนิคขึ้นมาใหม่ คือเทคนิค RFLP (Restriction Fragment Length Polymorphism) อาศัยหลักการที่เกิดจากความแตกต่างของลำดับเบสที่ถูกตัดด้วยเอนไซม์ตัดจำเพาะ (restriction enzyme) ความแตกต่างของลำดับเบสนี้เป็นคุณสมบัติทั่วไปที่พบในสิ่งมีชีวิตที่มีจีโนไทป์ต่างกัน อย่างไรก็ตามเทคนิคนี้ยังมีข้อเสีย คือ ต้องใช้ดีเอ็นเอต้นแบบจำนวนมาก และต้องมีคุณภาพดี อีกทั้งยังมีขั้นตอนยุ่งยาก และค่าใช้จ่ายสูง (Saiki *et al*., 1987; Kaundun *et al*., 2000) ต่อมามีการพัฒนาวิธีการเพิ่มปริมาณดีเอ็นเอโดยเทคนิคพีซีอาร์ (PCR: Polymerase Chain Reaction) ซึ่งง่ายและรวดเร็ว สามารถเพิ่มปริมาณดีเอ็นเอเป้าหมายได้ปริมาณมากในระยะเวลาสั้น โดยอาศัยการทำงานของเอนไซม์ DNA polymerase ในหลอดทดลอง หลังจากมีการค้นพบการเพิ่มปริมาณดีเอ็นเอ โดยเทคนิคพีซีอาร์แล้ว จึงได้มีการพัฒนาเครื่องหมายโมเลกุลใหม่ๆ เพิ่มขึ้นมากมาย เช่น เทคนิคอาร์เอพีดี (RAPD: Random Amplified Polymorphic DNA) เอเอฟแอลพี (AFLP: Amplification Fragment Length Polymorphism) และไมโครแซทเทลไลท์ (microsatellite) เป็นต้น ซึ่งการใช้เครื่องหมายโมเลกุลในการศึกษาจำแนกกลุ่มและชนิดพืช มีความแม่นยำสูง สะดวกและรวดเร็ว สามารถคัดเลือกได้ครั้งละหลายๆ ลักษณะ ใช้จำแนกพืชที่มียีนต่างชนิดหรือต่างตำแหน่งซึ่งควบคุมลักษณะเดียวกัน สามารถกระทำได้ในทุกระยะการเจริญเติบโตของต้นพืช ไม่ทำลายต้นพืชและสามารถจำแนกลักษณะพันธุกรรมของยีนที่สนใจได้ (กัลยา และกรรณิการ์, 2544)

6. เทคนิคอาร์เอพีดี

เป็นเทคนิคที่อาศัยหลักการเพิ่มปริมาณชิ้นส่วนของดีเอ็นเอ โดยอาศัยหลักการทำพีซีอาร์โดยใช้ไพรเมอร์ขนาดสั้นๆ เพียงประมาณ 8-10 เบส เพียงชนิดเดียว มีลำดับเบสแบบสุ่ม เป้าหมายการเกาะของไพรเมอร์ คือ บริเวณที่มีลำดับเบสเป็นคู่สมกัน โดยไม่คำนึงถึงทิศทางของไพรเมอร์ที่เกาะกับดีเอ็นเอต้นแบบ (DNA template) และไม่จำเพาะกับยีนใด นำมาแยกขนาดของ ดีเอ็นเอที่ได้ด้วยการทำอิเล็กโทรโฟรีซิสบนอะกาโรสเจล ย้อมแถบดีเอ็นเอด้วยเอธิเดียมโบรไมด์ การเกิดแถบดีเอ็นเอเป็นผลมาจากไพรเมอร์เข้าไป

เกาะได้หลายบริเวณ ถ้าไพรเมอร์เข้าไปเกาะดีเอ็นเอ 2 บริเวณที่อยู่ไกลกันมาก โดยเกาะกับดีเอ็นเอคนละสายในทิศทางเข้าหากัน จะสามารถเพิ่มปริมาณดีเอ็นเอในช่วงนั้นได้ แต่ถ้าไพรเมอร์เกาะดีเอ็นเอสายเดียวในทิศทางเดียวกัน หรือเกาะกับ ดีเอ็นเอคนละสาย แต่ทิศทางแยกออกจากกัน หรือเกาะได้สองสายห่างไกลกันมาก แม้ทิศทางเข้าหากันก็ไม่สามารถเกิดผลผลิตได้ (สุวิมล, 2544) ข้อได้เปรียบของเทคนิค คือ ทำได้ง่ายไม่ซับซ้อน ให้ข้อมูลมาก ค่าใช้จ่ายไม่สูง ใช้ปริมาณดีเอ็นเอน้อยประมาณ 25 - 100 นาโนกรัมต่อปฏิกิริยา (Winter and Kahl, 1995) แต่มีข้อจำกัดบ้างในเรื่องการทดลองซ้ำ เนื่องจากเทคนิคนี้มีความไวต่อการเปลี่ยนแปลงสภาวะต่างๆ สูง จึงต้องควบคุมสภาพต่างๆ ให้คงที่ และอาร์เอพีดียังแสดงการข่ม (dominant) ต่อการไม่เกิดแถบดีเอ็นเอ ทำให้ไม่สามารถแยกความแตกต่างระหว่างลักษณะพันธุ์แท้ยีนเด่น (homozygous dominant) และพันธุ์ทาง (heterozygous) ได้ (Cipriani *et al*., 1996) ความแตกต่างของแถบดีเอ็นเอสามารถนำมาวิเคราะห์ทางสถิติ (Thorman *et al*., 1994) เพื่อดูความสัมพันธ์หรือความแตกต่างทางพันธุกรรม ทำให้ทราบความสัมพันธ์และทราบความแตกต่างทางพันธุกรรมระหว่างพืชที่อยู่ในพันธุ์และชนิดเดียวกันได้ เครื่องหมายอาร์เอพีดี สามารถใช้ตรวจสอบได้อย่างมีประสิทธิภาพสำหรับการให้ลักษณะความแตกต่าง (polymorphism) และสามารถใช้ในการจำแนกได้อย่างรวดเร็ว ให้ชิ้นส่วนดีเอ็นเอที่จำเพาะ มีการนำเทคนิคนี้มาใช้ประโยชน์อย่างกว้างขวางในด้านต่าง ๆ

วัตถุประสงค์หลักของโครงวิจัย

1. เพื่อศึกษาพันธุกรรมของยางพารา โดยเฉพาะยางพันธุ์พื้นเมืองซึ่งเป็นพันธุ์ที่เหมาะสมสำหรับเป็นต้นตอ และเก็บรักษาสายพันธุ์เหล่านั้นไว้

2. เพื่อศึกษาความแตกต่างทางพันธุกรรมของยางพาราระหว่างยางพันธุ์พื้นเมือง หรือพันธุ์ที่เหมาะสมสำหรับเป็นต้นตอที่มีความสามารถในการต้านทานโรครากต่างๆเปรียบเทียบกับยางพันธุ์แนะนำโดยอาศัยเครื่องหมายอาร์เอพีดี

3. เพื่อคัดเลือกพันธุ์ยางพาราพื้นเมืองหรือดั้งเดิมที่รวบรวมจากพื้นที่ต่างๆของภาคใต้เพื่อให้ได้พันธุ์ที่มีระบบรากแข็งแรงและต้านทานต่อโรครากขาวโดยใช้เทคนิคมินิไรโซตรอน

วิธีการดำเนินงาน

เนื่องจากการติดผลของต้นยางพาราพันธุ์พื้นเมืองที่จะนำมาทดลองค่อนข้างน้อย เกิดจากสภาพอากาศที่แปรปรวน อีกทั้งการสุกแก่ของผลแตกต่างกันพอสมควร ทำให้ระยะเวลาในการเก็บเมล็ดมาศึกษาห่างกันมาก ดังนั้นจึงต้องทำการแบ่งการทดลองออกเป็นสามชุด

ชุดที่ 1 การทดลองวิเคราะห์พันธุกรรมของต้นกล้ายางพาราจำนวน 19 โคลน รวมทั้งพันธุ์แนะนำบางพันธุ์ เช่น PB 5/51, GT1 และ RRIM 600 ทดสอบการเจริญเติบโตและพัฒนาการของระบบราก ภายใต้การปลูกในไรโซบอค

ชุดที่ 2 การศึกษาเบื้องต้นในการประเมินผลความต้านทานหรือทนทานของต้นกล้ายางพาราต่อโรครากขาว เป็นการทดสอบวิธีการปลูกเชื้อและประเมินการต้านทาน ใช้ต้นกล้ายางพาราพันธุ์พื้นเมืองจำนวน 14 โคลน มีพันธุ์เปรียบเทียบคือพันธุ์ RRIM 600 และ GT1

ชุดที่ 3 การทดลองวิเคราะห์พันธุกรรมของต้นกล้ายางพาราจำนวน 10 โคลน (รวมทั้งพันธุ์แนะนำ GT1 และ RRIM 600 ทดสอบการเจริญเติบโตและพัฒนาการของระบบราก ภายใต้การปลูกในไรโซบอค และการประเมินการต้านทานโรครากขาว

การทดลองชุดที่ 1

1.1. การวิเคราะห์พันธุกรรมต้นกล้ายางพาราพันธุ์พื้นเมืองโดยใช้เครื่องหมายดีเอ็นเอ

1.1.1 <u>การเก็บรวบรวมเมล็ดพันธุ์ยางพาราดั้งเดิม</u>

เก็บรวบรวมตัวอย่างใบยางพาราพันธุ์พื้นเมือง (เลือกจากต้นที่มีอายุประมาณ 30-50 ปี) ที่ขึ้นอยู่ในแหล่งต่างๆในเขตจังหวัดทางภาคใต้ของประเทศไทย (ตารางที่ 1) นำมาสกัดดีเอ็นเอเพื่อเปรียบเทียบกับพันธุ์ปลูกหรือพันธุ์แนะนำ เพื่อให้มีความมั่นใจว่าเป็นพันธุ์พื้นเมือง หรือเป็นต้นที่ได้จากเมล็ดผสมเปิด ทำการเก็บเมล็ดจากต้นดังกล่าว นำไปเพาะเพื่อใช้ในการศึกษาการเจริญและพัฒนาการของระบบรากต้นกล้าที่เหมาะสม

1.1.2 <u>การสกัดดีเอ็นเอ</u>

สกัดดีเอ็นเอจากใบยางพาราที่สุ่มเก็บ โดยใช้สารละลาย CTAB (hexadecyl trimethyl ammonium bromide) ซึ่งดัดแปลงจาก Doyle และ Doyle (1990) ใช้ตัวอย่างใบยางพาราประมาณ 200 มิลลิกรัมน้ำหนักสด บดใน CTAB บัฟเฟอร์ (PVP-40, NaCl, EDTA 0.5 M pH 8.0, CTAB 2%) ร่วมกับ β-mercaptoethanol เข้มข้น 2% ปริมาตร 700 ไมโครลิตร ในโกร่งให้ละเอียด จากนั้นใส่ในหลอดแอฟเพนดอร์ฟ เขย่าให้เข้ากัน นำไปบ่มที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 60 นาที กลับหลอดไปมาทุก 10 นาที เติมคลอโรฟอร์ม 800 ไมโครลิตร กลับหลอดไปมาเบาๆ ปั่นเหวี่ยงใช้ความเร็ว 12,000 รอบต่อนาที เป็นเวลา 15 นาที จะได้สารละลายที่แยกชั้นใสดูดสารละลายส่วนใสใส่หลอดแอฟเพนดอร์ฟใหม่ เติมไอโซโพรพานอล 750 ไมโครลิตร กลับหลอดไปมาเพื่อตกตะกอนดีเอ็นเอ หรือวางทิ้งไว้ที่อุณหภูมิ - 30 องศาเซลเซียส ประมาณ 30 นาที นำไปปั่นเหวี่ยงอีกครั้งที่ความเร็ว 5,000 รอบต่อนาที เป็นเวลา 5 นาที เทส่วนใสทิ้ง ล้างตะกอนดีเอ็นเอด้วยเอธานอล ความเข้มข้น 70% ที่ผ่านการแช่เย็น 3 ครั้ง ทิ้งให้แห้งที่อุณหภูมิห้อง หลังจากนั้นละลายตะกอนดีเอ็นเอด้วย TE บัฟเฟอร์ 70 ไมโครลิตร [Tris-HCl (pH 7.5) 10 มิลลิโมลาร์ และ Na_2EDTA (pH 7.0) 1 มิลลิโมลาร์] ที่อุณหภูมิห้อง เก็บรักษาดีเอ็นเอที่อุณหภูมิ -30 องศาเซลเซียส จนกว่าจะนำมาใช้

ตารางที่ 1 สถานที่เก็บตัวอย่างยางพาราพันธุ์พื้นเมือง (ชุดที่ 1) และยางพาราพันธุ์แนะนำ ที่ใช้ในการศึกษาการเจริญเติบโตของระบบราก และศึกษาความหลากหลายทางพันธุกรรมโดยเทคนิคอาร์เอพีดี

ชนิด	อักษรย่อ	สถานที่
ยางพาราพันธุ์พื้นเมือง	ElRpsu1	หน้าร้านขายยาเภสัช มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่ จ. สงขลา
	ElRpsu2	ธรรมสถาน มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่ จ. สงขลา
	ElRpsu3	ลานข้างซุ้ม รปภ. ประตูหน้า มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่ จ. สงขลา
	ElRpsu4	หลังแปลงภาควิชาพืชศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่ จ. สงขลา
	ElRpsu5	หน้าแฟลตอาจารย์ อาคาร 16มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่ จ. สงขลา
	ElRpsu6	หน้าสำนักงานหน่วยอาคารสถานที่ และยานพาหนะ คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่ จ. สงขลา
	ElRkhk1	สวนเกษตรกร ต. ทุ่งลาน อ. คลองหอยโข่ง จ. สงขลา
	ElRkhk2	สวนเกษตรกร แปลงที่ 1 ต. บ้านพรุ อ. หาดใหญ่ จ. สงขลา
	ElRp	สวนสาธารณะเทศบาลนครหาดใหญ่ อ. หาดใหญ่ จ. สงขลา
	ElRn	วัดภูเขาล้อม ต. นาหม่อม อ. นาหม่อม จ. สงขลา
	ElRph	พิพิธภัณฑ์พระยารัษฎานุประดิษฐ์มหิศรภักดี ต. กันตัง อ. กันตัง จ. ตรัง
	ElRtr	สวนเกษตร ต. บางรัก อ. เมือง จ. ตรัง
	ElRws	บริเวณลานธรรมะ โรงเรียนวังวิเศษ อ. วังวิเศษ จ. ตรัง
	PB 5/51+EIR	สวนเกษตรกร ม.3 ต. นาวง อ. ห้วยยอด จ. ตรัง ปลูกร่วมกับพันธุ์ PB5/51

ทำการตรวจสอบปริมาณดีเอ็นเอที่สกัดได้ด้วยการเปรียบเทียบกับดีเอ็นเอมาตรฐาน (แลมดาดีเอ็นเอ) โดยการทำอิเล็คโตรโฟรีซิสบนอะกาโรส (LE Agarose, Promega, USA) เข้มข้น 0.75% แรงเคลื่อนไฟฟ้า 100 โวลต์ ในสารละลาย TAE บัฟเฟอร์ (Tris Base, Glacial acetic acid, EDTA 0.5 โมลาร์, pH 8.0) เป็นเวลา 20 นาที ย้อมแถบดีเอ็นเอที่ได้ด้วย เอธิเดียมโบรไมด์ แล้วนำไปตรวจสอบภายใต้แสงอุลตร้าไวโอเลต 260 นาโนเมตร ด้วยเครื่อง Gel documentation

1.1.3 การศึกษาความแตกต่างระหว่างต้นกล้ายางพาราพันธุ์พื้นเมืองโดยการใช้เทคนิคอาร์เอพีดี

เทคนิคอาร์เอพีดี

ทำการทดสอบไพรเมอร์ขนาด 10 เบส จำนวน 200 ไพรเมอร์ คัดเลือกไพรเมอร์ที่สามารถเพิ่มปริมาณดีเอ็นเอแบบสุ่มได้ด้วยปฏิกิริยาพีซีอาร์ จากปริมาตรรวม 25 ไมโครลิตร ซึ่งประกอบด้วย ดีเอ็นเอแม่พิมพ์ 60 นาโนกรัม ไพรเมอร์เข้มข้น 0.3 ไมโครโมลาร์ เอ็นไซม์ *Taq* polymerase เข้มข้น 1.5 ยูนิต 10X *Taq* บัฟเฟอร์ 2 ไมโครลิตร $MgCl_2$ 2.5 มิลลิโมลาร์ dNTP เข้มข้น 100 มิลลิโมลาร์ ตั้งอุณหภูมิเป็น 3 ระดับ คือ อุณหภูมิที่ใช้เริ่มต้น 94 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2 นาที ตามด้วย 41 รอบ ด้วยอุณหภูมิ 94 องศาเซลเซียส 30 วินาที 37 องศาเซลเซียส 1 นาที 72 องศาเซลเซียส 2 นาที และรอบสุดท้ายตามด้วย 72 องศาเซลเซียส อีก 5 นาที หลังทำพีซีอาร์ นำสารละลายดีเอ็นเอที่เพิ่มปริมาณแล้ว จำนวน 10 ไมโครลิตร มาตรวจสอบขนาดของชิ้นดีเอ็นเอ ด้วยวิธีอิเล็กโตรโฟรีซิสบนแผ่นวุ้น LE อะกาโรส ที่มีความเข้มข้น 1.5% ละลายใน TBE บัฟเฟอร์ (Tris Base, Boric acid, Na_2EDTA 0.5 โมลาร์; pH 8.0) ใช้แรงเคลื่อนไฟฟ้า 100 โวลต์ 60 นาที ย้อมแถบ ดีเอ็นเอด้วยเอธิเดียมโบรไมด์ เข้มข้น 0.5 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร เป็นเวลา 20 นาที ล้างน้ำ 10 นาที ตรวจดูแถบดีเอ็นเอภายใต้แสงอัลตร้าไวโอเลต 260 นาโนเมตร ด้วยเครื่อง Gel documentation คัดเลือกไพรเมอร์ที่สามารถเพิ่มปริมาณและให้แถบดีเอ็นเอ ที่มีความแตกต่างระหว่างตัวแทนประชากรแต่ละพันธุ์

1.1.4 การวิเคราะห์ข้อมูล

นำไพรเมอร์ที่คัดเลือกได้ มาใช้เพิ่มปริมาณดีเอ็นเอของประชากรทั้งหมด คัดเลือกไพรเมอร์ที่ทำให้เกิดแถบดีเอ็นเอที่แตกต่างกันระหว่างประชากรทั้งหมด ศึกษารูปแบบของดีเอ็นเอที่ได้ หลังจากนั้นทำการวิเคราะห์ผล แล้วเปรียบเทียบความแตกต่างของแถบดีเอ็นเอระหว่างยางพันธุ์แนะนำและยางพันธุ์พื้นเมือง วิเคราะห์ความหลากหลายทางพันธุกรรมและความสัมพันธ์ทางพันธุกรรมในยางพาราพันธุ์พื้นเมืองเปรียบเทียบกับยางพาราพันธุ์แนะนำ ทำการวิเคราะห์ความแตกต่างระหว่างแถบดีเอ็นเอที่ได้ โดยแปลงข้อมูลจากแถบดีเอ็นเอที่ได้เป็นแบบ binary คือให้ตำแหน่งที่มีแถบดีเอ็นเอ มีค่าเท่ากับ 1 และตำแหน่งที่ไม่ปรากฏแถบดีเอ็นเอมีค่าเท่ากับ 0 เปรียบเทียบ ณ บริเวณเดียวกัน โดยคิดเฉพาะแถบดีเอ็นเอที่มีความชัดเจนและเพิ่มปริมาณได้สม่ำเสมอเมื่อมีการทำพีซีอาร์ซ้ำ วิเคราะห์ความสัมพันธ์และความใกล้ชิดทางพันธุกรรมด้วยการวิเคราะห์ UPGMA cluster analysis หาค่า similarity coefficient ตามวิธีของ Jaccard (1908) โดยโปรแกรม NTSYS Version 2.1 (Rohlf, 2002)

1.2 การศึกษาพัฒนาการและการเจริญเติบโตของระบบรากต้นกล้ายางพันธุ์พื้นเมือง

หลังจากต้นกล้ายางพาราอายุ 6 เดือน ทำการคัดเลือกต้นกล้าพันธุ์ยางดั้งเดิมโคลนละ 10 ต้น มาทำการศึกษาการเจริญเติบโตและความแข็งแรงของรากยางพาราโดยเทคนิคไรโซตรอน วางแผนการทดลองแบบ CRD โดยมีพันธุ์ RRIM 600 เป็นพันธุ์เปรียบเทียบ ต้นยางที่ทำการคัดเลือกจะมีต้องมีความสูงต้นละประมาณ 30 เซนติเมตร มีฉัตรจำนวน 2 ฉัตรขึ้นไป และมีความสม่ำเสมอกันไม่มีการเข้าทำลายของโรคและแมลง กระบะสำหรับปลูกหรือไรโซบอค ทำด้วยแผ่นอะคริลิคใสกว้าง 40 เซนติเมตร สูง 1 เมตร ประกอบเข้ากับโครงให้มีระยะห่างระหว่างแผ่นอะคริลิค ประมาณ 2 นิ้ว บรรจุดินร่วนเหนียวปนทรายลงในไรโซบอคที่เตรียมไว้ และหุ้มด้วยแผ่นพลาสติกสีดำทึบแสง เพื่อป้องกันไม่ให้แสงส่องผ่านเข้าไปที่ส่วนของรากเลียนแบบสภาพจริงในแปลงปลูก ดูแลรักษาภายใต้สภาพเรือนกระจก โดยให้ระบบน้ำอัตโนมัติวันละ 2 ครั้ง เช้าและเย็น หลังจากย้ายกล้ายางลงไรโซบอค 1 เดือน วัดการเจริญเติบโตทุก 2 สัปดาห์ เป็นเวลา 5 เดือน โดยใช้ปากกาเขียนแผ่นใสแบบถาวร วาดการเจริญของรากแต่ละครั้งบนแผ่นพลาสติกใสซึ่งทาบตรงบริเวณ

หน้าตัดของไรโซบอค ซึ่งจะกำหนดให้สีของปากกาที่ใช้วาดแต่ละครั้งแตกต่างกัน ทำการบันทึกข้อมูลของต้นกล้ายางพาราโคลนต่างๆตั้งแต่อายุ 6 เดือน เป็นระยะเวลา 6 เดือน โดยใช้แผ่น พลาสติกใสทาบลงบนแผ่นพลาสติกใสที่ทำการวาดการเจริญเติบโตของรากในช่วงเวลาต่างๆ โดยวาดตั้งแต่เริ่มต้น และวัดการเปลี่ยนแปลงทุกๆ 2 สัปดาห์ นำภาพการเจริญเติบโตที่ได้วิเคราะห์ความยาวรากด้วยโปรแกรม Rootfly Version 2.0.2 Copyright (C) 2005-2011 Clemson University ทำการบันทึกข้อมูลอื่นๆร่วมด้วย ได้แก่ วัดความสูงต้น นับจำนวน**ฉัตร** ส่วนการวัดความยาวราก เพื่อเปรียบเทียบการเจริญระหว่างส่วนยอดและส่วนราก เมื่อครบกำหนดะยะเวลา 5 เดือน หาค่าน้ำหนักสด และน้ำหนักแห้งสำหรับหาอัตราส่วนระหว่างยอดต่อราก (shoot/root ratio) เพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างสัดส่วนของส่วนยอด ซึ่งเป็นพื้นที่สังเคราะห์แสงต่อส่วนราก ซึ่งเป็นส่วนที่ดูดน้ำและธาตุอาหารจากดิน โดยตัดแยกส่วนระหว่างส่วนของยอดและรากออกจากกัน ใช้ระดับคอดินเป็นเกณฑ์ ล้างส่วนรากให้สะอาด นำทั้งสองส่วนไปอบที่อุณหภูมิ 65 องศา-เซลเซียส เป็นเวลา 48 ชั่วโมง แล้วชั่งเพื่อหาน้ำหนักแห้งเปรียบเทียบอัตราส่วนระหว่างยอดต่อราก

การทดลองชุดที่ 2

2.1 การทดสอบเบื้องต้นถึงวิธีการที่เหมาะสมในการศึกษาและประเมินความทนทานต่อโรครากขาว

ทำการเก็บรวบรวมเมล็ดยางพาราพันธุ์พื้นเมืองจากสถานที่ต่างๆ ในเขตจังหวัดสงขลา เมื่อต้นกล้าอายุประมาณ 3 เดือน คัดเลือกต้นกล้าที่มีความสมบูรณ์ และสม่ำเสมอ จำนวน 14 โคลนๆละ 4 ต้น (ตารางที่ 2) จำนวน 64 ต้น ลงปลูกในท่อซีเมนต์ ขนาดกว้าง 80 เซนติเมตร สูง 50 เซนติเมตร วางแผนการทดลองแบบ CRD หลังจากนั้นปล่อยให้ต้นกล้าเจริญเติบโต ประมาณ 2 เดือน จึงทำการใส่เชื้อโรครากขาว *(R. microporus)* ที่ได้จากการทดลองในห้องปฏิบัติการ ภาควิชาการจัดการศัตรูพืช คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ โดยเลี้ยงเชื้อลงในถุงก้อนเชื้อเห็ด จากนั้นนำก้อนเชื้อเห็ดที่มีเชื้อราสาเหตุของโรครากขาว ฝังบริเวณรากของต้นกล้า 1 ก้อนต่อต้นกล้า 2 ต้น และปลูกต้นยางโดยบรรจุดินผสมที่เตรียมไว้ (ดิน: แกลบ: ปุ๋ยคอก อัตราส่วน 3: 3: 2) ลงในท่อซีเมนต์ แล้วกลบดินให้มิดก้อนเชื้อและโคนต้น ดูแลและรดน้ำให้ความชื้นอย่างสม่ำเสมอทุกวัน หลังจากนั้นเริ่มตรวจสอบอาการ ทำการทดลองในสภาพโรงเรือน คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา

ตารางที่ 2 แหล่งที่มาของต้นกล้ายางพาราที่นำมาทดสอบในการทดลองชุดที่ 2

ชนิด	อักษรย่อ	สถานที่
ยางพาราพันธุ์พื้นเมือง	ElRpsu1	หน้าร้านขายยาเภสัช มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่ จ. สงขลา
	ElRpsu5	หน้าแฟลตอาจารย์ อาคาร 16 มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่ จ. สงขลา
	ElRpsu6	หน้าสำนักงานหน่วยอาคารสถานที่ และยานพาหนะ คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่ จ. สงขลา
	ElRpsu7	หน้าสนามแบดมินตัน มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่ จ. สงขลา
	ElRpsu9	หลังแปลงภาควิชา มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่ จ. สงขลา
	ElRp2	สวนสาธารณะเทศบาลนครหาดใหญ่ อ. หาดใหญ่ จ. สงขลา (เมล็ดเล็ก)
	ElRkhk1	สวนเกษตรกร ต. ทุ่งลาน อ. คลองหอยโข่ง จ. สงขลา
	ElRkhk2	สวนเกษตรกร แปลงที่ 1 ต. บ้านพรุ อ. หาดใหญ่ จ. สงขลา
	ElRkhk3	สวนเกษตรกร แปลงที่ 2 ต. บ้านพรุ อ. คลองหอยโข่ง จ. สงขลา
	ElRnam	สวนเกษตรกร ต. น้ำน้อย อ. หาดใหญ่ จ. สงขลา
	ElRut	สวนเกษตรกร ต. คลองอู่ตะเภา อ. หาดใหญ่ จ. สงขลา
ยางพาราพันธุ์แนะนำ	GT1sk	หน้าโรงงาน Top Glove Technology (Thailand) Co., Ltd. อ. สะเดา จ. สงขลา
	RRIM 600	สวนเกษตรกร อ. คลองหอยโข่ง จ. สงขลา

<u>การประเมินความต้านทาน</u>

2.1.1 การศึกษาระดับการทนทานโรคราก็ขาวของต้นกล้ายางพาราโคลนต่างๆ 16 โคลนโดยมีพันธุ์ RRIM 600 และ GT 1 เป็นพันธุ์เปรียบเทียบ ทำการบันทึกจำนวนต้นยางที่ใบร่วงและตาย หลังปลูกเชื้อ 90 150 และ 180 วัน จนกระทั่งต้นยางพาราตายและตรวจสอบลักษณะการเจริญของเส้นใยเชื้อราที่รากยางพารา การเข้าทำลายและการตอบสนองการเจริญเติบโตของราก โดยบันทึก จำนวนต้นที่เกิดโรคในแต่ละกลุ่ม

2.1.2 การศึกษาระดับความรุนแรงของโรครากขาวในยางพารา โดยการวัดระดับความรุนแรงของการเกิดโรคที่ประเมินด้วยสายตา โดยดัดแปลงจาก Kaewchai (2009) แบ่งออกเป็น 5 ระดับคะแนน ดังนี้

1 = ต้นสมบูรณ์ ไม่เกิดโรคหรือเกิดโรคเล็กน้อย ใบเขียว
2 = ใบเหลืองเล็กน้อย
3 = ใบเหลืองมาก ต้นเริ่มเหี่ยว
4 = ใบเหลืองมาก ต้นเหี่ยว ไม่เจริญเติบโต
5 = ใบร่วง ต้นเหี่ยวตาย

ทำการบันทึกข้อมูลทุก 7 วัน หลังจากนั้นนำข้อมูลมาคำนวณหาระดับความรุนแรงเฉลี่ยในการเกิดโรคของยางพาราในแต่ละโคลน จากสูตร

ระดับความรุนแรงเฉลี่ย = ระดับความรุนแรงที่ประเมินด้วยสายตาในแต่ละโคลน/จำนวนต้นทั้งหมด

การทดลองชุดที่ 3

3.1 การวิเคราะห์พันธุกรรมต้นกล้ายางพาราพันธุ์พื้นเมืองโดยใช้เครื่องหมายดีเอ็นเอ

3.1.1 การเก็บรวบรวมเมล็ดจากพันธุ์พื้นเมือง

เก็บรวบรวมตัวอย่างใบยางพาราพันธุ์พื้นเมือง ที่ขึ้นอยู่ในมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ และแหล่งอื่นๆในเขตจังหวัดทางภาคใต้ของประเทศไทย (ตารางที่ 3) นำมาสกัดดีเอ็นเอเพื่อเปรียบเทียบกับพันธุ์ปลูกหรือพันธุ์แนะนำ ทำการเก็บเมล็ดจากต้นดังกล่าว นำไปเพาะเพื่อใช้ในการศึกษาการเจริญและพัฒนาการของระบบรากต้นกล้าที่เหมาะสม

ตารางที่ 3 จำนวนตัวอย่าง และสถานที่ที่เก็บตัวอย่างของยางพาราพันธุ์พื้นเมือง และยางพาราพันธุ์แนะนำในการทดลองชุดที่ 3

ชนิด	อักษรย่อ	สถานที่
ยางพาราพันธุ์พื้นเมือง	EIRpsu6	หน้าสำนักงานหน่วยอาคารสถานที่ และยานพาหนะ คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่ จ. สงขลา
	EIRpsu8	คณะการจัดการสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่ จ. สงขลา
	EIRkan	สวนเกษตรกร ต. กันตัง อ. กันตัง จ. ตรัง
	EIRmark	สวนเกษตรกร ต. บางหมาก อ. กันตัง จ. ตรัง
	EIRsakra	สวนเกษตรกร ใกล้สระกะพังสุรินทร์ ต. ทับเที่ยง อ. เมือง จ. ตรัง
	EIRtr	สวนเกษตรกร ต. บางรัก อ. เมือง จ. ตรัง
	EIRws	บริเวณลานธรรมะ โรงเรียนวังวิเศษ อ. วังวิเศษ จ. ตรัง
	EIRwang	สวนเกษตรกร ต. วังคีรี อ. ห้วยยอด จ. ตรัง
	EIRdee	สวนเกษตรกร ต. บางดี อ. ห้วยยอด จ. ตรัง
	EIRhuai	สวนสาธารณะตำหนักรื่นรมย์ ต. ห้วยยอด อ. ห้วยยอด จ. ตรัง
ยางพาราพันธุ์แนะนำ	RRIM 600	สวนเกษตรกร อ. คลองหอยโข่ง จ. สงขลา
	GT1su	ศูนย์วิจัยยางสุราษฎร์ธานี

3.1.2 การสกัดดีเอ็นเอ (ทำเช่นเดียวกับหัวข้อ 1.1.2)

3.1.3 การศึกษาความแตกต่างระหว่างต้นกล้ายางพาราพันธุ์พื้นเมืองโดยการใช้เทคนิคอาร์เอพีดี (ทำเช่นเดียวกับหัวข้อ 1.1.3)

3.1.4 การวิเคราะห์ข้อมูล (ทำเช่นเดียวกับหัวข้อ 1.1.4)

3.2 การศึกษาพัฒนาการและการเจริญเติบโตของระบบรากต้นกล้ายางพันธุ์พื้นเมืองเมื่อมีการปลูกเชื้อราโรครากขาว

ทำการคัดเลือกต้นยางพาราพันธุ์พื้นเมือง และยางพาราพันธุ์แนะนำ อายุประมาณ3 เดือน คัดเลือกต้นกล้าที่มีความสมบูรณ์และสม่ำเสมอ โคลนละ 4 ต้น (ใช้พันธุ์ RRIM 600 1 โคลน และ GT 1 เป็นพันธุ์เปรียบเทียบ) การประเมินการเจริญเติบโตของรากยางพารา โดยปลูกในท่อพีวีซีขนาดหน้าตัดกว้าง 30.48 เซนติเมตร ยาว 119.38 เซนติเมตร ใช้แผ่นพลาสติกใสหนา 0.4 เซนติเมตร ขนาด30.48x119.38 เซนติเมตร ปิดตรงบริเวณรอยตัด และด้านล่างของท่อพีวีซีจะปิดด้วยแผ่นพลาสติกใสหนา 1 เซนติเมตร ซึ่งเจาะรูจำนวน 5 รู เพื่อให้สามารถระบายน้ำออก และที่ก้นท่อรองด้วยตาข่ายสีฟ้า บรรจุดินผสม (ดิน: แกลบ: ปุ๋ยคอก อัตราส่วน 3: 3: 2) ลงในไรโซบอคที่เตรียมไว้ แล้วใช้แผ่นพลาสติกทึบสีดำปิดทับบริเวณหน้าตัดเพื่อป้องกันไม่ให้แสงส่องผ่านเข้าไปที่ส่วนของราก จากนั้นนำไรโซบอค วางไว้ในสภาพเรือนกระจก คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา วางแผนการทดลองแบบ CRD 10 ซ้ำๆ ละ 1 ต้น มีการให้น้ำแบบระบบน้ำหยด หลังจากนั้นปล่อยให้ต้นเจริญเติบโต

ทำการเลี้ยงเชื้อราบนอาหาร PDA นาน 4-5 วัน เจาะด้วย cork borer 5 มิลลิเมตร ลงในจานเลี้ยงเชื้อ ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 9 เซนติเมตร ที่บรรจุอาหาร PDA ปริมาตร 20 มิลลิลิตร จากนั้นบ่มเชื้อที่อุณหภูมิห้อง นาน 4-5 วัน วางชิ้นไม้ที่มีขนาด 2.54×5.08 เซนติเมตร บนอาหารเลี้ยงเชื้อ นาน 5 วัน หรือจนกระทั่งเชื้อกระจายเต็มชิ้นไม้ เพื่อใช้ในการทดสอบต่อไป

เมื่อต้นกล้าอายุประมาณ 3 เดือนทำการปลูกเชื้อให้กับรากยางพารา โดยการนำชิ้นไม้ที่มีเชื้อราเจริญปกคลุม มาวางบริเวณโคนต้นยางที่ปลูกในไรโซบอค กดชิ้นไม้ให้ฝังลึกลงไปในดินจนมิด ชิ้นไม้ ใช้ชิ้นไม้จำนวน 8 ชิ้นต่อต้น หลังจากนั้นปล่อยให้พืชเจริญเติบโต และทำการบันทึกการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้น ทั้งบริเวณส่วนรากและส่วนยอด

<u>การบันทึกผล</u>

1. หลังปลูกเชื้อ 1 เดือน ทุกๆ 2 สัปดาห์ เป็นเวลา 3 เดือน (มิ.ย.-ก.ย.) ตรวจสอบการเจริญของเส้นใยเชื้อราที่รากยางพาราและการเข้าทำลาย โดยดูที่หน้าตัดของไรโซบอค ที่ระดับความลึกเป็น 6 ระดับคือ 0-15 15-30 30-45 45-60 60-75 และ 75-90 เซนติเมตร ตามลำดับ เพื่อดูการเข้าทำลายและการตอบสนองทางการเจริญเติบโตของราก
2. ทำการวัดการเจริญเติบโตของต้นยางที่เจริญในไรโซบอคหลังปลูกเชื้อโดยบันทึกข้อมูลดังนี้ ความสูงต้น จำนวนก้านใบ/ต้น เส้นรอบวงที่ระดับความสูง 15 เซนติเมตรเหนือดิน
3. การประเมินความทนทานโรครากขาว โดยให้ระดับคะแนน 0-4
4. การประเมินความทนทานต่อโรครากขาวในแปลงปลูกทำโดยคัดเลือกบางพันธุ์จากการทดลองในเรือนกระจก นำไปปลูกในแปลงที่มีการระบาดของโรครากขาว

หมายเหตุ การทดลองนี้ได้ปรับปรุงวิธีการในการปลูกเชื้อ โดยเลี้ยงเชื้อบนชิ้นไม้ยางแทนที่จะใช้แบบถุงเห็ดเหมือนการทดลองที่ 2 เพื่อปรับปรุงประสิทธิภาพและความเหมาะสมในการปฏิบัติงาน เนื่องจากในการทดลองที่ 3 ทดลองในท่อพีวีซีผ่าครึ่งจึงไม่สะดวกในการใช้ก้อนเพาะเห็ด นอกจากนี้ในการประเมินผลได้ปรับเปลี่ยนวิธีการในการประเมินผล เปลี่ยนจาก 1-5 มาเป็น 0-4 โดยยังคงระดับการประเมินเป็น 5 ช่วงเช่นเดิม

3.3. การทดสอบการทนทานโรครากขาวในแปลงปลูก

คัดเลือกต้นกล้าจากโคลนที่มีความทนทานต่อโรครากขาวจากการทดลองที่ 2 และ 3 จำนวน 2 โคลน คือ EIRpsu6 หน้าสำนักงานหน่วยอาคารสถานที่และยานพาหนะ คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่ จ. สงขลา และ EIRpsu8 คณะการจัดการสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์วิทยา เขตหาดใหญ่ จ. สงขลา ไปปลูกทดสอบในแปลงที่มีการระบาดของโรคที่ อ. หลังสวน จ. ชุมพร โดยเปรียบเทียบกับพันธุ์อ่อนแอ คือ EIRpsu1 หน้าร้านขายยาเภสัช มหาวิทยาลัย-สงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่ จ. สงขลา และ RRIM 600 ทำการปลูกในดินและขุดหน้าตัดดินลึกประมาณ 1 เมตรเพื่อฝังบล็อคอะคิลิกใสให้สามารถหย่อนกล้องลงไป (ภาพที่ 1) สำหรับการถ่ายภาพระบบรากได้ เพื่อดูพัฒนาการของรากและเชื้อรา โดยปลูกต้นกล้ายางพาราโคลนละ 4 ซ้ำๆ ละ 1 ต้น

ภาพที่ 1 การปลูกต้นกล้าในแปลงที่เป็นโรคและวัดการเจริญและพัฒนาการของรากและการเข้าทำลายของเชื้อโดยหย่อนกล้องลงไปในบล็อกอะคิลิก

ผลการทดลอง

การทดลองชุดที่ 1

1. 1 การเก็บรวบรวมยางพาราพันธุ์พื้นเมืองในภาคใต้

จากการสำรวจและสอบถามจากชาวบ้าน และเจ้าหน้าที่จากสำนักงานกองทุนสงเคราะห์การทำสวนยาง จึงทำการเก็บตัวอย่างเมล็ดของต้น (โคลน) จากแหล่งต่างๆ ในชุดที่ 1 ทำการเก็บเมล็ดจาก 19 แหล่ง (จำนวนนี้รวม RRIM 600, GT1 และPB 5/51 แล้ว) ดังแสดงในตารางที่ 1 ในเบื้องต้นเป็นการศึกษาการจำแนกพันธุ์โดยใช้เครื่องหมาย RAPD ผลการทดลองกับเมล็ดยางดั้งเดิมชุดที่ 1 มีรายละเอียดดังต่อไปนี้

1.1.1 การคัดเลือกไพรเมอร์ที่ให้แถบดีเอ็นเอที่แตกต่างกันระหว่างตัวแทนประชากรยาง พารา โดยเครื่องหมายอาร์เอพีดี

การทดสอบเบื้องต้นเพื่อหาไพรเมอร์ที่สามารถแยกความแตกต่างของแถบดีเอ็นเอระหว่างยางพาราพันธุ์แนะนำ 3 โคลน คือ RRIM 600, PB5/51 และ GT1 ตัวอย่างละ 1 ต้น โดยทดสอบกับไพรเมอร์ขนาด 10 คู่เบส นำมาเพิ่มปริมาณดีเอ็นเอแบบสุ่ม โดยปฏิกิริยาพีซีอาร์ จากการดลองพบว่า ไพรเมอร์ที่ให้ความแตกต่างอย่างชัดเจน จำนวน 7 ไพรเมอร์ คือ คือ OPB-17, OPR-02, OPR-11, OPZ-4, OPAD-01, OPAD-10 และ OPAD-12 และให้ความแตกต่างไม่ชัดเจนจำนวน 1 ไพรเมอร์ คือ OPN-16 (ตารางที่ 4) จากนั้นนำไพรเมอร์ทั้ง 7 มาทดสอบเพิ่มปริมาณดีเอ็นอของยางพาราที่จะคาดว่าจะเป็นพันธุ์พื้นเมืองและพันธุ์แนะนำจากแหล่งปลูกทางภาคใต้ดังที่กล่าวมาข้างต้น รวมทั้งหมด 76 ต้น จากการทดสอบพบว่า ให้แถบดีเอ็นเอทั้งหมด 85 แถบ เฉลี่ย 12.14 แถบต่อไพรเมอร์ เป็นแถบดีเอ็นเอที่มีขนาดแตกต่างกัน 61 แถบ (71.76%) และ 24 แถบ (28.24%) เป็นแถบดีเอ็นเอที่ไม่มีความแตกต่างกัน ไพรเมอร์ OPAD-01 มีจำนวนแถบดีเอ็นเอสูงสุด จำนวน 16 แถบ ไพรเมอร์ OPR-02 มีจำนวนแถบดีเอ็นเอน้อยที่สุด จำนวน 9 แถบ (ตารางที่ 5)

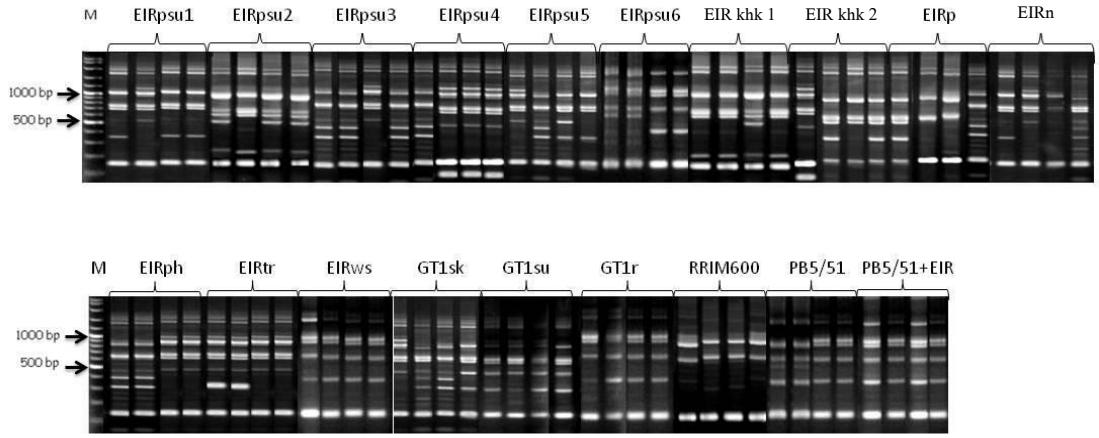
ตารางที่ 4 รูปแบบดีเอ็นเอที่ได้จากการคัดเลือกไพรเมอร์จำนวน 48 ไพรเมอร์

DNA patterns	No. of primers	(%)
Polymorphic	7	14.58
Monomorphic	24	50
Not clear	1	2.08
Unamplifiable	16	33.34
Total	48	

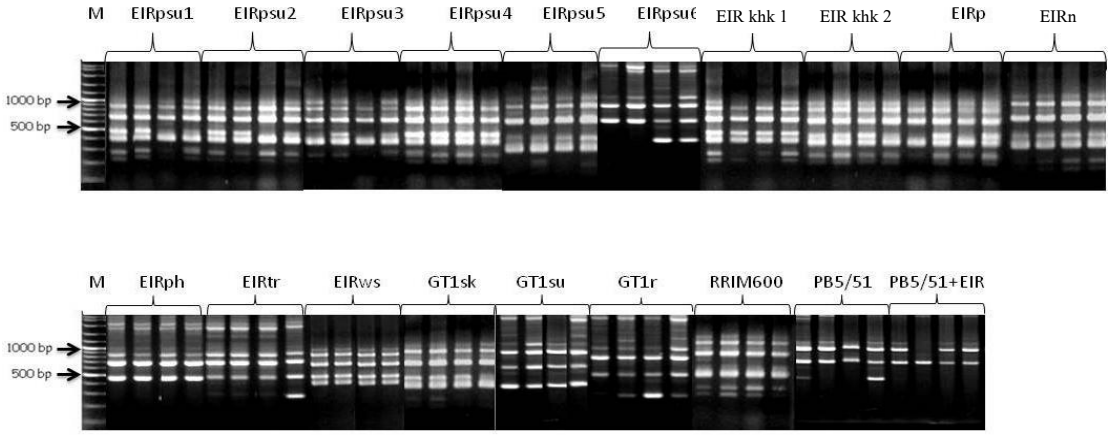
ตารางที่ 5 ชนิดของไพรเมอร์ที่คัดเลือก ลำดับเบส จำนวนแถบดีเอ็นเอทั้งหมด จำนวนแถบดีเอ็นเอที่เหมือนกัน และจำนวนแถบดีเอ็นเอที่เหมือนกัน และจำนวนแถบดีเอ็นเอที่มีความแตกต่างกันจากการใช้เทคนิคอาร์เอพีดีในยางพารา

Primer	Sequence (5'≫ 3')	Amplified fragments	Monomorphic fragments	Polymorphic fragments	Polymorphism (%)
OPB-17	AGGGAACGAG	12	3	9	75
OPR-02	CACAGCTGCC	9	1	8	88.88
OPR-11	GTAGCCGTCT	12	2	10	83.33
OPZ-04	AGGCTGTGCT	12	1	11	91.66
OPAD-01	CAAAGGGCGG	16	10	6	60
OPAD-10	AAGAGGCCAG	10	3	7	70
OPAD-12	AAGAGGGCGT	14	4	10	71.43
Total		85	24	61	

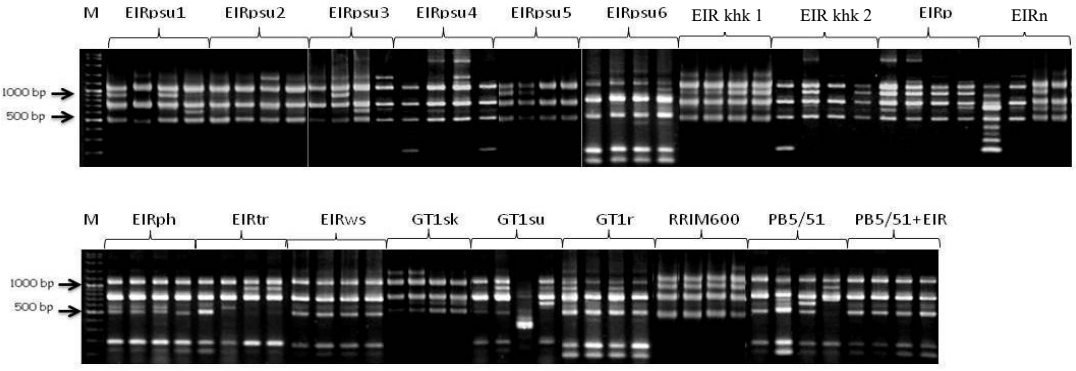
รูปแบบดีเอ็นเอที่ได้จากการทำอาร์เอพีดี-พีซีอาร์ แต่ละไพรเมอร์ มีความแตกต่างกันในยางพาราพันธุ์แนะนำต่างๆ และยางพาราพันธุ์พื้นเมือง โดยไพรเมอร์ OPB-17 ให้แถบดีเอ็นเอที่พิ่มประมาณได้ทั้งหมด 12 แถบ เป็นแถบที่มีความแตกต่าง จำนวน 9 แถบ (ภาพที่ 2) ไพรเมอร์ OPR-02 ให้แถบดีเอ็นเอที่มีความแตกต่างจำนวน 8 แถบ จากทั้งหมด 9 แถบ (ภาพที่ 3) ไพรเมอร์ OPR-11 ให้แถบดีเอ็นเอที่เพิ่มปริมาณได้ทั้งหมด 12 แถบ เป็นแถบที่มีความแตกต่างจำนวน 10 แถบ (ภาพที่ 4) ไพรเมอร์ OPZ-04 ให้แถบดีเอ็นเอที่เพิ่มปริมาณได้ทั้งหมด 12 แถบ เป็นแถบที่พบความแตกต่าง จำนวน 11 แถบ (ภาพที่ 5) ไพรเมอร์ OPAD-01 ให้แถบดีเอ็นเอที่เพิ่มปริมาณได้ทั้งหมด 16 แถบ เป็นแถบที่มีความแตกต่างจำนวน 6 แถบ (ภาพที่ 6) ไพรเมอร์ OPAD-10 ให้แถบดีเอ็นเอที่เพิ่มปริมาณทังหมด 10 แถบ เป็นแถบที่พบความแตกต่างจำนวน 7 แถบ (ภาพที่ 7) ไพรเมอร์ OPAD-12 ให้แถบดีเอ็นเอที่เพิ่มปริมาณได้ทั้งหมด 14 แถบ เป็นแถบที่มีความแตกต่างจำนวน 10 แถบ (ภาพที่ 8)



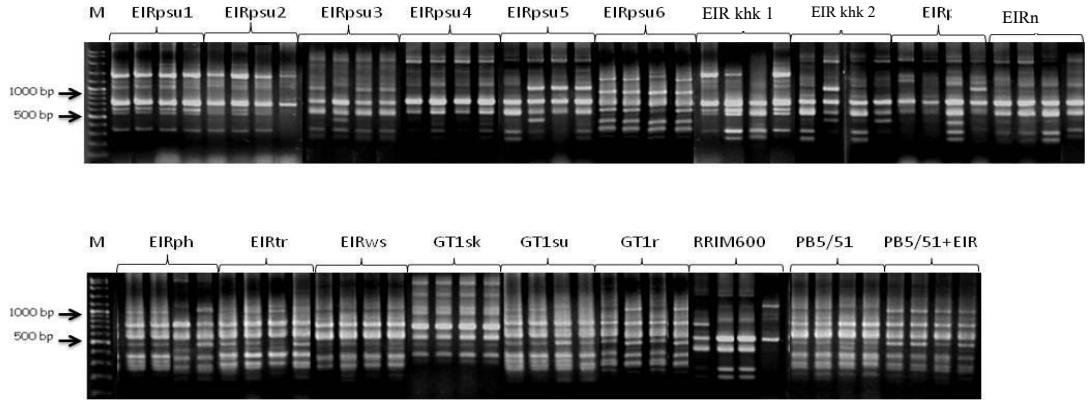
ภาพที่ 2 รูปแบบของแถบดีเอ็นเอของตัวอย่างยางพาราจากเทคนิคอาร์เอพีดี เมื่อใช้ไพรเมอร์ OPB-17 M คือ DNA Ladder ขนาด 100 คู่เบส



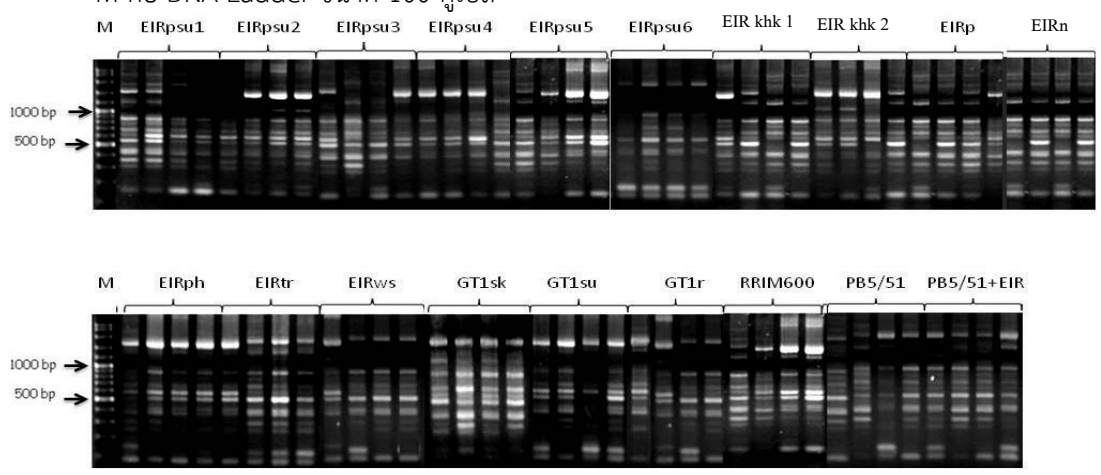
ภาพที่ 3 รูปแบบของแถบดีเอ็นเอของตัวอย่างยางพาราจากเทคนิคอาร์เอพีดี เมื่อใช้ไพรเมอร์ OPR-02 M คือ DNA Ladder ขนาด 100 คู่เบส



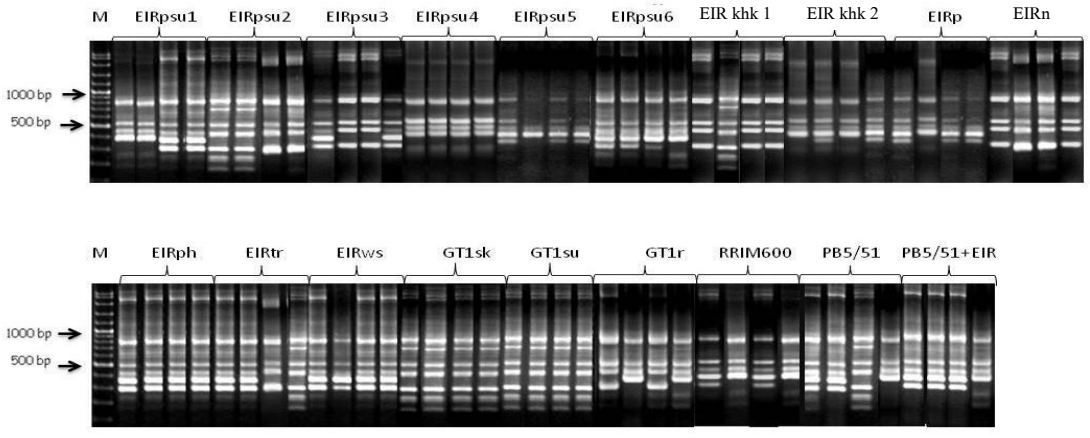
ภาพที่ 4 รูปแบบของแถบดีเอ็นเอของตัวอย่างยางพาราจากเทคนิคอาร์เอพีดี เมื่อใช้ไพรเมอร์ OPR-11 M คือ DNA Ladder ขนาด 100 คู่เบส



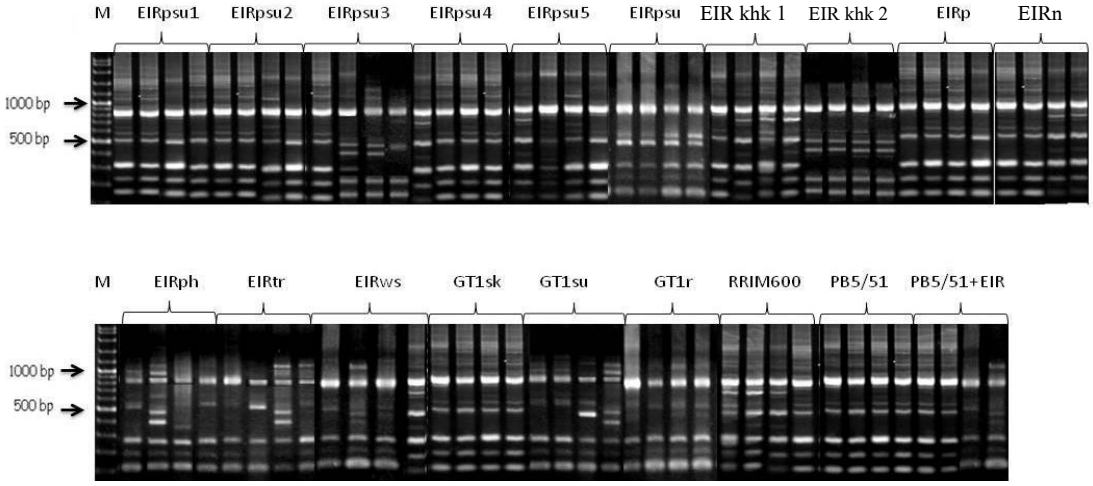
ภาพที่ 5 รูปแบบของแถบดีเอ็นเอของตัวอย่างยางพาราจากเทคนิคอาร์เอพีดี เมื่อใช้ไพรเมอร์ OPZ-04 M คือ DNA Ladder ขนาด 100 คู่เบส



ภาพที่ 6 รูปแบบของแถบดีเอ็นเอของตัวอย่างยางพาราจากเทคนิคอาร์เอพีดี เมื่อใช้ไพรเมอร์ OPAD-01 M คือ DNA Ladder ขนาด 100 คู่เบส



ภาพที่ 7 รูปแบบของแถบดีเอ็นเอของตัวอย่างยางพาราจากเทคนิคอาร์เอพีดี เมื่อใช้ไพรเมอร์ OPAD-10 M คือ DNA Ladder ขนาด 100 คู่เบส



ภาพที่ 8 รูปแบบของแถบดีเอ็นเอของตัวอย่างยางพาราจากเทคนิคอาร์เอพีดี เมื่อใช้ไพรเมอร์ OPAD-12 M คือ DNA Ladder ขนาด 100 คู่เบส

การวิเคราะห์ความสัมพันธ์และความใกล้ชิดทางพันธุกรรมจากการใช้เทคนิคอาร์เอพีดี

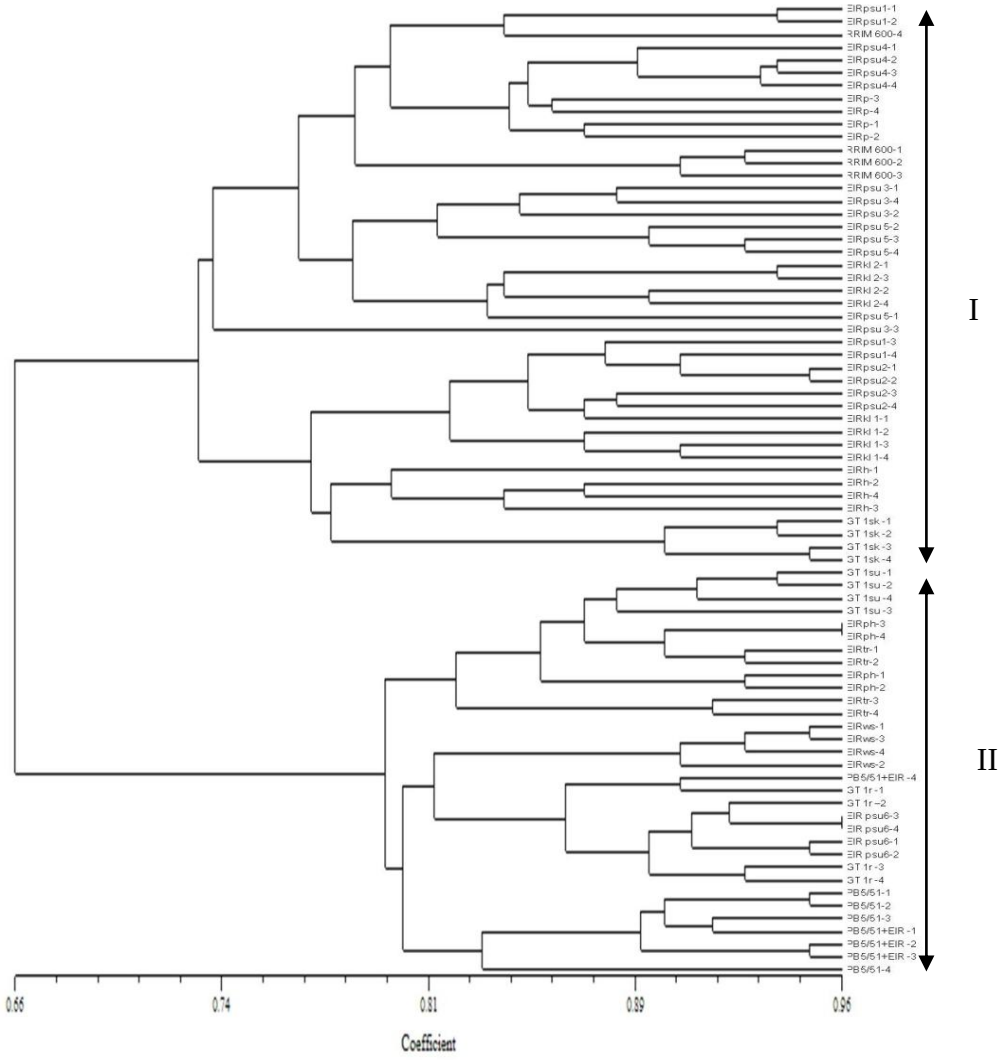
จากกการศึกษาความใกล้ชิดทางพันธุกรรมของยางพาราพันธุ์พื้นเมือง และยางพาราพันธุ์แนะนำ ซึ่งยางพาราพันธุ์แนะนำ ได้แก่ RRIM 600, GT1sk, GT1su, GT1r, PB5/51, และ PB5/51+EIR ส่วนยางพาราพันธุ์พื้นเมือง ได้แก่ EIRpsu1, EIRpsu2, EIRpsu3, EIRpsu4, EIRpsu5, EIRpsu6, EIRkhk1, EIRkhk2, EIRp, EIRn, EIRtr และ EIRws โดยใช้แถบดีเอ็นเอที่ได้จากการวิเคราะห์ด้วยเทคนิคอาร์เอพีดีทั้งหมด 85 แถบ นำไปวิเคราะห์หาความสัมพันธ์และความใกล้ชิดทางพันธุกรรม ด้วยการวิเคราะห์ UPGMA cluster analysis หาค่า Similarity coefficient ของ Jaccard โดยโปรแกรม NTSYS ผลจากการวิเคราะห์หาค่าดัชนีความใกล้ชิดทางพันธุกรรม ของยางพาราพันธุ์แนะนำ และยางพาราพันธุ์พื้นเมืองจากแหล่งต่างๆ ในจังหวัดสงขลา สุราษฎร์ธานี ตรัง และระนอง สามารถแบ่งกลุ่มได้เป็น 2 กลุ่มใหญ่ (ภาพที่ 9) ดังนี้

กลุ่มที่ 1 กลุ่มยางพาราพันธุ์ RRIM 600 กลุ่มยางพาราพันธุ์พื้นเมืองภายในมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่ จ. สงขลา บริเวณหน้าร้านขายยาเภสัช (EIRpsu1) จำนวน 2 ตัวอย่าง จากทั้งหมด 4 ตัวอย่าง บริเวณลานข้างซุ้ม รปภ. ทางเข้าประตูหน้า (EIRpsu3) บริเวณหลังแปลง ภาควิชาพืชศาสตร์ (EIRpsu4) และบริเวณหน้าแฟลตอาจารย์อาคาร 16 (EIRpsu5) กลุ่มยางพาราพันธุ์พื้นเมืองจากสวนสาธารณะเทศบาล นครหาดใหญ่ จ. สงขลา (EIRp) และกลุ่มยางพาราพันธุ์พื้นเมืองจากสวนเกษตรกรแปลงที่ 1 ต. บ้านพรุ อ. หาดใหญ่ จ. สงขลา (EIRkhk3) กลุ่มยางพาราพันธุ์พื้นเมืองภายในมหาวิทยาลัยสงลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่ จ. สงขลา บริเวณหน้าร้านขายยาเภสัช (EIRpsu) จำนวน 2 ตัวอย่างจากทั้งหมด 4 ตัวอย่าง กลุ่มยางพาราพันธุ์พื้นเมืองภายในมหาวิทยาลัยสงลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่ จ. สงขลา บริเวณธรรมสถาน (EIRpsu2) และกลุ่มยางพาราพันธุ์พื้นเมืองจากสวนเกษตรกร ต. ทุ่งลาน อ. คลองหอยโข่ง จ. สงขลา (EIRkhk1) กลุ่มยางพาราพันธุ์พื้นเมืองจากวัดภูเขาล้อม ต. นาหม่อม อ. นาหม่อม จ. สงขลา (EIRn) และกลุ่มยางพาราพันธุ์ GT1 บริเวณหน้าบริษัท Top Glove Technology (Thailand) Co., Ltd. อ. สะเดา จ. สงขลา (GT1sk)

กลุ่มที่ 2 กลุ่มยางพาราพันธุ์ GT1 จาก จ. สุราษฎร์ธานี (GT1su) กลุ่มยางพาราพันธุ์พื้นเมืองจากพิพิธภัณฑ์พระยารัษฎานุประดิษฐ์มหิศรภักดี ต. กันตัง อ. กันตัง จ. ตรัง (EIRph) และกลุ่มยางพาราพันธุ์พื้นเมืองจากสวนเกษตรกร ต. บางรัก อ. เมือง จ. ตรัง (Eltr) กลุ่มยางพาราพันธุ์ GT1 จากสวนเกษตรกร อ. ละอุ่น จ. ระนอง (GT1r) กลุ่มยางพาราพันธุ์ PB 5/51 จากสวนเกษตรกร ต. บางดี อ. ห้วยยอด จ. ตรัง

(PB5/51) กลุ่มยางพาราพันธุ์ PB 5/51 ปลูกร่วมกับยางพาราพันธุ์พื้นเมือง จากสวนเกษตรกร อ. ห้วยยอด จ. ตรัง ปลูกร่วมกับพันธุ์ PB5/51 (PB5/51+EIR) กลุ่มยางพาราพันธุ์พื้นเมืองจากบริเวณลานธรรมะ โรงเรียนวังวิเศษ อ. วังวิเศษ จ. ตรัง (EIRws) และกลุ่มยางพาราพันธุ์พื้นเมืองภายในมหาวิทยาลัยสงลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่ จ. สงขลา บริเวณหน้าสำนักงานหน่วยอาคารสถานที่ และยานพาหนะ คณะทรัพยากรธรรมชาติ (EIRpsu6)

ผลการวิเคราะห์ค่าดัชนีความใกล้ชิดทางพันธุกรรมของตัวแทนยางพาราพันธุ์แนะนำ และพันธุ์พื้นเมืองจำนวน 19 โคลน มีค่าอยู่ในช่วง 0.4941 - 0.9647 โดยมีค่าเฉลี่ย เท่ากับ 0.7226 และเมื่อวิเคราะห์ดัชนีความใกล้ชิดทางพันธุกรรมของต้นกล้าจากแหล่งเดียวกัน หรือต้นกล้าที่ได้จากต้นแม่เดียวกันเพื่อดูความแปรปรวนของต้นกล้า เนื่องจากไม่ทราบแหล่งที่มาของละอองเกสร พบว่า ความแปรปรวนทางพันธุกรรมมากที่สุดอยู่ที่ต้นกล้าจากโคลน EIRkhk2 ดัชนีความใกล้ชิดทางพันธุกรรมมีค่า 0.7765-0.9294 ส่วนความแปรปรวนของต้นกล้าจากโคลน EIRpsu6, EIRkhk1 และ PB 5/51 (0.8824-0.9529) (ตารางที่6)



ภาพที่ 9 เดนโดรแกรมแสดงความสัมพันธ์ของตัวแทนยางพาราพันธุ์แนะนำและพันธุ์พื้นเมือง จำนวน 19 โคลน จากการใช้เทคนิคอาร์เอพีดีด้วยไพรเมอร์จำนวน 7 ไพรเมอร์

ตารางที่ 6 ค่าดัชนีความใกล้ชิดทางพันธุกรรมของตัวแทนประชากรยางพาราพันธุ์พื้นเมืองและแนะนำ จำนวน 19 โคลน จากจังหวัดสงขลา ตรัง สุราษฎร์ธานี และระนอง จากการใช้เทคนิคอาร์เอพีดี

โคลน/ต้น	ช่วงค่าดัชนีความใกล้ชิดทางพันธุกรรมภายในกลุ่มต้นกล้า	ค่าเฉลี่ยดัชนีความใกล้ชิดทางพันธุกรรมภายในกลุ่มต้นกล้า
EIRpsu1	0.8235-0.9529	0.8804
EIRpsu2	0.8471-0.9525	0.8824
EIRpsu3	0.8118-0.9294	0.8745
EIRpsu4	0.8471-0.9294	0.8961
EIRpsu5	0.8471-0.9412	0.9092
EIRpsu6	0.8824-0.9529	0.9157
EIRkhk1	0.8824-0.9529	0.9216
EIRkhk2	0.7765-0.9294	0.8725
EIRp	0.8706-0.9647	0.9078
EIRn	0.7647-0.8706	0.8255
EIRph	0.8353-0.8706	0.8529
EIRtr	0.8235-0.9412	0.8667
EIRws	0.8353-0.9059	0.8706
GT1sk	0.9059-0.9647	0.9353
GT1su	0.8235-0.9294	0.8686
GT1r	0.8706-0.9412	0.9137
RRIM 600	0.7765-0.8824	0.8294
PB 5/51	0.8824-0.9529	0.8908
PB 5/51+EIR	0.8000-0.9412	0.8549

1.2 การศึกษาการเจริญเติบโตของระบบรากและพัฒนาการต้นกล้ายางพารา

1.2.1 ศึกษาการเจริญเติบโตของระบบรากต้นกล้ายางพารา

หลังจากทำการย้ายปลูกกล้ายางพารา 19 โคลน ลงในกระบะเพาะไรโซบอค (ภาพที่ 10) และทำการศึกษาการเจริญเติบโต และความหนาแน่นของระบบรากที่ระดับความลึก 0-100 เซนติเมตร เป็นระยะเวลา 5 เดือน (ภาพที่ 11) พบว่า ค่าเฉลี่ยความยาวรากต่อโคลน ในยางพาราพันธุ์พื้นเมืองจากแปลงเกษตรกร ต. บางรัก จ. ตรัง (EIRtr) มีค่าสูงสุด คือ 211.07 เซนติเมตร รองลงมาคือ ยางพาราพันธุ์พื้นเมืองจากสวนสาธารณะ เทศบาลนครหาดใหญ่ จ. สงขลา (EIRp) มีค่าเฉลี่ยความยาวรากต่อโคลน คือ 208.77 เซนติเมตร และ ยางพาราพันธุ์พื้นเมือง จากลานธรรมะ โรงเรียนวังวิเศษ อ. วังวิเศษ จ. ตรัง (EIRws) มีค่าเฉลี่ยความยาวรากต่อโคลน คือ 200.99 เซนติเมตร ส่วนยางพาราพันธุ์แนะนำที่มีการเจริญเติบโตดีที่สุด คือ ยางพาราพันธุ์ GT1 จาก จ.สุราษฎร์ธานี (GT1su) และมีค่าเฉลี่ยความยาวรากต่อโคลนสูงสุด คือ 235.69 เซนติเมตร รองลงมาคือ ยางพาราพันธุ์ PB5/51 จาก ต. บางดี อ. ห้วยยอด จ. ตรัง (PB 5/51) และยางพาราพันธุ์ GT1 จาก อ. ละอุ่น จ. ระนอง (GT1r) ซึ่งมีค่าเฉลี่ยความยาวรากต่อโคลนเท่ากับ 192.51 เซนติเมตร 170.12 เซนติเมตร ตามลำดับ และยางพาราพันธุ์ RRIM 600 ที่เป็นพันธุ์ควบคุม มีค่าความยาวรากรวมเฉลี่ยต่อโคลนเท่ากับ 77.26 เซนติเมตร

นอกจากนี้ยังพบว่าการเจริญเติบโตและความหนาแน่นของระบบรากยางพาราพันธุ์พื้นเมือง และพันธุ์แนะนำ เจริญได้ดีที่สุดที่ระดับความลึก 20-40 เซนติเมตรจากผิวดิน ได้แก่ บริเวณหน้าร้านขายยาเภสัชมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่ จ. สงขลา (EIRpsu1), บริเวณธรรมสถาน มหาวิทยาลัย-สงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่ จ. สงขลา (EIRpsu2), หลังแปลงภาควิชาพืชศาสตร์ มหาวิทยาลัย-สงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่ จ. สงขลา (EIRpsu4), หน้าแฟลตอาจารย์ อาคาร 16 มหาวิทยาลัย-สงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่ จ. สงขลา (EIRpsu5), หน้าสำนักงานหน่วยอาคารสถานที่

ภาพที่ 10 ต้นยางที่ปลูกในไรโซตรอนเพื่อศึกษาการเจริญเติบโตของระบบราก

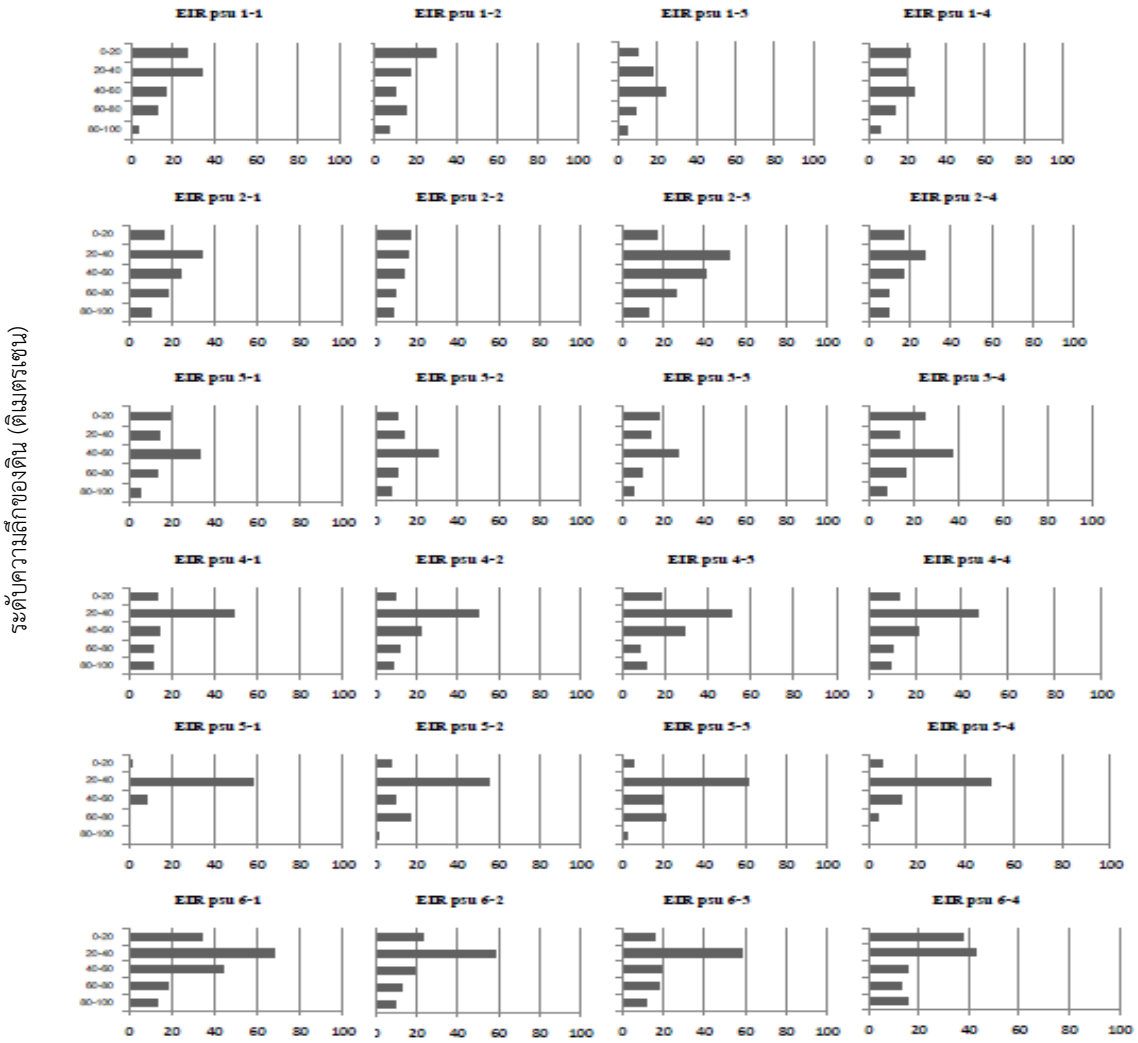
ภาพที่ 11 การพัฒนาการของระบบรากของยางพาราที่ปลูกในไรโซตรอน

และยานพาหนะ คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่ จ. สงขลา (EIRpsu6), สวนเกษตรกร ต. ทุ่งลาน อ. คลองหอยโข่ง จ. สงขลา (EIRkhk1), สวนเกษตรกร แปลงที่ 1

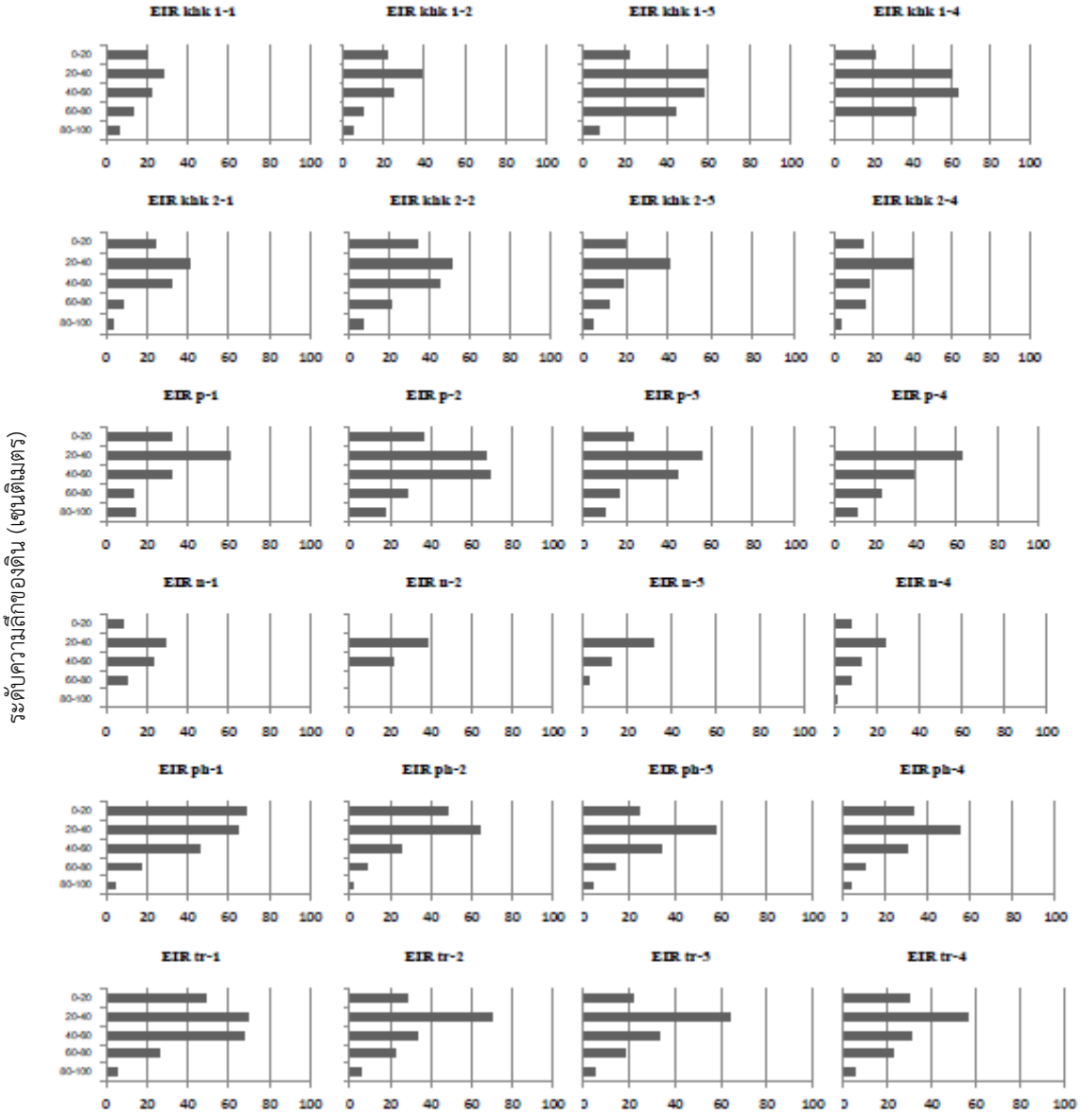
ต. บ้านพรุ อ. หาดใหญ่ จ. สงขลา (EIRkhk2), สวนสาธารณะเทศบาล นครหาดใหญ่ อ. หาดใหญ่ จ. สงขลา (EIRp), วัดภูเขาล้อม อ. หาดใหญ่ จ. สงขลา (EIRn), สวนเกษตรกร อ. เมือง จ. ตรัง (EIRtr), บริเวณลานธรรมะ โรงเรียนวังวิเศษ อ. วังวิเศษ จ. ตรัง (EIRws), สวนเกษตรกร อ. ห้วยยอด จ. ตรัง ปลูกร่วมกับพันธุ์ PB 5/51 (PB 5/51+EIR), ยางพาราพันธุ์ GT1 จากหน้าโรงงาน Top Glove Technology (Thailand) Co., Ltd. อ. สะเดา จ. สงขลา (GT1sk) และยางพาราพันธุ์ GT1 จาก จ. สุราษฎร์ธานี (GT1su) ส่วนในยางพาราบางพันธุ์ รากจะมีการเจริญเติบโตได้ดีที่ระดับความลึก 40-60 เซนติเมตร ได้แก่ บริเวณลานข้างซุ้ม รปภ.บริเวณทางเข้าประตูหน้า มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่ จ. สงขลา (EIRpsu3) พันธุ์ GT1 จาก จ. ระนอง และ PB5/51 ที่มีความหนาแน่นใกล้เคียงกัน ที่ระดับความลึก 20-40 เซนติเมตร และ 40-60 เซนติเมตร และมีเพียงต้นกล้าจาก EIR ph เพียงชุดเดียวที่พบความหนาแน่นของรากมาก ที่ระดับ 60-80 เซนติเมตร ส่วนพันธุ์ RRIM 600 มีการเจริญเติบโตดีที่ระดับความลึก 20-60 เซนติเมตร และที่ระดับความลึก 80-100 เซนติเมตร มีการเจริญเติบโตของราก และความหนาแน่นของระบบรากต่ำสุด

หากพิจารณาถึงการเจริญเติบโตของรากในแต่ละต้นของแต่ละโคลน พบว่า อย่างน้อยต้องมี 2 ต้นในแต่ละโคลนที่มีความหนาแน่นและการเจริญเติบโตของรากได้ดีในช่วงระดับความลึกเดียวกัน ส่วนใหญ่ในโคลนเดียวกันมีความหนาแน่นและการเจริญเติบโตของรากดีในช่วงระดับความลึกเดียวกันทุกต้น (ภาพที่ 12, 13 และ 14)

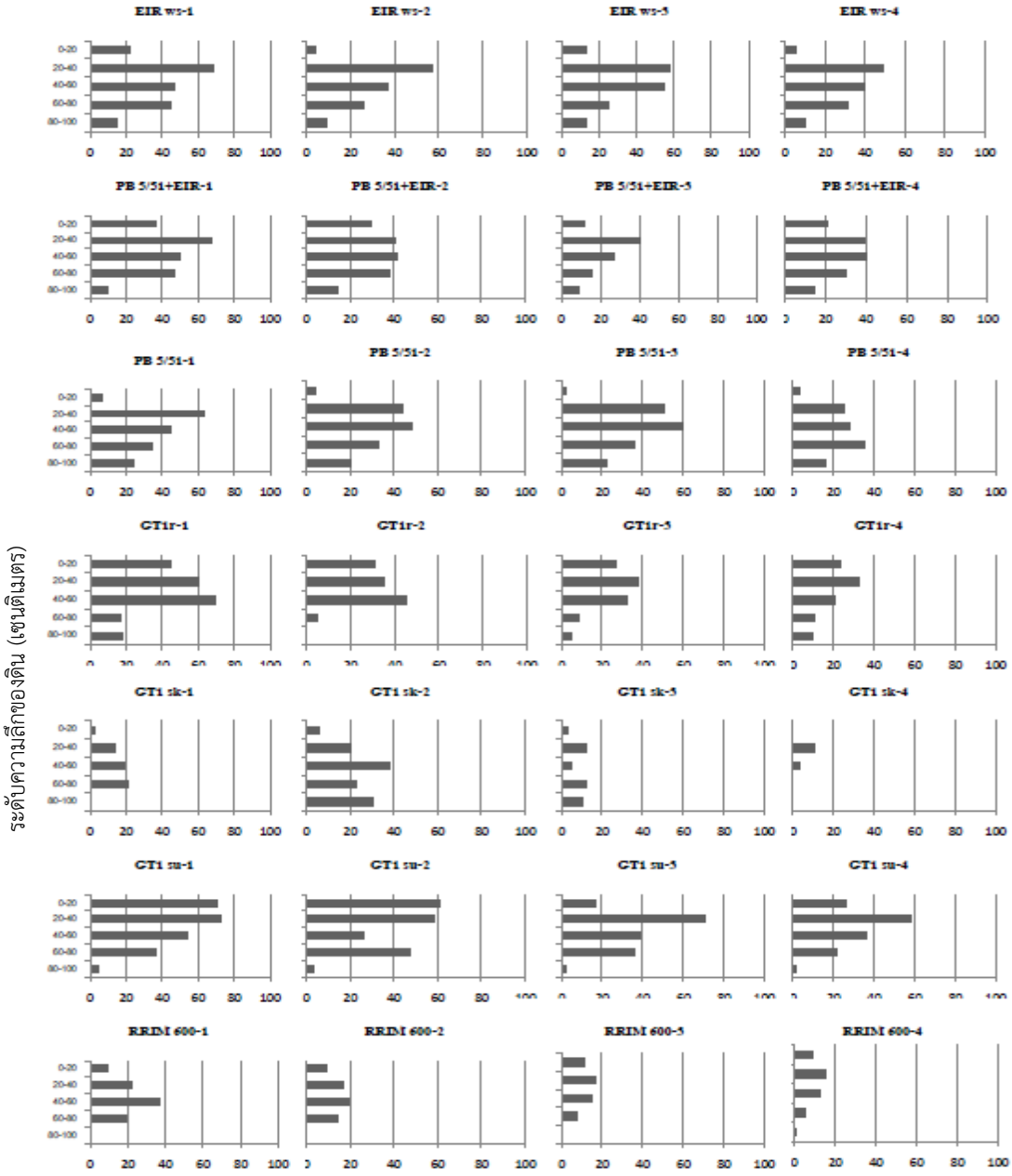
.



ภาพที่ 12 เปรียบเทียบการเจริญเติบโตของรากต้นกล้ายางพาราพันธุ์พื้นเมืองที่ปลูกในไรโซบอคระยะเวลา 5 เดือน จากแหล่งต่างๆภายในมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ อ. หาดใหญ่ จ. สงขลา



ภาพที่ 13 เปรียบเทียบการเจริญเติบโตของต้นกล้ารากยางพาราพันธุ์พื้นเมืองที่ปลูกในไรโซบอคระยะเวลา 5 เดือน จากแหล่งต่างๆ ในจังหวัดสงขลา และจังหวัดตรังดังนี้ สวนเกษตรกร สวนเกษตรกร ต. ทุ่งลาน อ. คลองหอยโข่ง จ. สงขลา (EIRkhk1), สวนเกษตรกร แปลงที่ 1 ต. บ้านพรุ อ. หาดใหญ่ จ. สงขลา (EIRkhk2), สวนสาธารณะ เทศบาลนครหาดใหญ่ อ. หาดใหญ่ จ. สงขลา (EIRp), วัดภูเขาล้อม อ. หาดใหญ่ จ. สงขลา (EIRn), บ้านพระยารัษฎานุประดิษฐ์ อ. กันตัง จ. ตรัง (EIRph) และสวนเกษตรกร อ. เมือง จ. ตรัง (EIRtr)



ภาพที่ 14 เปรียบเทียบการเจริญเติบโตของต้นกล้ารากยางพาราพันธุ์พื้นเมืองและพันธุ์แนะนำที่ปลูกในไรโซบอค ระยะเวลา 5 เดือน จาก จ. ตรัง, จ. สงขลา, จ. สุราษฎร์ธานี และ จ. ระนอง ดังนี้ บริเวณลานธรรมะ โรงเรียนวังวิเศษ อ. วังวิเศษ จ. ตรัง (EIRws), สวนเกษตรกร อ. ห้วยยอด จ. ตรัง ปลูกร่วมกับพันธุ์ PB 5/51 (PB 5/51+EIR), ยางพาราพันธุ์ PB 5/51 จาก ต. บางดี อ. ห้วยยอด จ. ตรัง (PB 5/51), ยางพาราพันธุ์ GT1 จาก อ. สะเดา จ. สงขลา (GT1sk), ยางพาราพันธุ์ GT1 จาก จ. สุราษฎร์ธานี (GT1su), ยางพาราพันธุ์ GT1 จาก อ. ละอุ่น จ. ระนอง (GT1) และยางพาราพันธุ์ RRIM 600

1.2.2 ศึกษาการสะสมน้ำหนักแห้งของต้นกล้า

ผลการศึกษาน้ำหนักแห้งของต้นกล้าที่ได้จากการเพาะเมล็ดยางพาราแต่ละชุด โดยพิจารณาต้นกล้ายางพาราพันธุ์พื้นเมืองภายในมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่ จ.สงขลา (EIRpsu1, EIRpsu3 และ EIRpsu4) มีการสะสมน้ำหนักแห้งรวมเท่ากับ 117.85, 136.46 และ 152.32 กรัม ตามลำดับ ส่วนอีก 3 แหล่งคือ EIRpsu2, EIRpsu5 และ EIRpsu6 มีการสะสมน้ำหนักแห้งค่อนข้างต่ำ คือมีน้ำหนักแห้งรวมเท่ากับ 76.16, 91.21 และ 62.04 กรัม ต้นกล้าจากเมล็ดยางพาราพันธุ์พื้นเมือง อ.คลองหอยโข่ง (EIRkl1และEIRkl2) ที่มีการสะสมน้ำหนักแห้งทั้งส่วนยอดและรากได้ดี มีค่าน้ำหนักแห้งรวมคือ137.81 และ 161.73 กรัม ต้นกล้ายางพาราพันธุ์พื้นเมืองจากสวนสาธารณะเทศบาลนครหาดใหญ่ (EIRp) มีค่าน้ำหนักแห้งรวมสูงที่สุดคือ 213.21 กรัม และต้นกล้ายางพาราพันธุ์พื้นเมืองจาก อ.นาหม่อม จ.สงขลา (EIRn) มีค่าน้ำหนักแห้งรวมเท่ากับ78.95 กรัม ซึ่งถือว่าค่อนข้างต่ำ ต้นกล้าจากเมล็ดยางพาราพันธุ์พื้นเมืองจังหวัดตรัง ได้แก่ EIRph, EIRtr และ EIRws มีค่าการสะสมน้ำหนักแห้งรวมปานกลาง คือ 104.55, 98.27 และ 96.37 ตามลำดับ ขณะที่ของต้นกล้าจากเมล็ดยางพาราพันธุ์แนะนำกลุ่ม RRIM 600 มีน้ำหนักแห้งเท่ากับ 112.9 กลุ่ม GT1 มีอัตราส่วนน้ำหนักแห้งรวมต่ำ คือ GT1sk เท่ากับ 53.51 กรัม, GT1su เท่ากับ 66.83 กรัมและ GT1r 60.68 กรัม ส่วนในยางพาราพันธุ์แนะนำ PB5/51 มีค่าน้ำหนักแห้งรวมค่อนข้างต่ำคือ 77.48 กรัม แต่ในยางพาราพันธุ์แนะนำ PB5/51+EIR กลับมี ค่าน้ำหนักแห้งรวมค่อนข้างดี คือ 122.18 กรัม

ตารางที่ 7 การสะสมน้ำหนักแห้งของยางพาราพันธุ์พื้นเมือง และยางพาราพันธุ์แนะนำจากแหล่งต่างๆ ของจังหวัดสงขลา สุราษฎร์ธานี ตรัง และระนอง

โคลน	น้ำหนักแห้งราก/โคลน (g)	น้ำหนักแห้งยอด/โคลน (g)	น้ำหนักแห้งรวม/โคลน (g)
EIRpsu1	63.97cdef[1/]	53.88cdef	117.85cde
EIRpsu2	43.38efgh	32.78ghij	76.16fgh
EIRpsu3	76.56bcde	59.90bcde	136.46cde
EIRpsu4	79.01bcd	73.31bcde	152.32bcd
EIRpsu5	56.54cdefg	34.67ghij	91.21efgh
EIRpsu6	32.54gh	29.50hij	62.04gh
EIRkhk1	71.54bcd	66.27bc	137.81bcd
EIRkhk2	88.47b	73.26ab	161.73b
EIRp	125.69a	87.52a	213.21a
EIRn	55.48cdefg	23.47ij	78.95fgh
EIRph	56.69cdefg	47.86defg	104.55def
EIRtr	53.73defgh	44.54defg	98.27efg
EIRws	52.19defgh	44.18efg	96.37efg
GT1sk	34.90gh	18.61j	53.51h
GT1su	33.75gh	33.08ghij	66.83fgh
GT1r	30.53h	30.15ghij	60.68gh
PB5/51	40.12fgh	37.36fghij	77.48fgh
PB5/51+ EIR	60.16cdef	62.02bcd	122.18cde
RRIM 600	65.84bc	57.06ab	112.9bc
F-test	**	**	**
CV. (%)	19.32	17.48	16.73

** มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง

ค่าเฉลี่ยที่มีตัวอักษรเหมือนกันในแต่ละสดมภ์ไม่มีความแตกต่างทางสถิติจากการ เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Duncan’s multiple range test

สรุปผลการทดลอง

ในการปลูกสร้างสวนยางพารา สิ่งสำคัญที่สุด คือ วัสดุปลูก ซึ่งในปัจจุบันวัสดุปลูกยางพาราสำคัญหลักคือต้นตอตาและยางชาถุง ซึ่งทั้งสองอย่างนี้ต้องใช้ต้นตอที่ดีและมีคุณภาพ ลักษณะต้นตอที่ดีควรมีคุณสมบัติคือ มีระบบรากแข็งแรง เจริญเติบได้ดีในสภาพดินที่มีปัญหาต่างๆ เช่น ดินเค็ม ดินกรด ทนต่อสภาพน้ำท่วมขัง เป็นต้น (Reynolds and Wardle, 1995) ผลของต้นตอต่อความแข็งแรงและผลผลิตของพืชขึ้นอยู่กับความจำเพาะเจาะจงระหว่างต้นตอและกิ่งพันธุ์ดี ตัวอย่างเช่นการศึกษาในองุ่น (Prakash and Reddy, 1990; Wolf and Pool, 1988; Parejo *et al*. ,1995) ในยางพาราก็เช่นเดียวกัน มีรายงานว่ายางพาราพันธุ์ RRIM 600 ที่ติดตาบนต้นตอที่แตกต่างกัน ส่งผลต่อผลผลิตยางแตกต่างกันประมาณ 18-20 เปอร์เซ็นต์ (Cardinal *et al*., 2007) ยางพาราพันธุ์ CATAS7-33-97 ที่ติดตาบนต้นตอ GT1 ให้ผลดีที่สุดในการทนทานต่อความแห้งแล้ง (Feng *et al.,* 2011) นอกจากนี้ ในช่วงระยะไม่กี่ปีที่ผ่านมา มีการระบาดของโรครากขาวรุนแรงขึ้น ดังนั้นต้นตอยางพาราจึงเข้ามามีบทบาทมากขึ้น มีรายงานเบื้องต้นว่าต้นตอจากการเพาะเมล็ดพันธุ์พื้นเมืองมีการเจริญเติบโตของระบบรากที่ดีกว่าต้นกล้าจากเมล็ดพันธุ์ RRIM 600 (กมลรัตน์, 2549)

จากการศึกษาพันธุกรรมของต้นกล้ายางพาราพันธุ์พื้นเมืองจำนวน 19 โคลน พบว่าดัชนีความใกล้ชิดทางพันธุกรรมมีค่าอยู่ระหว่าง 0.4941-0.9647 ซึ่งมีความหลากหลายค่อนข้างสูงพอสมควร จากผลของค่าความใกล้ชิดทางพันธุกรรม เมื่อมาจัดกลุ่มพืช สามารถแบ่งได้เป็นสองกลุ่มใหญ่ ตามแหล่งของต้นพันธุ์ คือ กลุ่มบริเวณพื้นที่ในเขตจังหวัดสงขลา และอีกกลุ่มพื้นที่ในเขตจังหวัดตรัง สุราษฎร์ธานี และระนอง ยกเว้นมี 1 ต้นจากคณะทรัพยากรธรรมชาติ จังหวัดสงขลาที่ถูกจัดอยู่ในกลุ่ม 2

จากการศึกษาการเจริญเติบโตของระบบราก พบว่า การเจริญเติบโตของรากต้นกล้ายางพาราพบมากที่สุด ที่ระดับความลึกของดิน 20-40 เซนติเมตรจากผิวดิน ต้นกล้ายางพาราจากสวนสาธารณะ เทศบาลนครหาดใหญ่ จ. สงขลา มีการเจริญเติบโตของรากที่ดีมากกว่าต้นกล้าจากแหล่งอื่น การหาค่าน้ำหนักแห้งโดยรวม พบว่า ดิน ต้นกล้ายางพาราจากสวนสาธารณะ เทศบาลนครหาดใหญ่ มีค่าสะสมน้าหนักแห้งสูงสุด คือ 213.21 กรัม ขณะที่ยางพาราพันธุ์ RRIM 600 มีค่าสะสมน้ำหนักแห้งเพียง 112.9 กรัม นอกจากนี้ยังพบว่า การใช้เทคนิคไรโซตรอนยังคงเป็นวิธีที่เหมาะสมในการศึกษาระบบราก เพราะสะดวกในการทางานและสามารถใช้ได้กับพืชหลายช่วงอายุ ศึกษาระบบรากได้ต่อเนื่อง และไม่ต้องทาในสภาพแวดล้อมธรรมชาติ ซึ่งเป็นข้อดีสาหรับการศึกษาพืชบางชนิดเมื่อได้รับผลกระทบจากสภาพแวดล้อมระหว่างการศึกษา เช่นเกิดอุทกภัย หรือดินถล่มในพื้นที่ปลูกจริง และอาจมีผลกระทบต่อความแข็งแรงของระบบราก แต่ข้อเสียของการศึกษาด้วยวิธีนี้คือ การเตรียมดินปลูก (กรณีศึกษาการเจริญเติบโตของรากในดิน) ซึ่งต้องใช้ดินที่มีเนื้อดินค่อนข้างละเอียด เพื่อลดการเกิดช่องว่างในกระบะปลูกและอาจทาให้ผลการทดลองคลาดเคลื่อนได้

การทดลองชุดที่ 2

การทดสอบเบื้องต้นในการประเมินความทนทานต่อโรครากขาว

<u>การปลูกต้นยางและปลูกเชื้อ</u>

เมื่อทำการศึกษาระบบรากยางพาราพันธุ์พื้นเมือง โดยนำต้นยางพันธุ์พื้นเมืองที่ทำการทดลองทั้งหมด จำนวน 64 ต้น ปลูกในท่อซีเมนต์ ที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 80 เซนติเมตร สูง 50 เซนติเมตร จำนวน 6 ท่อ จากนั้นปลูกเชื้อโรครากขาวที่ได้จากการทดลองในห้องปฏิบัติการ ภาควิชาการจัดการศัตรูพืช คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ โดยเลี้ยงเชื้อลงในถุงก้อนเชื้อเห็ด (ภาพที่ 15) จากนั้นนำก้อนเชื้อเห็ดที่มีเชื้อรา สาเหตุของโรครากขาว แกะถุงพลาสติกที่หุ้มก้อนเชื้อออกก่อน แล้วฝังถุงก้อนเชื้อเห็ดที่มีเชื้อโรครากขาว บริเวณรากของต้นกล้า 1 ก้อนต่อต้นกล้า 2 ต้น และปลูกต้นยางโดยบรรจุดินผสมที่เตรียมไว้ (ดิน: แกลบ: ปุ๋ยคอก อัตราส่วน 3: 3: 2) ลงในท่อซีเมนต์ แล้วกลบดินให้มิดก้อนเชื้อและโคนต้น ดูแลและรดน้ำให้ความชื้นอย่างสม่ำเสมอทุกวัน เนื่องจากเชื้อราโรครากขาวสามารถเจริญได้ดีในพื้นที่ที่มีความชื้นสัมพัทธ์ตั้งแต่ 50 เปอร์เซ็นต์ ขึ้นไป หลังจากนั้นเริ่มตรวจสอบอาการ บันทึกจำนวนต้นยางที่ใบร่วงและตายหลังปลูกเชื้อ 2 เดือน โดยตรวจสอบลักษณะการเจริญของเส้นใยเชื้อราที่รากยาง การเข้าทำลายและการตอบสนองการเจริญเติบโตของราก เพื่อหาพันธุ์ที่มีระบบรากที่แข็งแรง มีความทนทานต่อโรครากขาว ทำการทดลองในสภาพโรงเรือน คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา

ผลการทดลอง

เมื่อตรวจสอบการเกิดโรคโดยการปลูกเชื้อ *Riginoporus microporus* กับต้นกล้ายางอายุ 5 เดือน พบว่า ในระยะแรกจะไม่พบเห็นลักษณะผิดปกติของต้นยางพาราส่วนที่อยู่เหนือพื้นดิน หลังจากปลูกเชื้อประมาณ 2 เดือน ต้นยางมีอาการใบเหลือง ต่อมาใบจะร่วง (ภาพที่ 16) และที่รากต้นยางพาราจะปรากฏเส้นใยสีขาวเจริญปกคลุมและเกาะติดกับผิวราก (ภาพที่ 17-20) หลังจากนั้นต้นยางแตกใบใหม่และยังคงยืนต้นเป็นปกติ และมีต้นยางบางต้นที่ไม่แสดงอาการเป็นโรค แต่พบเส้นใยสีขาวบริเวณราก นอกจากนี้พบดอกเห็ดสีส้ม ขอบดอกเห็ดเป็นสีขาวขึ้นที่บริเวณโคนต้นยางที่เป็นโรคหลังปลูกเชื้อ มีลักษณะเป็นแผ่น ไม่มีก้าน (ภาพที่ 21)

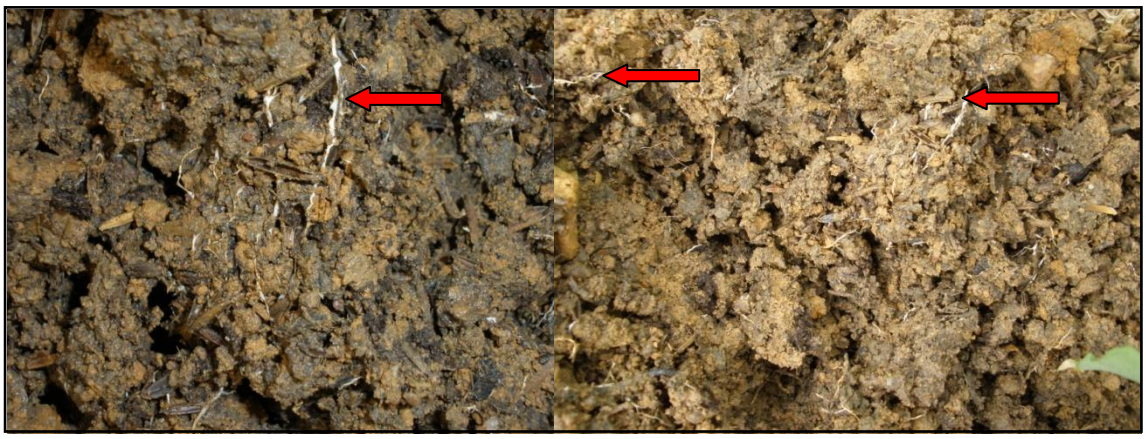
ภาพที่ 15 ถุงก้อนเชื้อเห็ดที่มีเชื้อโรครากขาว

ภาพที่ 16 การปลูกต้นยางพารา ร่วมกับการปลูกเชื้อโรครากขาวในท่อซีเมนต์ หลังปลูกเชื้อ 2 เดือน

ภาพที่17 ลักษณะเส้นใยสีขาวของเชื้อราโรครากขาว

ภาพที่ 18 ลักษณะอาการของต้นยางพารา

ภาพที่ 19 ลักษณะของเส้นใยสีขาวที่ปกคลุมรากยางพารา



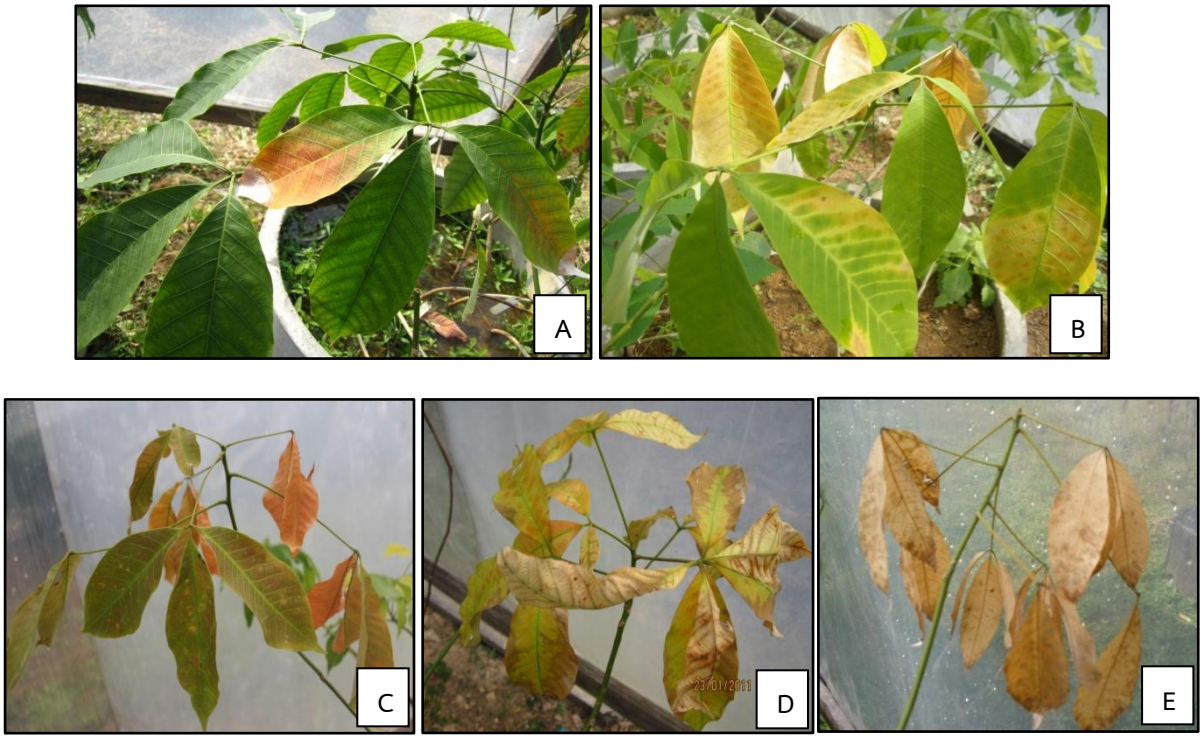
ภาพที่ 20 การเจริญของเส้นใยเชื้อรา ที่เป็นสาเหตุของโรครากขาว ที่ระดับความลึกดิน

ภาพที่ 21 ลักษณะดอกเห็ดของเชื้อรา ที่เป็นสาเหตุของโรครากขาว

แต่หลังจากปลูกเชื้อเป็นเวลา 60 วัน ต้นกล้ายางแสดงอาการที่ทรงพุ่ม โดยใบจะเปลี่ยนจากสีเขียวเป็นสีเหลือง (ภาพที่ 22A) เหี่ยวเฉา ขอบใบม้วนงอลงไปด้านล่าง ไม่มีต้นตาย แต่หลังจากปลูกเชื้อเป็นเวลา 90 วัน พบว่า ต้นกล้ายางแต่ละสายพันธุ์แสดงอาการความรุนแรงเพิ่มขึ้น แต่ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ หลังการปลูกเชื้อ 150 วัน พบว่า ในแต่ละสายพันธุ์ ต้นกล้ายางมีเปอร์เซ็นต์ความรุนแรงเพิ่มขึ้นอย่างมีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยกิ่งแขนงบางส่วนแห้งตาย ต่อมาใบจะร่วงและยืนต้นตาย เมื่อขุดดูที่รากยางพาราจะปรากฏเส้นใยสีขาวแตกสาขาเป็นร่างแห เจริญปกคลุมและเกาะติดกับผิวราก (ภาพที่ 22B) นอกจากนี้พบดอกเห็ดที่โคนต้น ซึ่งลักษณะดอกเห็ดที่ได้มีลักษณะแข็งเป็นแผ่น ไม่มีก้าน ขอบดอกเห็ดเป็นสีขาว ผิวด้านบนสีส้มหรือส้มแดง (ภาพที่ 22C) และหลังการปลูกเชื้อ 180 วัน พบว่าต้นกล้ามีความรุนแรงเพิ่มขึ้นจาก 150 วันเล็กน้อย สำหรับกลุ่มสายพันธุ์ที่อ่อนแอต่อโรครากขาวมากที่สุดคือ RRIM 600 และ GT1 กลุ่มค่อนข้างอ่อนแอ 4 สายพันธุ์ กลุ่มค่อนข้างทนทาน 6 สายพันธุ์ และกลุ่มทนทาน 4 สายพันธุ์ โดยต้นกล้าจากยางพื้นเมืองที่เก็บจากตำบลน้ำน้อย อำเภอหาดใหญ่ มีแนวโน้มทนทานต่อโรคมากกว่าต้นกล้าอื่นๆ อย่างไรก็ตาม ในขณะนี้ยังไม่พบต้นกล้าที่ต้านทานต่อโรครากขาว (ตารางที่ 8)

ภาพที่ 22 อาการผิดปกติที่เกิดขึ้นกับต้นกล้ายางพาราที่ทำการทดสอบอาการใบเหลือง (A) rhizomorph บริเวณราก (B) ลักษณะดอกเห็ดบริเวณโคนต้นที่ตาย (C)

ลักษณะอาการผิดปกติที่เกิดขึ้นกับต้นยางหลังปลูกเชื้อ และใช้เป็นเกณฑ์ในการให้คะแนน ดังแสดงใน ภาพที่ 23



ภาพที่ 23 ลักษณะอาการของต้นยางจากการเข้าทำลายของโรครากขาวที่ระดับการให้คะแนนตั้งแต่ 1-5: A: 1, B: 2, C: 3, D: 4 และ E: 5

สรุปผลการทดลอง

จากการทดสอบความทนทานของต้นกล้ายางพาราที่ได้จากพันธุ์พื้นเมืองจากแหล่งต่างๆ 14 โคลน ต่อโรครากขาว ซึ่งทั้งหมดมาจากเขตจังหวัดสงขลา พบว่า ต้นกล้ายางพาราจากแต่ละโคลนมีความทนทานต่อโรครากขาวแตกต่างกัน โดยอาการของโรคที่เกิดกับส่วนยอดจะเริ่มปรากฏประมาณ 60 วันหลังปลูกเชื้อ แต่อาการเริ่มชัดเจนประมาณ 90 วันหลังปลูกเชื้อ โดยพบว่าต้นกล้าจากยางพาราพันธุ์พื้นเมืองในพื้นที่บ้านน้ำน้อย อ. หาดใหญ่ จ. สงขลา มีความทนทานต่อโรคมากที่สุด ในขณะที่พันธุ์ RRIM 600 และ GT1 อ่อนแอต่อโรค

ตารางที่ 8 จำนวนต้นกล้ายางที่เป็นโรคและคะแนนการประเมินการทนทานต่อโรครากขาว

อักษรย่อ	สถานที่	จำนวนต้นที่ตายจากโรครากขาว			คะแนนต้นที่ต้านทานโรครากขาว		
		90 วัน	150 วัน	180 วัน	90 วัน	150 วัน	180 วัน
ยางพาราพันธุ์พื้นเมือง							
ElRpsu1	หน้าร้านขายยาเภสัช มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่ จ. สงขลา	0(0)	1(25)	2(50)	2.75ab	4.00ab	4.50ab
ElRpsu5	หน้าแฟลตอาจารย์ อาคาร 16 มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่ จ. สงขลา	0(0)	1(25)	2(50)	1.75ab	2.50abc	4.00ab
ElRpsu6	หน้าสำนักงานหน่วยอาคารสถานที่ และยานพาหนะ คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่ จ. สงขลา	0(0)	0(0)	1(25)	1.50ab	2.00bc	3.00ab
ElRpsu7	หน้าสนามแบดมินตัน มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่ จ. สงขลา	1(25)	1(25)	3(75)	2.50ab	3.00abc	4.25ab
ElRpsu9	หลังแปลงภาควิชา มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่ จ. สงขลา	0(0)	2(50)	2(50)	2.25ab	3.00abc	3.50ab
ElRp1	สวนสาธารณะเทศบาลนครหาดใหญ่ อ. หาดใหญ่ จ. สงขลา (เมล็ดใหญ่)	0(0)	0(0)	0(0)	1.50ab	2.25abc	3.25ab
ElRp2	สวนสาธารณะเทศบาลนครหาดใหญ่ อ. หาดใหญ่ จ. สงขลา (เมล็ดเล็ก)	0(0)	1(25)	1(25)	2.25ab	2.75abc	3.25ab
ElRkhk1	สวนเกษตรกร ต. ทุ่งลาน อ. คลองหอยโข่ง จ. สงขลา	0(0)	1(25)	4(100)	2.25ab	4.25ab	5.00a
ElRkhk2	สวนเกษตรกร แปลงที่ 1 ต. บ้านพรุ อ. หาดใหญ่ จ. สงขลา	0(0)	0(0)	2(50)	2.00ab	2.50abc	3.50ab
ElRkhk3	สวนเกษตรกร แปลงที่ 2 ต. บ้านพรุ อ. หาดใหญ่ จ. สงขลา	0(0)	2(50)	3(75)	3.25a	4.25ab	4.75ab
ElRnam	สวนเกษตรกร ต. น้ำน้อย อ. หาดใหญ่ จ. สงขลา	0(0)	0(0)	1(25)	1.00b	1.50c	2.75b
ElRut	สวนเกษตรกร ต.คลองอู่ตะเภา อ. หาดใหญ่ จ. สงขลา	0(0)	2(50)	2(50)	2.00ab	3.25abc	3.50ab
ยางพาราพันธุ์แนะนำ							
GT1sk	หน้าโรงงาน Top Glove Technology (Thailand) Co., Ltd. อ. สะเดา จ. สงขลา	0(0)	2(50)	4(100)	3.25a	4.50a	5.00a
RRIM 600	สวนเกษตรกร ต. บ้านพรุ อ. คลองหอยโข่ง จ. สงขลา	0(0)	1(25)	4(100)	2.25ab	4.25ab	5.00a
F-test		-	-	-	ns	*	ns
CV(%)		-	-	-	51.34	43.78	32.01

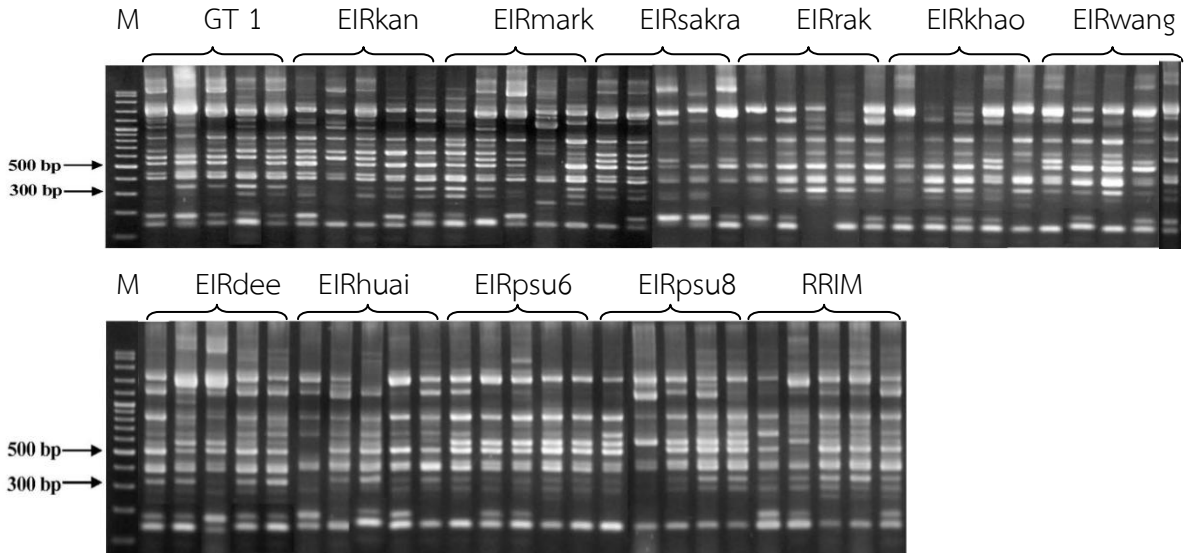
( ) = เปอร์เซ็นต์ของต้นยางพาราที่ถูกเชื้อโรครากขาวเข้าทำลาย, ns = ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

* มีความแตกต่างกันทางสถิติ วิเคราะห์โดยวิธี LSD ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

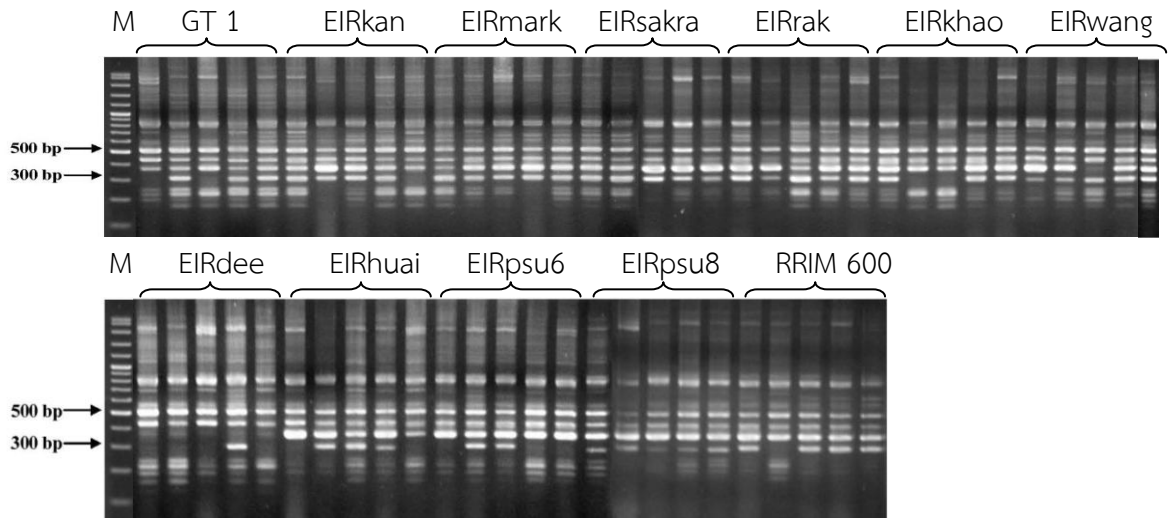
การทดลองชุดที่ 3

3.1 การศึกษาความหลากหลายทางพันธุกรรมระหว่างยางพาราพันธุ์พื้นเมือง และพันธุ์แนะนำ โดยการใช้เทคนิคอาร์เอพีดี

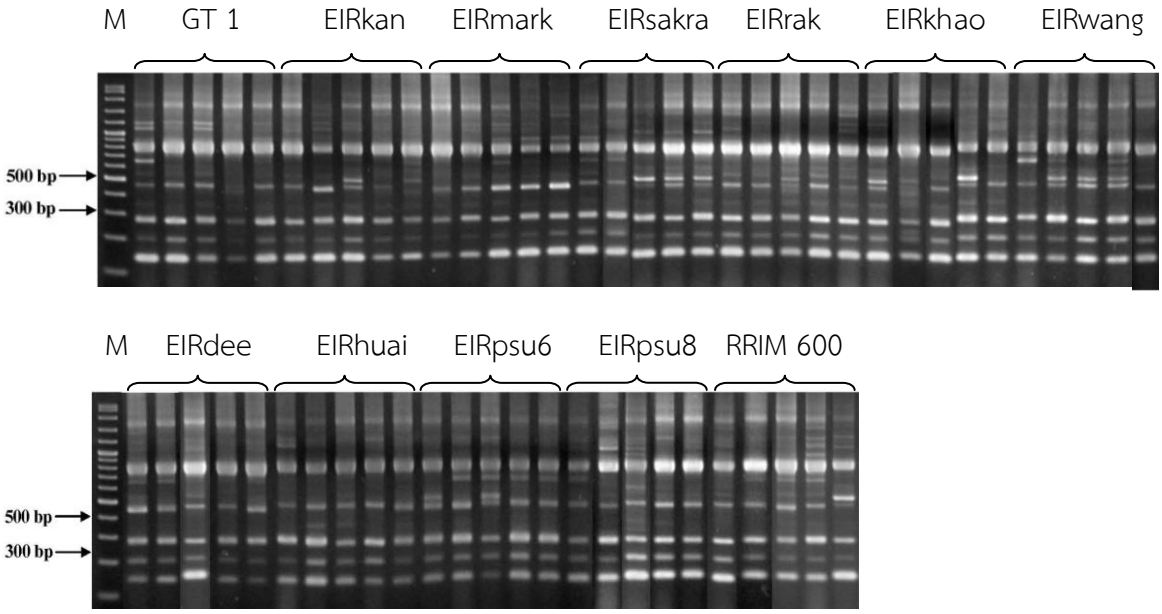
รูปแบบดีเอ็นเอที่ได้จากการทำอาร์เอพีดี-พีซีอาร์ แต่ละไพรเมอร์มีความแตกต่างกันในยางพาราพันธุ์แนะนำต่างๆ และพันธุ์พื้นเมืองดังแสดงในภาพที่ 24-30



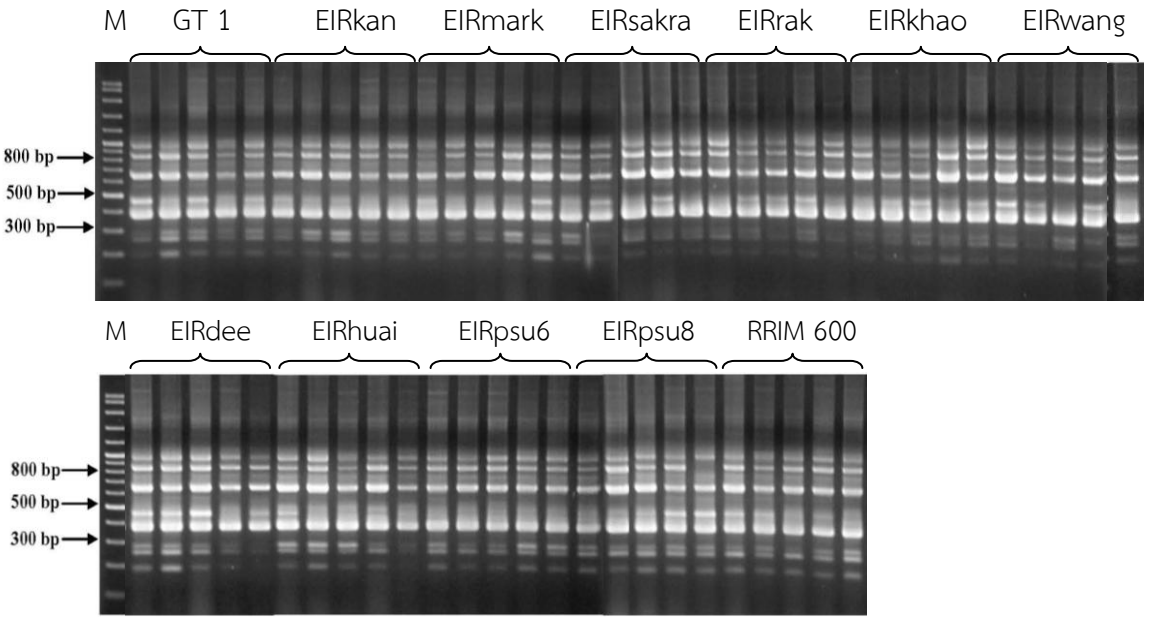
ภาพที่ 24 รูปแบบของแถบดีเอ็นเอของตัวอย่างยางพาราพันธุ์พื้นเมือง และยางพาราพันธุ์แนะนำ จากแหล่งต่างๆ จากเทคนิคอาร์เอพีดี เมื่อใช้ไพรเมอร์ OPAD-01 M คือ DNA Ladder ขนาด 100 คู่เบส



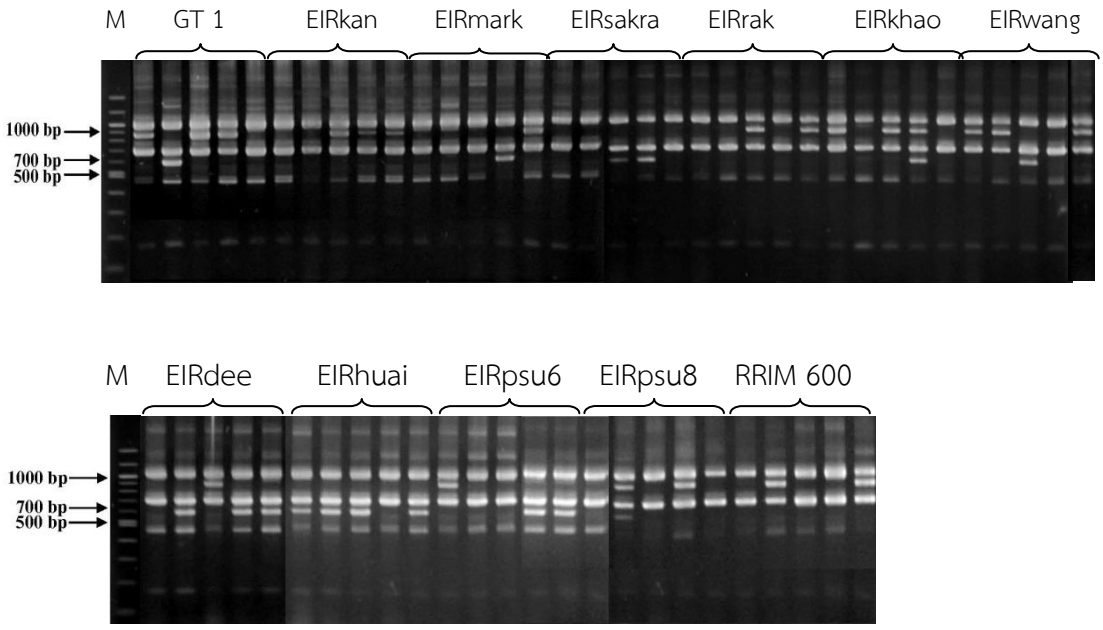
ภาพที่ 25 รูปแบบของแถบดีเอ็นเอของตัวอย่างยางพาราพันธุ์พื้นเมือง และยางพาราพันธุ์แนะนำ จากแหล่ง ต่างๆ จากเทคนิคอาร์เอพีดี เมื่อใช้ไพรเมอร์ OPAD-10 M คือ DNA Ladder ขนาด 100 คู่เบส



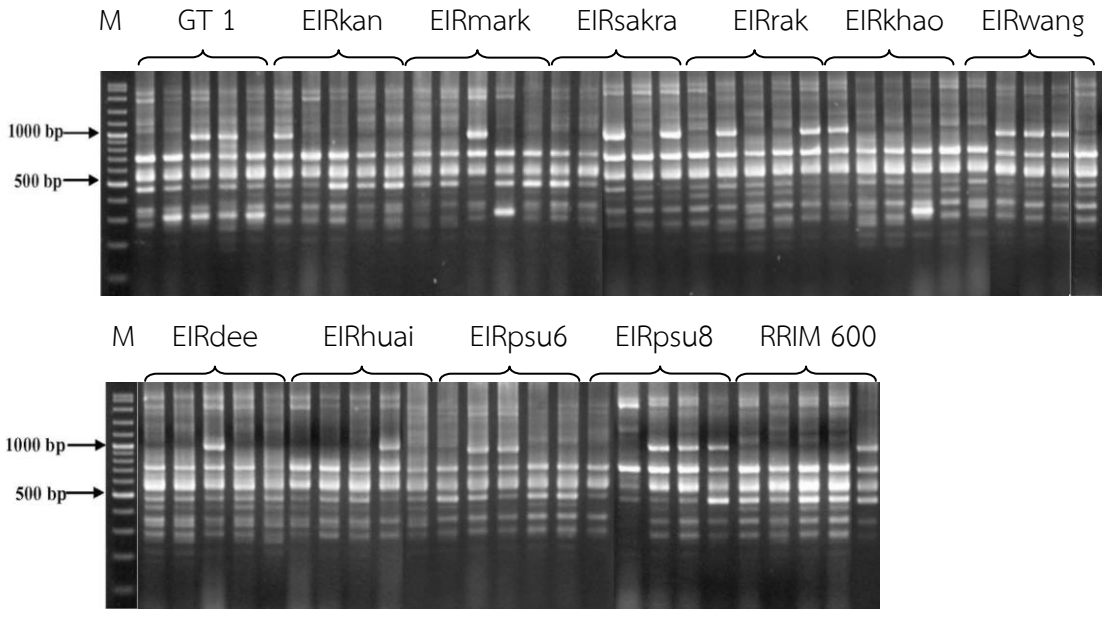
ภาพที่ 26 รูปแบบของแถบดีเอ็นเอของตัวอย่างยางพาราพันธุ์พื้นเมือง และยางพาราพันธุ์แนะนำ จากแหล่งต่างๆ จากเทคนิคอาร์เอพีดี เมื่อใช้ไพรเมอร์ OPAD-12 M คือ DNA Ladder ขนาด 100 คู่เบส



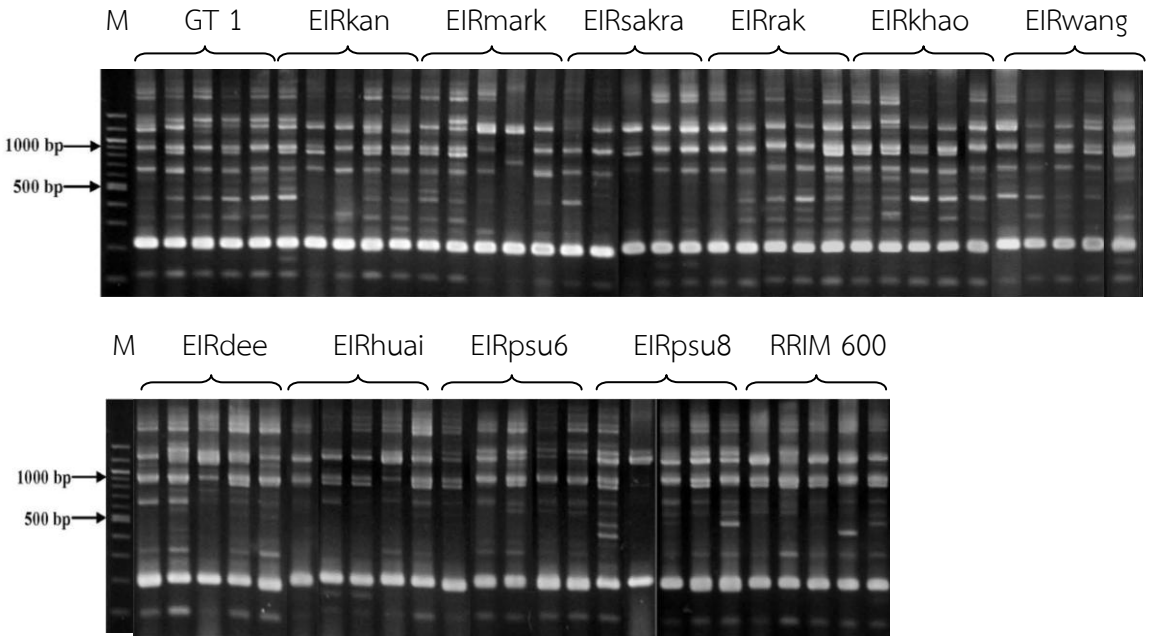
ภาพที่ 27 รูปแบบของแถบดีเอ็นเอของตัวอย่างยางพาราพันธุ์พื้นเมือง และยางพาราพันธุ์แนะนำ จากแหล่งต่างๆ จากเทคนิคอาร์เอพีดี เมื่อใช้ไพรเมอร์ OPR-02 M คือ DNA Ladder ขนาด 100 คู่เบส



ภาพที่ 28 รูปแบบของแถบดีเอ็นเอของตัวอย่างยางพาราพันธุ์พื้นเมือง และยางพาราพันธุ์แนะนำ จากแหล่งต่างๆ จากเทคนิคอาร์เอพีดี เมื่อใช้ไพรเมอร์ OPR-11 M คือ DNA Ladder ขนาด 100 คู่เบส



ภาพที่ 29 รูปแบบของแถบดีเอ็นเอของตัวอย่างยางพาราพันธุ์พื้นเมือง และยางพาราพันธุ์แนะนำ จากแหล่งต่างๆ จากเทคนิคอาร์เอพีดี เมื่อใช้ไพรเมอร์ OPZ-04 M คือ DNA Ladder ขนาด 100 คู่เบส



ภาพที่ 30 รูปแบบของแถบดีเอ็นเอของตัวอย่างยางพาราพันธุ์พื้นเมือง และยางพาราพันธุ์แนะนำ จากแหล่งต่างๆ จากเทคนิคอาร์เอพีดี เมื่อใช้ไพรเมอร์ OPB-17 M คือ DNA Ladder ขนาด 100 คู่เบส

การวิเคราะห์ความสัมพันธ์และความใกล้ชิดทางพันธุกรรมของยางพาราพันธุ์พื้นเมือง ร่วมกับยางพาราพันธุ์แนะนำ

จากการศึกษาความใกล้ชิดทางพันธุกรรมของยางพารา ได้แก่ กลุ่มตัวแทนประชากรยางพาราพันธุ์แนะนำ ได้แก่ GT1 จากศูนย์วิจัยยางสุราษฎร์ธานี และ RRIM 600 ซึ่งเป็นพันธุ์ที่ได้รับความนิยมอย่างต่อเนื่องจนถึงปัจจุบัน และยางพาราพันธุ์พื้นเมืองในแหล่งปลูกภาคใต้ โดยใช้แถบดีเอ็นเอที่ได้จากการวิเคราะห์ด้วยเทคนิคอาร์เอพีดี ทั้งหมด 77 แถบ นำไปวิเคราะห์หาความสัมพันธ์และความใกล้ชิดทางพันธุกรรมด้วย UPGMA cluster analysis หาค่า similarity coefficient ของ Jaccard โดยโปรแกรม NTSYS ผลการวิเคราะห์หาดัชนีความใกล้ชิดทางพันธุกรรมของยางพาราพันธุ์ GT1, RRIM 600 และยางพาราพันธุ์พื้นเมือง จำนวน 60 ต้นจากเดนโดรแกรม สามารถจัดกลุ่มตามความสัมพันธ์ และความใกล้ชิดทางพันธุกรรมได้เป็น 6 กลุ่ม (ภาพ 31) ดังนี้

กลุ่มที่ 1 คือ กลุ่มยางพาราพันธุ์พื้นเมืองและพันธุ์แนะนำ ยางพาราพันธุ์แนะนำ ได้แก่ GT 1 (GT 1-1, GT 1-2, GT 1-3) จำนวน 3 ตัวอย่าง และ RRIM 600 (RRIM 600-2, RRIM 600-4) จำนวน 2 ตัวอย่าง และยางพาราพันธุ์พื้นเมืองจาก ต. วังคีรี อ. ห้วยยอด จ. ตรัง (EIRwang-1, EIRwang-4, EIRwang-5) จำนวน 3 ตัวอย่าง จากบริเวณใกล้สระกะพังสุรินทร์ ต. ทับเที่ยง อ. เมือง จ. ตรัง (EIRsakra-1, EIRsakra-2, EIRsakra-4) จำนวน 3 ตัวอย่าง จาก ต. บางหมาก อ. กันตัง จ. ตรัง (EIRmark-3) จำนวน 1 ตัวอย่าง จาก จาก ต. กันตัง อ. กันตัง จ. ตรัง (EIRkan-3) จำนวน 1 ตัวอย่าง จาก ต.เขาวิเศษ อ. กันตัง จ. ตรัง (EIRkhao-1, EIRkhao-4) จำนวน 2 ตัวอย่าง

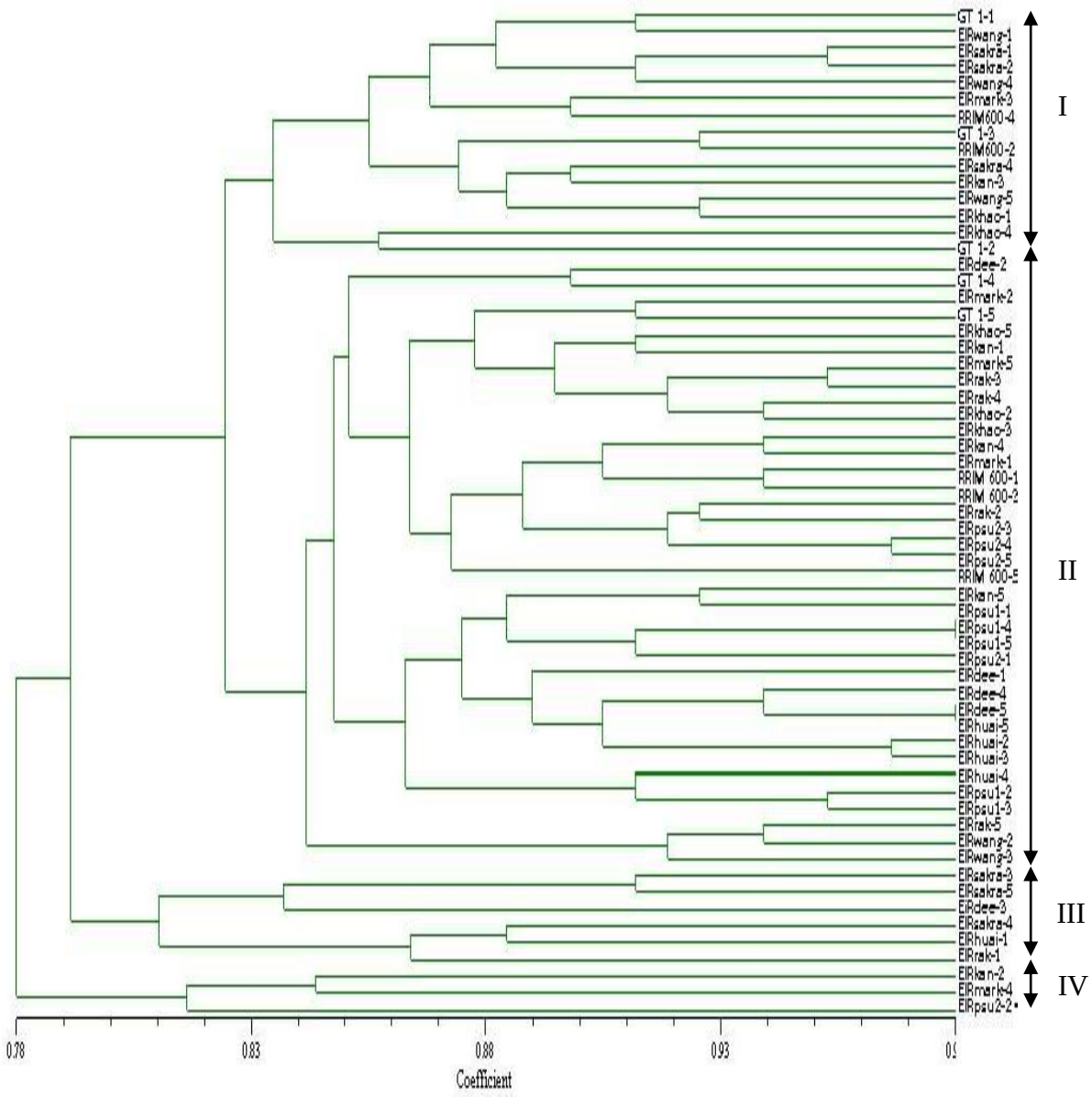
กลุ่มที่ 2 คือ กลุ่มยางพาราพันธุ์พื้นเมืองและพันธุ์แนะนำ จากศูนย์วิจัยยางสุราษฎร์ธานี อ. เมือง จ. สุราษฎร์ธานี (GT 1-4, GT 1-5) และ RRIM 600 (RRIM 600-1, RRIM 600-3, RRIM 600-5)

จำนวน 3 ตัวอย่าง ยางพาราพันธุ์พื้นเมืองจาก ต. บางดี อ. ห้วยยอด จ. ตรัง (EIRdee-1, EIRdee-2, EIRdee-4, EIRdee-5) จำนวน 4 ตัวอย่าง จาก ต. บางหมาก อ. กันตัง จ. ตรัง (EIRmark-1, EIRmark-2, EIRmark-5) จำนวน 3 ตัวอย่าง จาก ต. เขาวิเศษ อ. กันตัง จ. ตรัง (EIRkhao-2, EIRkhao-3, EIRkhao-5) จำนวน 3 ตัวอย่าง จาก ต.กันตัง อ. กันตัง จ. ตรัง (EIRkan-1, EIRkan-4, EIRkan-5) จำนวน 3 ตัวอย่าง จาก ต. บางรัก อ. เมือง จ. ตรัง (EIRrak-2, EIRrak-3, EIRrak-4, EIRrak-5) จำนวน 4 ตัวอย่าง จาก ต. ห้วยยอด อ. ห้วยยอด จ. ตรัง (EIRhuai-2, EIRhuai-3, EIRhuai-4, EIRhuai-5) จำนวน 4 ตัวอย่าง จาก ต. วังคีรี อ. ห้วยยอด จ. ตรัง (EIRwang-2, EIRwang-3) จำนวน 2 ตัวอย่าง คณะการจัดการสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่ จ. สงขลา (EIRpsu8-1, EIRpsu8-3, EIRpsu8-4, EIRpsu8-5) จำนวน 4 ตัวอย่าง (EIRpsu6-1, EIRpsu6-2, EIRpsu6-3, EIRpsu6-4, EIRpsu1-5) จากคณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่ จ. สงขลา

กลุ่มที่ 3 คือ กลุ่มยางพาราพันธุ์พื้นเมืองบริเวณใกล้สระกะพังสุรินทร์ ต. ทับเที่ยง อ. เมือง จ. ตรัง จำนวน 3 ตัวอย่าง (EIRsakra-3, EIRsakra-4, EIRsakra-5) ยางพาราพันธุ์พื้นเมืองจาก ต. บางดี อ. ห้วยยอด จ. ตรัง (EIRdee-3) จำนวน 1 ตัวอย่าง ยางพาราพันธุ์พื้นเมือง จาก ต. ห้วยยอด อ. ห้วยยอด จ. ตรัง (EIRhuai-1) จำนวน 1 ตัวอย่าง

กลุ่มที่ 4 ประกอบด้วยยางพาราพันธุ์พื้นเมืองจาก ต. กันตัง อ. กันตัง จ. ตรัง (EIRkan-2) และจาก ต. บางหมาก อ. กันตัง จ. ตรัง จำนวน 1 ตัวอย่าง (EIRmark-4) ยางพาราพันธุ์พื้นเมืองจากคณะการจัดการสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่ จ. สงขลา จำนวน 1 ตัวอย่าง

ผลการวิเคราะห์ค่าดัชนีความใกล้ชิดทางพันธุกรรมของตัวแทนยางพาราพันธุ์พื้นเมืองและพันธุ์แนะนำ จำนวน 12 โคลน พบว่า มีค่าอยู่ในช่วง 0.688-0.974 โดยมีค่าเฉลี่ย เท่ากับ 0.8319 คู่ที่มีความใกล้ชิดทางพันธุกรรมมากที่สุดคือ ยางพาราพันธุ์พื้นเมืองในบริเวณคณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่ กับยางพาราพันธุ์พื้นเมืองในบริเวณคณะสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่ จ. สงขลา ส่วนคู่ที่มีความห่างไกลทางพันธุกรรมมากที่สุดมีสองคู่ คือ ยางพาราพันธุ์พื้นเมือง จาก ต. บางหมาก อ. กันตัง จ. ตรัง กับยางพาราพันธุ์ RRIM 600 จาก ต. คลองหอยโข่ง อ. หาดใหญ่ จ. สงขลา และยางพาราพันธุ์พื้นเมืองจาก ต. กันตัง อ. กันตัง จ. ตรัง กับยางพาราจาก ต. บางหมาก อ. กันตัง จ. ตรัง



ภาพที่ 31 เดนโดรแกรมแสดงความสัมพันธ์ของตัวแทนยางพาราพันธุ์แนะนำ และยางพาราพันธุ์พื้นเมือง จำนวน12 โคลน จากการใช้เทคนิคอาร์เอพีดี ด้วยไพรเมอร์จำนวน 7 ไพรเมอร์

3.2 การศึกษาการเจริญเติบโตของต้นยางพารา

3.2.1 การเจริญเติบโตของยางพาราหลังการปลูกเชื้อ

เมื่อทำการเตรียมไรโซบอคเรียบร้อยแล้ว จึงทำการย้ายต้นกล้าลงปลูกในไรโซบอค (ภาพที่ 32) หลังจากนั้นประมาณ 1 เดือน จึงทำการปลูกเชื้อให้กับต้นยางแต่ละต้น การศึกษาครั้งนี้ใช้วิธีการเตรียมเชื้อราแบบใหม่ตามวิธีการของอารมณ์ (2541) (ภาพที่ 33) วิธีการมีดังนี้ ทำการเลี้ยงเชื้อราบนอาหารสูตร PDA นาน 4-5 วัน เจาะด้วย cork borer 5 มิลลิเมตร ลงในจานเลี้ยงเชื้อ ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 2.54x5.08 เซนติเมตร บนอาหารเลี้ยงเชื้อนาน 5 วัน หรือจนกระทั่งเชื้อราเดินกระจายเต็มชิ้นไม้ เพื่อใช้ทดสอบหลังจากปลูกเชื้อสาเหตุโรครากขาว (*R. microporus*) กับต้นยางพารา

เมื่อทำการวัดความสูงต้น จำนวนก้านใบต่อต้น และเส้นรอบวงที่ระดับความสูง 15 เซนติเมตร จากพื้นดิน พบว่ายางพาราทุกโคลน พบว่ายางพาราทุกโคลนมีการเจริญเติบโตเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ จะเห็นได้ว่า ยางพาราพันธุ์พื้นเมืองที่เก็บจาก ต. บางรัก อ. เมือง จ. ตรัง มีความสูงของต้นเพิ่มขึ้นจาก 68.46 เซนติเมตร เป็น 105.117 เซนติเมตร และมีการเพิ่มขนาดเส้นรอบวงลำต้น จาก 9.07 เซนติเมตร เป็น 11.22 เซนติเมตร ในขณะที่ยางพาราพันธุ์พื้นเมืองที่เก็บจากคณะการจัดการสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ (EIRpsu8) มีจำนวนใบต่อต้น 19.943 และเมื่อเปรียบเทียบระหว่าง ยางพาราพันธุ์แนะนำ พบว่า ยางพาราพันธุ์ RRIM 600 มีการเจริญเติบโตของต้นที่ดีกว่ายางพาราพันธุ์ GT1 และยังพบว่าหลังจากต้นยางพาราเจริญเติบโตเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ จนกระทั่งต้นยางพาราแสดงอาการของโรค (เหี่ยว) ทำให้ต้นยางพาราหยุดการเจริญเติบโต (ตารางที่ 9)

ภาพที่ 32 ต้นยางที่ปลูกในไรโซบอค พร้อมการปลูกเชื้อ

ภาพที่ 33 แสดงขั้นตอนในการเตรียมเชื้อราโรครากขาวและการปลูกเชื้อให้ต้นยาง

ตารางที่ 9 ค่าเฉลี่ยความสูง ขนาดเส้นรอบวงลำต้น และจำนวนก้านใบต่อต้นของยางพารา 12 โคลน

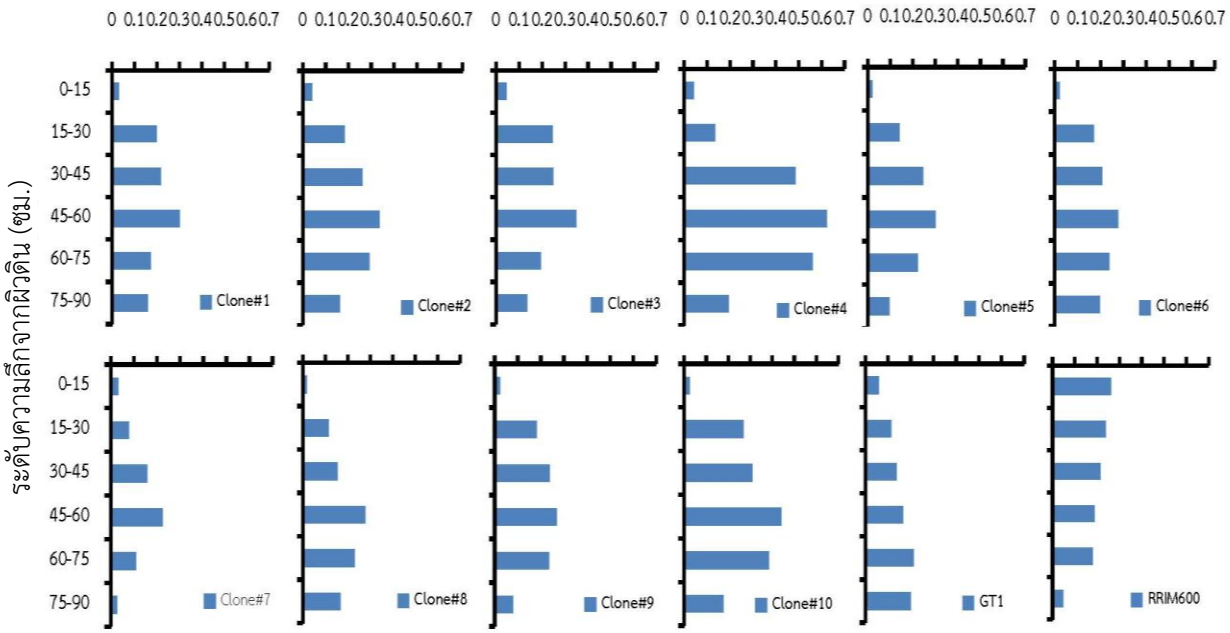
ชื่อพันธุ์	เฉลี่ย		
	ความสูง (ซม.)	เส้นรอบวงลำต้น (ซม.)	จำนวนก้านใบต่อต้น
EIRpsu6	77.654 bc	7.945 c	17.457 ab
EIRpsu8	86.831 ab	9.156 b	19.943 ab
EIRkan	72.663 bc	7.479 cde	19.286 ab
EIRmark	78.211 bc	7.461 cde	19.486 ab
EIRsakra	86.497 ab	7.705 cd	18.314 ab
EIRtr	105.117 a	11.220 a	16.943 abc
EIRws	76.800 bc	6.727 def	15.171 bc
EIRwang	94.903 ab	6.375 ef	17.514 ab
EIRdee	40.706 d	4.865 g	12.086 c
EIRhuai	72.551 bc	7.481 cde	17.514 ab
GT1 su	55.229 cd	5.799 fg	16.543 abc
RRIM 600	86.563 ab	8.328 bc	21.514 a
F-test	*	*	*
C.V. (%)	28.431	9.359	26.885

* มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ

ตัวอักษรที่เหมือนกันในแนวตั้ง ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ วิเคราะห์โดยวิธี LSD

3.3 การเจริญและพัฒนาการของรากยางพาราหลังการปลูกเชื้อ

จากการศึกษาการกระจายตัวรากของยางพาราระหว่างยางพาราพันธุ์พื้นเมือง 10 โคลน กับยางพารา พันธุ์แนะนำ RRIM 600 และ GT1 ที่ระดับความลึกดินตั้งแต่ 0-90 เซนติเมตร พบว่า ยางพาราแต่ละโคลนมีการกระจายตัวของรากที่ระดับความลึกดินต่างๆ แตกต่างกัน โดยรากยางพาราส่วนใหญ่มีการกระจายตัวของรากมากที่สุด ที่ระดับความลึก 45-60 เซนติเมตร ในขณะที่ระดับความลึก 75-90 เซนติเมตร มีการกระจายตัว ของรากน้อย นอกจากนี้ยังพบว่ายางพาราพันธุ์พื้นเมืองที่เก็บจาก ต. บางหมาก อ. กันตัง จ. ตรัง มีการกระจายของรากที่ระดับความลึกดินต่างๆ ดีกว่ายางพาราโคลนอื่นๆ รองลงมาคือ ยางพาราที่เก็บจากสวนสาธารณะ ตำหนักรื่นรมย์ ต. ห้วยยอด อ. ห้วยยอด จ. ตรัง ส่วนยางพาราพันธุ์ RRIM 600 ซึ่งเป็นพันธุ์เปรียบเทียบ พบว่า มีความหนาแน่นของ รากในดินชั้นบน (0-15 เซนติเมตร) มากกว่าดินชั้นล่าง ขณะที่ยางพาราพันธุ์ GT1 มีความหนาแน่น ของรากที่ระดับความลึกดิน 60-75 เซนติเมตร และได้ทำการศึกษาการเจริญเติบโตของราก ยางพาราระหว่างโคลนที่ควบคุมกับโคลนที่ปลูกเชื้อรากขาว พบว่า ยางพาราที่ปลูกเชื้อและยางพารา ที่เป็น โคลนควบคุม มีการกระจายตัวรากใกล้เคียงกัน (ภาพที่ 34) แต่ยางพาราที่ปลูกเชื้อจะชะงักการกระจาย ตัวของราก เมื่อเชื้อเข้าทำลายระบบราก



ภาพที่ 34 การเปรียบเทียบการกระจายตัวของราก (root profile) ที่ปลูกในไรโซบอค

3.4 ความรุนแรงและการพัฒนาของโรค

ในการศึกษาครั้งนี้ได้ทดสอบโรครากขาวในยางพารา ที่เรือนกระจก คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ (มีนาคม-กันยายน พ.ศ.2554) เพื่อหาอัตราการเจริญเติบโต ของเชื้อโรครากขาว ในรากยางพารา ประเมินความทนทานโรครากขาวของยางพารา เมื่อยางพาราอายุ 60 วัน หลังปลูก โดย วิธีให้คะแนน 0-4 (0 = พืชต้านทาน และ 4 = พืชอ่อนแอต่อโรคสูงสุด) (ปรับระดับการให้คะแนนใหม่เป็น0-4) ความรุนแรงของโรคที่เกิดจากเชื้อสาเหตุโรครากขาว ระหว่างยางพาราพันธุ์พื้นเมือง 10 โคลน ยางพาราพันธุ์ แนะนำ RRIM 600 และ GT1 โดยทำการประเมินการพัฒนาการของโรค ที่ระดับความลึกดิน

ตั้งแต่ 0-90 เซนติเมตร พบว่าพัฒนาการของโรคแตกต่างกันที่ระดับความลึกต่างๆ โดยยางพาราทุกโคลน มีการพัฒนา ของโรคอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความลึกดิน 15-30 และ 30-45 เซนติเมตร โดยที่ระดับความลึกดิน 30-45 เซนติเมตร ยางพาราพันธุ์พื้นเมืองที่เก็บจาก ต. บางหมาก ต.กันตัง จ. ตรัง และคณะทรัพยากร-ธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ จ. สงขลา (EIRpsu6) มีการพัฒนาของโรคมากที่สุดคือ 32, 23.25 และ 21.25 ตามลำดับ ในขณะที่ยางพาราพันธุ์พื้นเมืองที่เก็บจาก ต. สระกระพังสุรินทร์ ต. บางรัก และ ต. วังวิเศษ จ. ตรัง มีการพัฒนาของโรคน้อย เพียง 8.25 5.67 และ 1.5 (ตารางที่ 10) แสดงให้เห็นว่า อาการของโรครากขาวมี แนวโน้มทวีความรุนแรงมากขึ้น เมื่อยางพารามีอายุมากขึ้น โดยอาการของโรคจะเริ่มพัฒนาที่พุ่มใบก่อน จากนั้นลุกลามไปทั่วทั้งต้น ทำให้ใบยางพาราเหี่ยว จนกระทั่งยืนต้นตายได้

ตารางที่ 10 การวิเคราะห์พื้นที่ใต้เส้นการพัฒนาของโรคในรากยางพารา 12 โคลน ที่ระดับความลึกดินต่างๆ

ชื่อพันธุ์	พื้นที่ใต้เส้นการพัฒนาของโรค						ค่าเฉลี่ย
	0-15	15-30	30-45	45-60	60-75	75-90	
EIRpsu 6	0	13.75a	21.25ab	35.75	21.25	16	18
EIRpsu 8	3.5	3.5bc	13.75bc	19.25	17.75	16.5	12.38
EIRkan	3.5	14.25a	23.25ab	20	8	4.25	12.21
EIRmark	0	0c	32a	23.75	24	28.75	18.08
EIRsakra	1.5	7.5d	8.25bc	9.25	16	14.25	9.46
EIRtr	0	0c	5.67bc	13	3	1.5	3.86
EIRws	1.5	1.5c	1.5c	25.25	21.25	17.5	11.42
EIRwang	0	11.75ab	17.75abc	19.75	15.5	10.25	12.5
EIRdee	0	0c	12bc	12	14.75	6	7.46
EIRhuai	3.75	3.75bc	16.5abc	23.25	23.5	23.25	15.67
GT1su	3.75	3.75bc	16.5abc	16.25	10.75	9.25	10.04
RRIM 600	0	0 c	12.25bc	15.5	18	14	9.96
P=0.05	ns	*	*	ns	ns	ns	ns
CV(%)	295.27	111.26	64.86	59.19	85.57	82.10	74.34

* มีความแตกต่างกันทางสถิติ วิเคราะห์โดยวิธี DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ns = มีความแตกต่างกันทางสถิติ วิเคราะห์โดยวิธี DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

AUDPC = พื้นที่ใต้เส้นการพัฒนาของโรค (Area under the disease progress curve)

การประเมินโรครากขาว

ในการประเมินโรครากขาวให้เป็นระดับคะแนนดังนี้ (ประยุกต์จากงานทดลองชุดที่ 2)

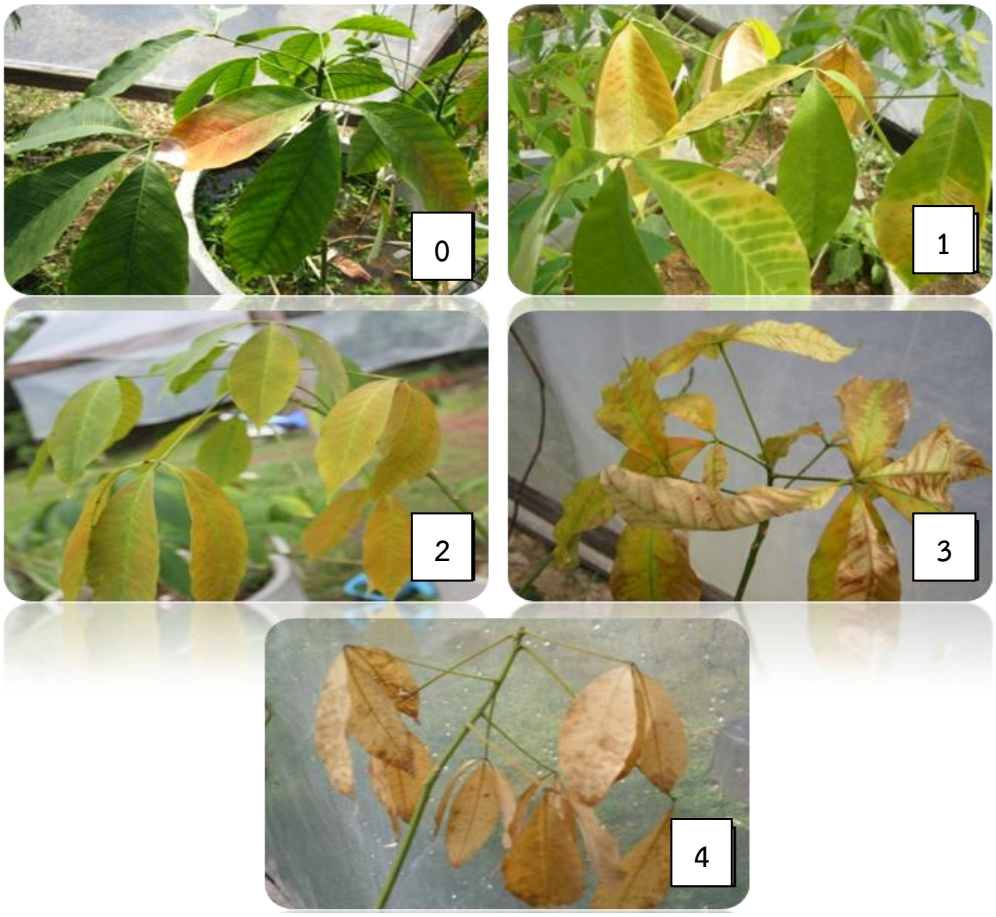
0 = ต้นสมบูรณ์ ไม่แสดงอาการของโรค ใบเขียว (HEALTHY)

1 = 1-25% ของใบทั้งหมด เปลี่ยนเป็นสีเหลืองอ่อน (YELLOWING)

2 = 26-50% ของใบทั้งหมด เปลี่ยนเป็นสีเหลือง และต้นเริ่มแห้ง (WILTING)

3 = 51-75% ของใบทั้งหมด สีเหลือง ต้นเหี่ยว แห้ง ร่วง หยุดการเจริญเติบโต (DEFOLIATION)

4 = 76-100% ของใบทั้งหมด ต้นเหี่ยวตาย (DEAD) ดังแสดงในภาพที่ 34-4

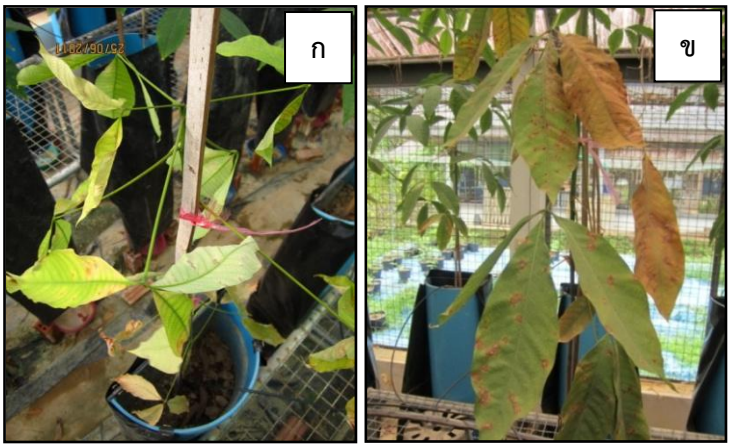


ภาพที่ 35 ระดับคะแนนการเกิดโรครากขาวที่ประเมินจากส่วนยอดของต้นยางพาราที่ถูกเชื้อเข้าทำลายจากระบบราก

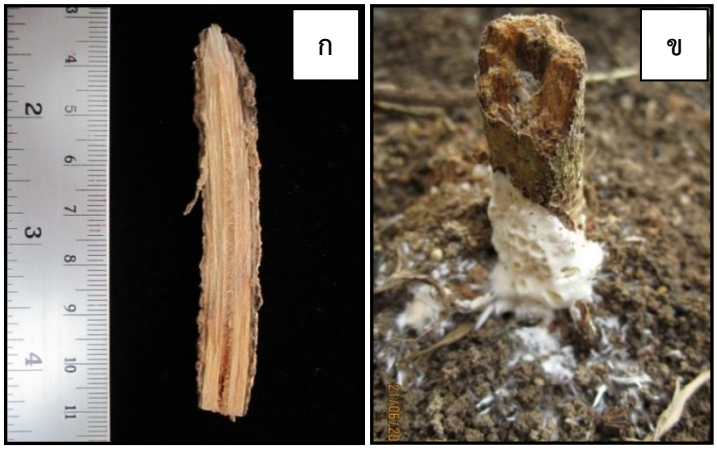
ลักษณะการแสดงอาการของโรครากขาวในยางพารา

จากการศึกษาพัฒนาการและลักษณะการแสดงอาการของโรครากขาว เป็นระยะเวลา 16 สัปดาห์ ในยางพาราพันธุ์พื้นเมือง 10 โคลน ยางพาราพันธุ์แนะนำ RRIM 600 และ GT1 ที่ปลูกเชื้อ *R. microporus* พบว่า ยางพาราแต่ละโคลนมีการพัฒนาของโรครากขาวแตกต่างกัน และเมื่อถึงสัปดาห์ที่ 4 พบว่ายางพาราที่เก็บจาก ต. กันตัง ต. วังวิเศษ และ ต. วังคีรี เริ่มถูก เชื้อเข้าทำลายตามลำดับ สำหรับยางพาราโคลนอื่นๆ ไม่พบการเข้าทำลายของเชื้อดังกล่าว แต่หลังจากปลูกเชื้อ 6, 8 และ 10 สัปดาห์ พบว่ายางพาราที่เก็บจากตำบลกันตัง ตำบลเขาวิเศษ และ GT1 แสดงอาการของโรคเพิ่มขึ้น และจากการคัดเลือกยางพารา 12 โคลน พบว่า ในระยะ แรกจะไม่พบอาการผิดปกติของต้นกล้ายางพารา ส่วนที่อยู่เหนือพื้นดิน แต่กลับมีเส้นใย ของเชื้อราสะสมอยู่ในดินเพียงเล็กน้อย แต่หลังจากปลูกเชื้อเป็นเวลา 8 สัปดาห์ พบว่ายางพาราเริ่มแสดงอาการที่ส่วนยอด โดยใบจะเปลี่ยนจากสีเขียวเป็นสีเหลือง เหี่ยว ขอบใบม้วนงอ แต่ก้านใบและลำต้นยังมีลักษณะเป็นปกติ (ภาพที่ 36ก) แต่หลังจากปลูกเชื้อเป็นเวลา 11 สัปดาห์ พบว่า ยางพาราแต่ละโคลนแสดงอาการความรุนแรงเพิ่มขึ้น มีลักษณะของใบ ก้านใบ และลำต้นแห้ง ต่อมาใบจะร่วงและยืนต้นตายเร็วกว่าโคลนอื่นๆ (ภาพที่ 36ข และภาพที่ 37ก) เมื่อขุดดูบริเวณรากจะปรากฏเส้นใยสีขาวแตกสาขา

เป็นร่างแห เจริญปกคลุมและเกาะติดกับผิวราก (ภาพที่ 26ข) โดยเฉพาะยางพาราพันธุ์ GT1su มีการทำลายของเชื้อโรครากขาว 50% ของจำนวนต้นทั้งหมด (ตารางที่ 11) ในขณะที่ยางพาราพันธุ์พื้นเมืองที่เก็บจากบริเวณใกล้สระกะพังสุรินทร์ ต. ทับเที่ยง อ. เมือง จ. ตรัง (EIRsakra) ต. บางรัก จ. ตรัง (EIRtr) คณะทรัพยากรธรรมชาติ (EIRpsu6) และคณะการจัดการสิ่งแวดล้อม (EIRpsu8) มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่ จ. สงขลา มีแนวโน้มทนทานต่อโรคมากกว่าพันธุ์อื่นๆ



ภาพที่ 36 ลักษณะของใบยางพาราที่เกิดจากการเข้าทำลายของเชื้อ *R. microporus*
ก) ก้านใบและลำต้นยังมีลักษณะเป็นปกติ ข) ลักษณะของใบ ก้านใบ และลำต้นแห้ง



ภาพที่ 37 ลักษณะยางพาราพันธุ์ GT1 ที่เกิดจากการเข้าทำลายของเชื้อ *R. microporus*
ก) ลักษณะลำต้น และ ข) ลักษณะของราก หลังจากเชื้อเข้าทำลายราก

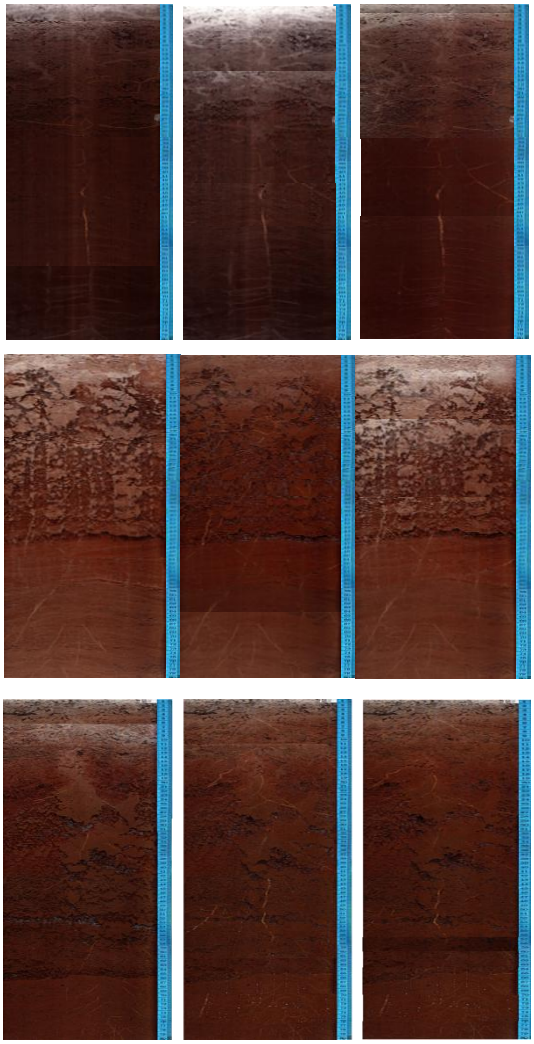
ตารางที่ 11 การเกิดโรครากขาวของในยางพาราแต่ละโคลน

ชื่อพันธุ์	จำนวนต้นที่ถูกเชื้อโรครากขาว /จำนวนต้นทั้งหมด	คะแนนความรุนแรงของโรค (16 สัปดาห์)
EIRpsu 6	0 / 4	0
EIRpsu 8	0 / 4	0
EIRkan	2 / 4	4
EIRmark	1 / 4	2
EIRsakra	0 / 4	0
EIRtr	0 / 4	0
EIRws	2 / 4	4
EIRwang	1 / 4	4
EIRdee	1 / 4	4
EIRhuai	1 / 4	4
GT1su	2 / 4	4
RRIM 600	1 / 4	4

3.6 การทดสอบความทนทานในแปลงปลูกที่มีการระบาดของโรครากขาว

จากผลการทดลองในชุดที่ 3 การทดสอบความทนทานในระดับโรงเรือน ขั้นตอนต่อไปคือการทดสอบความทนทานต่อการเข้าทำลายของโรคในแปลงที่มีการระบาดของโรคอยู่แล้ว คัดเลือกต้นกล้าจำนวน 3 แหล่ง แหล่งละ 4 ต้นคือ หน้าร้านขายยาเภสัช มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่ จ.สงขลา (EIRpsu1) คณะการจัดการสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่ (EIRpsu 8) และ RRIM 600 มาทำการปลูกทดสอบการระบาดของโรครากขาวในแปลงปลูก (ภาพที่ 38) พบว่า เมื่อระยะเวลาผ่านไป 7 เดือน ต้นกล้ายางพาราจากหน้าร้านขายยาเภสัช (EIRpsu1) เริ่มแสดงอาการของโรค 1 ต้นจาก 4 ต้น ในขณะที่ต้นกล้าอื่นๆ ยังคงเจริญตามปกติ

ภาพที่ 38 ต้นกล้าที่นำไปทดสอบการเข้าทำลายของเชื้อโรครากขาวในแปลงปลูก



ภาพที่ 39 ตัวอย่างโปรไฟล์ของรากที่ปลูกในแปลงที่มีระบาดของโรครากขาว เพื่อทดสอบการทนทานต่อโรคโดยใช้วิธีมินิไรโซตรอน ก) หน้าร้านขายยาเภสัช มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่ จ. สงขลา (EIRpsu1) ข) คณะการจัดการสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่ จ. สงขลา (EIRpsu8) และ ค) RRIM 600

สรุปผลการทดลอง

จากการศึกษาพันธุกรรมของต้นกล้ายางพาราที่ได้จากยางพันธุ์พื้นเมืองในแหล่งต่างๆ พบว่า มีความหลากหลายทางพันธุกรรมพอสมควร การประเมินการทนทานต่อการเข้าทำลายของโรครากขาว พบว่า ยางพาราพันธุ์พื้นเมืองที่เก็บจากบริเวณใกล้สระกะพังสุรินทร์ ต. ทับเที่ยง อ. เมือง จ. ตรัง (EIRsakra) ต. บางรัก (EIRtr) คณะทรัพยากรธรรมชาติ (EIRpsu6) และคณะการจัดการสิ่งแวดล้อม (EIRpsu8) มหาวิทยาลัย สงขลานครินทร์ มีแนวโน้มทนทานต่อโรคมากกว่าพันธุ์อื่นๆ ต้นกล้าเริ่มแสดงอาการของโรคในบริเวณส่วนใบประมาณ 8 สัปดาห์หลังปลูกเชื้อ และพบต้นกล้าที่อ่อนแอเริ่มตายที่อายุ 14-16 สัปดาห์

วิจารณ์ผล

การคัดเลือกต้นตอสำหรับใช้เป็นวัสดุปลูกยางพารา คุณสมบัติสำคัญของต้นตอ คือ มีระบบรากแข็งแรง เจริญเติบโตดี สามารถปลูกในสภาพดินที่ไม่สมบูรณ์ได้ และที่สำคัญต้องมีความทนทานต่อโรครากต่างๆ ได้ดีโดยเฉพาะโรครากขาว ดังนั้นในการศึกษาขั้นต้นจึงต้องศึกษาการเจริญและพัฒนาการของระบบรากก่อน แล้วจึงทำการประเมินการทนทานต่อโรค แม้ว่าในสองส่วนนี้จะไม่ได้มีความสัมพันธ์กันโดยตรง คือ หากรากเจริญ และพัฒนาการดี ไม่ได้หมายความว่าต้นกล้านั้นจะมีความต้านทานโรครากขาวได้ดีก็จริง แต่หากระบบรากมีความแข็งแรง ก็มีส่วนทำให้ต้นพืชทนทานต่อโรคได้ดีกว่าต้นที่มีระบบรากอ่อนแอ มีรายงานการระบาดของโรครากขาวตั้งแต่ปี พ.ศ. 2531 แต่ความรุนแรงของโรคไม่มากเหมือนปัจจุบัน ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากเชื้อมีการปรับตัวจากสภาพภูมิอากาศที่เปลี่ยนแปลง หรือที่รู้จักในนามของภาวะโลกร้อน นอกจากนี้อีกสาเหตุหนึ่งคือ ต้นตอที่ใช้ในปัจจุบัน จะได้จากเมล็ดพันธุ์ RRIM 600 เป็นส่วนใหญ่ เพราะพันธุ์พื้นเมืองที่เคยใช้เป็นต้นตอถูกโค่นทิ้งเกือบหมดแล้ว ดังนั้นฐานพันธุกรรมของต้นตอจึงแคบ ประกอบกับพันธุ์ RRIM 600 เป็นพันธุ์อ่อนแอต่อโรครากขาว (อุไร และคณะ, 2539) ดังนั้นการศึกษาศักยภาพของต้นตอที่ได้จากเมล็ดของยางพาราพันธุ์พื้นเมืองในการทนทานการเข้าทำลายของโรคดังกล่าวจึงมีความสำคัญ

จากการศึกษาการเจริญและพัฒนาการของระบบรากต้นกล้าจากโคลนยางพาราพันธุ์พื้นเมือง พบว่า จากการศึกษาการเจริญและพัฒนาการของต้นกล้ายางพาราที่ได้จากการเพาะเมล็ดของต้นพันธุ์พื้นเมืองจานวน 19 แหล่ง (รวมพันธุ์ RRIM 600, GT1 และ PB5/51) พบว่า ส่วนใหญ่การเจริญเติบโตและความหนาแน่นของระบบรากยางพาราทั้งพันธุ์พื้นเมืองและพันธุ์แนะนำเจริญได้ดีที่ระดับความลึก 20-60 เซนติเมตร การเจริญเติบโตของรากมากที่สุด ที่ระดับความลึกของดิน 20-40 เซนติเมตร ในต้นกล้ายางพาราพันธุ์พื้นเมืองจาก ต. บางรัก อ. เมือง จ. ตรัง และสวนสาธารณะ เทศบาลนครหาดใหญ่ จ. สงขลา มีการเจริญเติบโตของรากที่ดีมากกว่าต้นกล้าจากแหล่งอื่น นอกจากนี้แล้วการที่ผลการทดลองแสดงให้เห็นว่าความหนาแน่นรากของยางพาราที่ศึกษาพบมากในระดับความลึกมากกว่าปกติ อาจเนื่องจากในการทดลองเป็นการศึกษาการเจริญของรากจากต้นกล้าอายุประมาณ 6 เดือน ซึ่งเป็นต้นกล้าที่ได้จากการเพาะเมล็ดจึงมีระบบรากแก้วสมบูรณ์ ต่างจากต้นที่ปลูกในแปลงที่มีผู้ศึกษาก่อนหน้านี้ ที่เกือบทั้งหมดเป็นต้นตอตาหรือยางชำถุง ที่มีการตัดรากแก้วหลังจากการติดตา ปกติหากมีการตัดรากแก้ว จะเกิดรากแขนงบริเวณรอยตัดหรือใกล้รอยตัด จึงทาให้รากส่วนใหญ่ที่แตกใหม่อยู่ใกล้บริเวณผิวดินมากกว่า (Thaler and Pages, 1997) เมื่อเปรียบเทียบในกลุ่มต้นกล้าจากชุดพันธุ์พื้นเมืองด้วยกัน พบว่า ต้นกล้าที่มีระบบรากลึกและพัฒนาการดี ได้แก่ EIRph, PB5/51+EIR, EIRtr, EIR ws และ EIRkhk 1 ส่วนต้นกล้าจากกลุ่มพันธุ์แนะนำที่มีระบบรากลึกและพัฒนาการดี ได้แก่ PB 5/51 และ GT1 ที่เก็บจากจังหวัดสุราษฎร์ธานี (GT1su) การหาค่าความสัมพันธ์ของอัตราส่วนของน้ำหนักแห้งระหว่างรากต่อยอด พบว่า ยางพาราดั้งเดิมจากสวนสาธารณะเทศบาลนครหาดใหญ่ มีค่าสูงสุด คือ 1.44 ขณะที่ยางพาราพันธุ์ RRIM 600 มีค่าอัตราส่วนระหว่างรากต่อยอด คือ 1.16

จากการประเมินการเข้าทำลายของเชื้อโรครากขาวในต้นกล้ายางพาราที่ได้จากพันธุ์พื้นเมืองเมื่อตรวจสอบการเกิดโรคโดยการปลูกเชื้อ *R. microporus* กับต้นกล้ายาง พบว่า หลังปลูกเชื้อตั้งแต่ 60 วันขึ้นไป เชื้อรา *R. microporus* ทำให้ต้นกล้าแสดงอาการของโรค และตายเพิ่มขึ้น โดยต้นกล้าจากโคลนที่มีจำนวนต้นตายและแสดงอาการของโรคน้อยที่สุดคือ ยางพาราพันธุ์พื้นเมืองจาก ต. น้ำน้อย อ. หาดใหญ่ จ. สงขลา (25%) และสายพันธุ์ที่มีจำนวนต้นกล้าตาย มีการแสดงอาการของโรคมากที่สุดคือ RRIM 600 (100%) และ GT1 (100%) ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของอุไร และคณะ (2539) ในการคัดพันธุ์ต้านทานต่อโรครากขาว โดยการปลูกเชื้อกับต้นกล้ายางพันธุ์แนะนำของปี 2536 พบว่า พันธุ์ PR 261 มีต้นตายน้อยที่สุด

(53%) และพันธุ์ RRIM 600 มีต้นตายมากที่สุด (60%) และเมื่อปล่อยให้เชื้อเข้าทำลาย เป็นระยะเวลานาน พบว่า ต้นกล้าที่เป็นโรครากขาวจะมีจำนวนต้นตายเพิ่มขึ้น แต่ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ นอกจากนี้ยังมีรายงานว่า ต้นกล้ายางจะแสดงอาการของโรคและตายเพิ่มขึ้นตามระยะเวลาหลังปลูกเชื้อ (อารมณ์, 2541) จากผลการศึกษาความรุนแรงในการเกิดโรคของยางพาราในแต่ละสายพันธุ์ในโรงเรือน พบว่า ยางพาราในแต่ละสายพันธุ์แสดงอาการรุนแรงของโรครากขาวไม่เท่ากัน

จากการทดลองในครั้งนี้สามารถที่จะคัดเลือกสายพันธุ์ของยางพาราที่มีความทนทานต่อโรคได้ในระดับหนึ่ง เพื่อใช้ทดสอบในแปลงปลูกจริงที่มีการระบาดของโรคอยู่แล้วจากสองการทดลอง พบว่า ต้นกล้าจากโคลนที่มีแนวโน้มสามารถทนทานต่อโรครากขาวได้ มีจำนวน 4 โคลนด้วยกันคือ EIRsakra, EIRtr, EIRpsu6, EIRpsu 8 แต่เนื่องจากมีข้อจำกัดในการได้มาซึ่งเมล็ดยางในแต่ละโคลน การทดสอบในแปลงปลูกจริง จึงสามารถทำได้เพียงสองโคลนคือ ต้นกล้าจากโคลนคณะวิทยาการสิ่งแวดล้อม และคณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ (EIRpsu6 และ EIRpsu8) โดยปลูกเปรียบเทียบกับต้นกล้าพันธุ์RRIM 600 และต้นกล้าอ่อนแอที่เก็บภายในมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ (EIRpsu1) สำหรับปลูกในแหล่งที่มีโรครากขาวระบาด การทดลองในแปลงปลูกใช้เทคนิคไรโซตรอน เช่นกัน แต่เป็นการปลูกต้นกล้านอกท่ออะคิลิค เพื่อใช้กล้องถ่ายภาพระบบรากที่ถูกรุกรานโดยเชื้อราโรครากขาว ซึ่งในการทดลองครั้งนี้หลังปลูกได้ทำการปลูกเชื้อเพิ่มเติมให้กับแต่ละต้น เพื่อให้มั่นใจว่ามีเชื้อราในดิน ซึ่งผลการทดลองปลูกในระยะเวลา 7 เดือน พบว่า ต้นกล้ายางพาราจากหน้าร้านขายยาเภสัช (EIRpsu1: ต้นอ่อนแอ) เริ่มแสดงอาการของโรคและตาย 1 ต้นจาก 4 ต้น ในขณะที่ต้นกล้าอื่นๆ ยังคงเจริญตามปกติ จากผลการทดลองแสดงให้เห็นว่าระดับความอ่อนแอของต้นกล้าจากโคลนต่างๆ มีความแตกต่างกัน แม้ต้นกล้ายางพาราพันธุ์ RRIM 600 มีรายงานว่าอ่อนแอต่อการเข้าทำลายของโรครากขาว แต่ก็ยังน้อยกว่าต้นกล้าจากโคลน EIRpsu1 อย่างไรก็ตาม เนื่องจากระยะเวลาที่ทำการทดลองเพียง 7 เดือนอาจน้อยเกินไปสำหรับการเข้าทำลายของโรค จึงต้องมีการตรวจสอบความทนทานอีกเป็นระยะๆ นอกจากนี้ ในช่วงเวลาที่ทำการทดลองเป็นช่วงที่สภาพอากาศมีความแปรปรวน อาจมีผลทำให้การแพร่ระบาดของโรคไม่สม่ำเสมอ เนื่องจากโรครากขาวจะแพร่ระบาดมากในช่วงฤดูฝน ช่วงที่ทำการทดลอง อากาศค่อนข้างแห้งแล้ง (กันยายน 2556 ถึงเมษายน 2557) เนื่องจากฝนทิ้งช่วงเป็นระยะเวลานาน เพิ่งมีฝนตกในช่วงปลายของการเก็บข้อมูล มีรายงานว่าการระบาดและความรุนแรงของโรครากขาวขึ้นอยู่กับปัจจัยสิ่งแวดล้อมหลายประการ อาทิเช่น ลักษณะดิน pH ปริมาณน้ำในดิน และปริมาณฝน (Soekirman, 2006) นอกจากนี้แล้วการศึกษาครั้งนี้ใช้ตัวอย่างค่อนข้างน้อย (จากสาเหตุค่าใช้จ่ายในการติดตั้งไรโซตรอน และข้อจำกัดอื่นๆ ในแปลงทดลองของเกษตรกร) ทำให้ผลที่ได้อาจยังไม่ชัดเจนนัก จึงมีความจำเป็นต้องทดลองซ้ำ และใช้ปริมาณต้นกล้าเพิ่มขึ้นในปีถัดไป

สรุป

จากการศึกษาการเจริญเติบโตและพัฒนาการของต้นกล้าที่ได้จากยางพาราพันธุ์พื้นเมืองโดยใช้เทคนิคไรโซตรอน พบว่า ระบบรากของต้นกล้าจากต้นพันธุ์พื้นเมืองส่วนใหญ่มีการเจริญเติบโตดี มีระบบรากลึก รวมทั้งต้นกล้าจากพันธุ์ PB5/51 และ GT1 เมื่อเทียบกับต้นกล้าของพันธุ์ RRIM 600 ส่วนการประเมินความทนทานเชื้อโรครากขาวกับต้นตอที่ได้จากการเพาะเมล็ดที่เก็บจากแหล่งต่างๆกันพบว่าต้นกล้าจากโคลนในมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ จ. สงขลา จำนวน 2 โคลน (EIRpsu6 และ EIRpsu 8) และจากจังหวัดตรังจำนวน 2 โคลน (EIRsakra และ EIRtr) แสดงความทนทานต่อโรคได้ดีกว่าต้นกล้าจากแหล่งอื่น

เอกสารอ้างอิง

กมลรัตน์ คงเหล่า. 2549. ศึกษาการแพร่กระจายของรากยางพารา 10 สายพันธุ์. ปัญหาพิเศษระดับบัณฑิตศึกษา ภาควิชาพืชศาสตร์คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

กษิดิศ ดิษฐบรรจง. 2543. การพัฒนาระบบการขยายพันธุ์เพื่อรองรับการฝากถ่ายยีนในยางพารา (*Hevea brasiliensis* Muell.Arg.) I. การเกิด Somatic embryogenesis. วารสารยางพารา 20: 4-11.

กัลยา ประพาน และ กรรณิการ์ ธีระวัฒนาสุข. 2544. การใช้เทคโนโลยีชีวภาพในการเพิ่มประสิทธิภาพการปรับปรุงพันธุ์ยาง. เอกสารประกอบการประชุมวิชาการยางพารา ครั้งที่ 1 ประจาปี 2544 สถาบันวิจัยยาง กรมวิชาการเกษตร ณ โรงแรมเชียงใหม่ฮิลล์ อ.เมือง จ. เชียงใหม่. วันที่ 20-22 กุมภาพันธุ์ 2544. หน้า 38-54.

ชูสิทธิ์ โอภาสวงศ์ และเวท ไทยนุกูล. 2542. 100 ปียางพาราไทย. วารสารยางพาราไทย 2 (2): 14-20.

นพรัตน์ บำรุงรักษ์ .2536. ยางพารา .*ใน* พืชหลักปักษ์ใต้ หน้า 34 - 50. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์. ปิรามิด.

นุชนารถ กังพิศดาล และ อรวรรณ ทองเนื้องาม. 2550. ศักยภาพการผลิตยางของไทย. วารสารยางพารา .52-42 :28

พเยาว์ ศรีสอ้าน. 2541. ผลกระทบของโรคยางต่อการผลิตยางประเทศไทย. วารสารยางพารา 16: 102-108.

พายัพ นามประเสริฐ. 2538. ยางพารา: พืชเศรษฐกิจของประเทศไทย. วารสารวิทยาศาสตร์ 49: 123-124.

รัตน์ เพชรจันทร .2514. ยางพารา .สำนักงานกองทุนสงเคราะห์การทำสวนยาง กระทรวงเกษตรและสหกรณ์,กรุงเทพฯ.

เรวัตร เลิศฤทัยโยธิน. 2541. ข้าวโพด *ใน* พฤกษศาสตร์พืชเศรษฐกิจหน้า . 12-19. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

สถาบันวิจัยยาง กรมวิชาการเกษตร .2546. คำแนะนำพันธุ์ยางปี 2546. กรุงเทพฯ: กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

สถาบันวิจัยยาง กรมวิชาการเกษตร. 2547. ผลงานวิจัยและพัฒนายางพาราปี 2537- 2546. กรุงเทพฯ: กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

สถาบันวิจัยยาง กรมวิชาการเกษตร. 2556. อนาคตยางพารากับประชาคมเศรษฐกิจอาเซี่ยน. วารสารยางพารา ฉบับอิเล็กทรอนิกส์ 34: 7-16.

สนิท สโมสร. 2523. ยางพารา *ใน* พืชสำคัญในภาคใต้. หน้า 1 - 29. สงขลา: ภาควิชาพืชศาสตร์ คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

สุวิมล กลศึก. 2544. การศึกษาจำนวนชุดโครโมโซมและแยกความแตกต่างระหว่างลองกอง ลางสาด และดูกู (*Lansium domesticum* Correa) โดยใช้เทคนิค RAPD (Random Amplified Polymorphic DNA). วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรามหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

อารมณ์ โรจน์สุจิตร. 2541. โรครากขาว [Rigidoporus lignosus (Klotzsch) Imaz.] ของยางพาราและแนวทางการควบคุมโดยชีววิธี.วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ .

อุไร จันทรประทิน .2539. โครงการวิจัยโรครากขาวของยางพารา ประจำปี 2539. รายงานผลโครงการวิจัย แผน งานวิจัยและพัฒนายาง สถาบันวิจัยยาง กรมวิชาการเกษตร หน้า .329-334.

อุดม พูลเกษ. 2541. ยางพารา. *ใน* พฤกษศาสตร์พืชเศรษฐกิจ หน้า 196 - 202. กรุงเทพฯ: สานักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

Cardinal, A. B. B., Goncalves, P.D.S. and Martins, A.L.M. 2007. Stock-scion interactions on growth and rubber yield of *Hevea brasliensis*. Scientia Agricola 64: 235-240

.

Cipriani, G., Frzza, G., Peterlunger, E. and Testolin, R.; 1994. Grapevine fingerprinting using microsatellite repeats. Vitis 33: 211-215.

Claros , M.G., Crespillo, R.M. Aguilat, L. and Canovas, F.M. 2000. DNA fingerprinting and classification of geographically related genotypes of olive-tree (*Olea europaea* L.). Euphutic 116: 131-142.

Degani, C., Rowland, L.J., Saunders, J.A. Hokanson, S.C., Ogden, E.L., Goldhirsh, A.G. and Gallette, G.J. 2001. A comparison of genetic relationship measures in strawberry (*Fragaria X ananassa* Duch.) base on AFLPs, RAPDs and pedigree data. Euphytica 117:1-12.

Doyle, J. J. and J. L. Doyle. 1990. Isolation of plant DNA from fresh tissue. Focus 12: 13 - 15.

Feng, A., Lingxue.,K., Lidan,G., Zhenhui, W. and Weifu, L. 2011. Involvement of rootstock and their hydraulic conductance in drought resistance of grafted rubber trees. African Journal of Biotechnology 10(51): 10393-10404.

Guyot, J. and Flori, A. 2002. Comparative study for detecting Rigidoporus lignosus on rubber

Halle, F. 1978. Tropical Tree and Forest: an Architectural Analysis (*eds*. R.A.A. Oldman and P.B. Tomlinson): 392-411. Berlin: Springer - Verlag.

Hood, A.I. 2006. The Mycology of the Basidiomycetes. 46–49. In Proceeding of Heart Rot and Root Rot in Tropical Acacia Plantation. Yogykarta, Indonisia.

Jaccard , P.1908. Nouvellers recherches sur la distribution florale. Bulletin de la Sociète Vaudense des Sciences Naturelles 44: 233-270.

Kaewchai, S., Soytong, K. and Hyde, K.D. 2009. Mycofungicides and fungal biofertilizers. Fungal Diversity 38: 25-50.

Kaundun, S. S., Zhyvoloup, A. and Park, Y.2000. Evaluation of the genetic diversity among elite tea (*Camellia sinensis* var. *sinensis*) accessions using RAPD markers. Euphytica Volume 115, Issue 1, pp 7-16.

Louanchi, M. Robin, P., Michels, T. Balesdent, M.H., and Despreaux, D. 1996. *In* Vitro Characterization and in Vivo Detection of Rigidoporus lignosus, the Causal Agent of White Root Disease in *Heavea brasiliensis*, by ELISA Techniques. European Journal of Plant Pathology, 102 (1), 33–44.

Parejo, *J*., Minguez, S., Sella, J. and Espinas, E. 1995. Sixteen years of monitoring the cultivar Xarello (Vitis vinifera L.) on several rootstocks. Acta Horticulturae 388: 123-128.

Prakash, G.S. and Reddy, N.N. 1990. Effect of different rootstocks on budbreak in grape *cv.* Anab-e-Shahi. Crop Research 3: 51-55.

Reynolds, A.G. and Wardle, D.A. 1995. Performance of 'Gewurztraminer' (Vitis vinifera L.) on thee root systems. Fruit Varieties Journal 49: 31-33.

Rohlf, F.J. 2002. NTSYS – pc. Numerical Taxonomy and Multivariate Analysis System, Version- 2.1. New York: Applied Biostatistics.

Saiki, R.K., Gelfond, D.H., Stoffel, S., Scharf, S.J., Higucni, R., Horn, G.T., Mullis, K.M. and Erlich, N.A. 1988. Primer directed enzymatic amplification of DNA with a thermosble DNA polymerase. Science 239: 487-491.

Soekirman, P. 2006. Current status white root disease on Hevea rubber in Indonesia. Paper presented in the International Workshop on White Root Disease of Hevea Rubber. 28 November 2006, Salatiga, Indonesia. 6 pages.

Thaler P. and Pagès L. 1997. Competition within the root system of rubber seedlings (*Hevea brasiliensis)* studied by root pruning and blockage. Journal of experimental Botany 48: 1451-1459.

Thorman, C. E., Ferreira, M. E., Camargo, L. E. A., Tivang, J. G. and Osbom, T. C. 1994. Comparison of RFLP and RAPD markers to estimating genetic relationship within and among cruciferous species. Theor. Appl. Genet. 88: 973 - 980.
trees. Crop Protection 21(6): 461-466.

Winter, P. and Kahl, G. 1995. Molecular marker technologies for plant improvement. World Journal of Microbiology and Biotechnology 11: 438 - 448.

Wolf, T.K. and Pool, R.M. 1988. Effect of rootstock and nitrogen fertilization on the growth and yield of Chardonnay grapevines in New York. American Journal of Enology and Viticulture 39: 29-33.

ภาคผนวก

สมบัติของดิน

จากการวิเคราะห์สมบัติทางเคมีและกายภาพของดินที่ใช้ทำการทดลอง พบว่าดินมีความเป็นกรดเล็กน้อย (pH 5.94) สารประกอบอินทรีย์ 1.54 เปอร์เซ็นต์ ปริมาณอินทรียวัตถุในดิน (OM) 2.65 ปริมาณไนโตรเจน 0.13 เปอร์เซ็นต์ ปริมาณธาตุฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ต่อพืช (P) 61.88 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ปริมาณธาตุโพแทสเซียมที่สกัดได้ (K) 911 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และความอุดมสมบูรณ์ของดินต่ำ คือ มีธาตุอาหารที่เป็นประโยชน์ต่อพืช เช่น แคลเซียม แมกนีเซียมต่ำ (ตารางภาคผนวก)

ตารางภาคผนวก สมบัติบางประการของดินที่ใช้ในการทดลอง

สมบัติดิน	ค่าวิเคราะห์
pH	5.94
Organic. C (%)	1.54
Organic matter	2.65
Nitrogen (%)	0.13
Available P (mg/kg)	61.88
Available K (mg/kg)	911.00
Exch. Ca (cmol/kg)	3.17
Exch. Mg (cmol/kg)	1.11

วารสารเกษตรพระจอมเกล้า 30:3 (78-86)

ศึกษาการเจริญเติบโตของรากต้นกล้ายางพาราพันธุ์ดั้งเดิมเพื่อใช้เป็นต้นตอด้วยเทคนิคไรโซตรอน

Study on the Root Growth of Early Introduced Rubber Tree Seedlings for Rootstock Using Rhizotron Technique

กษมา เชิงฉลาด[1,2] จรัสศรี นวลศรี[1] และสายัณห์ สดุดี[1]

บทคัดย่อ

ศึกษาการเจริญเติบโตของรากยางพาราพันธุ์ดั้งเดิม ที่เก็บจากแหล่งต่าง ๆ ภายใน จ. สงขลา ตรัง สุราษฎ์ธานี และระนอง เปรียบเทียบกับยางพาราพันธุ์ RRIM 600 โดยใช้เทคนิคไรโซตรอน โดยการย้ายปลูกต้นกล้ายางพาราอายุ 6 เดือนในไรโซบอค ที่มีพื้นที่หน้าตัดขนาด 40 x 100 เซนติเมตร วางแผนการทดลองแบบ CRD จำนวน 18 โคลนๆ ละ 4 ซ้ำๆละ 1 ต้น บันทึกข้อมูลของต้นกล้ายางพาราโคลนต่างๆ ตั้งแต่อายุ 6 เดือน ทุก 2 สัปดาห์ เป็นระยะเวลา 5 เดือน ข้อมูลที่จดบันทึกประกอบด้วย ความยาวยอด ความยาวราก และน้ำหนักแห้ง จากผลการศึกษาพบว่า การเจริญเติบโตของรากพบมากที่สุด ที่ระดับความลึกของดิน 20-40 เซนติเมตร ต้นกล้ายางพาราจากสวนสาธารณะ เทศบาลนครหาดใหญ่ จ.สงขลา มีการเจริญเติบโตของรากที่ดีมากกว่าต้นกล้าจากแหล่งอื่น การหาค่าน้ำหนักแห้งโดยรวม พบว่ายางพาราดั้งเดิมจากสวนสาธารณะ เทศบาลนครหาดใหญ่ มีค่าสะสมน้ำหนักแห้งสูงสุด คือ 213.21 กรัม ขณะที่ยางพาราพันธุ์ RRIM 600 มีค่าสะสมน้ำหนักแห้งเพียง 112.9 กรัม

คำสำคัญ : ต้นตอยางพารา เทคนิคไรโซตรอน พัฒนาการราก อัตราส่วนระหว่างรากต่อยอด

Abstract

Root development of early introduced rubber clones from various sources in Songkhla, Trang, Suratthani and Ranong provinces were studied by the use of Rhizotron technique. Six month-old of 18 early introduced rubber clones including RRIM 600 as a control were transplanted into 40 x 100 cm rhizobox. The experimental design was CRD with 4 replications, one plant per rhizobox. The following data, root and shoot length and dry weight, were recorded at 2- week interval for 5 months. Results indicated that the most active roots were located within 20-40 cm under the soil surface. Early introduced rubber clones seedlings from Hat Yai central park showed significantly higher root growth than RRIM 600 and other clones. Total dry weigth of seedlings from Hat Yai central park clones were average 213.21 g while 112.9 g was recorded for total dry weight of RRIM 600.

Key words: Root development, Rhizotron technique, Shoot- root ratio, rootstock

[1]ภาควิชาพืชศาสตร์ คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่ จ.สงขลา 90112
[2]ศูนย์ความเป็นเลิศด้านเทคโนโลยีชีวภาพเกษตร สานักพัฒนาบัณฑิตศึกษาและวิจัยด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษา กรุงเทพฯ 10900

คำนำ

ยางพาราเป็นพืชเศรษฐกิจที่มีความสำคัญยิ่งในปัจจุบัน ความต้องการยางธรรมชาติทั่วโลกเพิ่มมากขึ้น ประเทศไทยนับเป็นผู้นำในการผลิตยางธรรมชาติและจำหน่ายสู่ตลาดโลก พื้นที่ปลูกยางพารารวมทั้งประเทศประมาณ 17.96 ล้านไร่ (สมบูรณ์, 2553) ในปี 2552 ประเทศไทยผลิตยางธรรมชาติจำนวน 3.16 ล้านตัน (สถาบันวิจัยยาง, 2554) ในอดีตยางพาราที่ปลูกมีต้นตอเป็นเมล็ดจากต้นยางพาราที่นำเข้ามาปลูกในประเทศไทยในช่วงแรกๆ ในที่นี้จึงเรียกเป็นพันธุ์ดั้งเดิมและติดตาด้วยพันธุ์ดี ต้นจึงมีความแข็งแรงตามธรรมชาติ และสามารถทนทานต่อเชื้อสาเหตุของการเกิดโรคที่รากได้ดี ปัจจุบันพันธุ์ยางพาราที่ปลูกในประเทศไทยประมาณ 75 % เป็นยางพันธุ์ RRIM600 ที่เหลือเป็นยางพาราพันธุ์ดีอื่นๆ ที่แนะนำโดยหน่วยงานราชการ ยางพันธุ์ดั้งเดิมจึงเริ่มสูญหายไป เมล็ดที่ใช้ผลิตต้นตอส่วนใหญ่จึงเป็นเมล็ดจากการผสมเปิดของพันธุ์ RRIM 600 ซึ่งคาดว่าน่าจะเป็นส่วนหนึ่งที่ทำให้การระบาดของโรครากขาวรุนแรงในปัจจุบัน เพราะฐานพันธุกรรมแคบ นอกจากนี้ยังมีการรายงานว่าพันธุ์ RRIM 600 เป็นพันธุ์ที่อ่อนแอต่อการเข้าทำลายของโรครากขาว จากการทดสอบการตอบสนองของยางพันธุ์ต่างๆ ต่อโรครากขาว เช่น RRIM600 BPM24 PB5/51 พบว่าไม่มีพันธุ์ใดต้านทานโรครากขาวเลย (สถาบันวิจัยยาง, 2547) จากการศึกษาของกมลรัตน์ (2548) พบว่าพันธุ์ดั้งเดิมมีระบบรากที่แข็งแรง และเจริญเติบโตดีกว่าพันธุ์ RRIM 600 ระบบรากที่แข็งแรงและเจริญเติบโตได้ดีอาจมีส่วนสำคัญ ที่ทำให้พืชทนทานต่อโรคราก และสภาพแวดล้อมที่ไม่เหมาะสม ดังนั้นการเปรียบเทียบการเจริญและพัฒนาการของระบบรากของต้นกล้ายางพาราพันธุ์ดั้งเดิมจากแหล่งต่างๆ กับพันธุ์ RRIM 600 จึงเป็นแนวทางหนึ่งที่อาจจะใช้ในการคัดเลือกพันธุ์ยางพาราที่เหมาะสมสำหรับใช้เป็นต้นตอ รวมไปถึงนำไปสู่การคัดพันธุ์ต้นตอต้านทานโรครากขาวได้อีกด้วย

เนื่องจากรากพืชเป็นอวัยวะที่สำคัญของพืช ที่ทำหน้าที่ในการดูดน้ำและธาตุอาหารไปเลี้ยงต้นพืช ซึ่งช่วยให้พืชมีการเจริญเติบโตและพัฒนาได้เป็นปกติ แต่เนื่องจากเป็นส่วนของพืชที่ยากต่อการศึกษาเพราะเป็นส่วนที่อยู่ใต้ดิน ทำให้การวิจัยด้านนี้ค่อนข้างจำกัดเมื่อเปรียบเทียบกับการศึกษาโดยใช้ส่วนอื่น ๆ ของพืช วิธีการศึกษาทำได้ยาก ใช้แรงงานและทุนในการศึกษาค่อนข้างสูง จึงได้มีการนำเทคนิคต่าง ๆ มาช่วยในการศึกษา การคัดเลือกเพื่อการปรับปรุงพันธุ์โดยการศึกษาระบบรากทางตรงมีหลายวิธี เช่น Trench profile, Core sampling, Framed monolith, Pinboard และ Minirhizotron (Caldwell and Virginia,1989) ต่อมา Doussan *et al.* (2006) ได้ทำการพัฒนาโดยปลูกพืชในกระบะสำหรับปลูกหรือไรโซตรอน ซึ่งเป็นวิธีที่ประยุกต์ร่วมกันระหว่างเทคนิค trench profile และเทคนิคมินิไรโซตรอนแบบเก่า ไรโซตรอนที่ประยุกต์แล้วทำด้วยแผ่นอะคริลิคใส และให้ระบบน้ำอัตโนมัติ และปลูกเลี้ยงภายในโรงเรือน เมื่อปลูกพืชจะทำการบันทึกพัฒนาการของระบบรากโดยใช้ปากกาเขียนแผ่นใสแบบถาวรวาดการเจริญของรากแต่ละครั้งบนแผ่นพลาสติกใสซึ่งทาบตรงบริเวณหน้าตัดของไรโซตรอน เพื่อศึกษาการเจริญเติบโตและพัฒนาการของรากพืช แล้วนำมาวิเคราะห์การเจริญเติบโตโดยการนับจุดตัดบนแผ่น Grid line วิธีดังกล่าวเป็นวิธีที่สะดวกสามารถศึกษาได้อย่างต่อเนื่อง ประหยัดแรงงานและได้รับการยอมรับ เทคนิคไรโตรอนเป็นวิธีการที่สามารถศึกษาหรือติดตามการเจริญของรากได้ โดยไม่ทำลายระบบราก (Kirkham *et al.*,1998) การวิจัยครั้งนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อการคัดเลือกต้นตอยางพาราที่เหมาะสมสำหรับการปลูกสร้างสวนยางอย่างยั่งยืน โดยการคัดเลือกจากยางพาราพันธุ์ดั้งเดิม ก่อนที่พันธุ์ยางเหล่านี้จะสูญหายไป นอกจากนี้พันธุ์ยางที่ผ่านการคัดเลือก ยังสามารถใช้เป็นแหล่งพันธุกรรมสำหรับการปรับปรุงพันธุ์ยางในอนาคต

อุปกรณ์และวิธีการ

เมล็ดยางพาราพันธุ์ดั้งเดิมที่นำมาเพาะส่วนหนึ่งได้มาจากต้นยางพาราจากภายในพื้นที่จ.สงขลา และจ.ตรัง ที่มีอายุประมาณ 50 ปีขึ้นไป คัดเลือกมาศึกษา 13 ต้น ได้แก่ ต้นยางพาราพันธุ์ดั้งเดิมจากภายในมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่ จ.สงขลา 6 ต้น จาก อ.คลองหอยโข่ง จ.สงขลา 2 ต้น จากสวนสาธารณะเทศบาลนคร

หาดใหญ่ จ.สงขลา 1 ต้น จากวัดภูเขาล้อม จ.สงขลา 1 ต้น พิพิธภัณฑ์บ้านพระยารัษฎานุประดิษฐ์ อ.กันตัง จ.ตรัง 1 ต้น แปลงเกษตรกร ต.บางรัก อ.เมือง จ.ตรัง 1 ต้น และบริเวณลานธรรมะ โรงเรียนวังวิเศษ อ. วังวิเศษ จ.ตรัง 1 ต้น นอกจากนี้ยังคัดเลือกเมล็ดพันธุ์ยางพาราพันธุ์แนะนำเพิ่มเติม 5 พันธุ์ ได้แก่ GT1 จาก จ.สงขลา จ.ระนอง และ จ.สุราษฎร์ธานี PB5/51 จาก ต.บางดี จ.ตรัง และ ยางพาราพันธุ์ PB5/51 ปลูกร่วมกับ ยางพาราพันธุ์ดั้งเดิม จาก ต.นาวง จ.ตรัง ซึ่งยางพาราทุกแหล่งที่กล่าวข้างต้นนำมาปลูกเปรียบเทียบกับยางพาราพันธุ์ RRIM 600 รวมทั้งสิ้น 19 ต้น (Table 1) โดยคัดเลือกเมล็ดยางพาราพันธุ์ดั้งเดิมที่มีความสมบูรณ์ ไม่เป็นโรค เพาะลงในตะกร้าพลาสติกบรรจุทรายและขุยมะพร้าวอัตราส่วน 1:1 รดน้ำทุกวันเช้า-เย็น หลังจากต้นกล้ายางพาราอายุ 6 เดือน ทำการคัดเลือกต้นกล้า แหล่งละ 4 ต้น (ซ้ำ) ความสูงของต้นที่คัดเลือกประมาณ 50 เซนติเมตร และมี 2 ฉัตรขึ้นไป นำมาปลูกเพื่อศึกษาการเจริญเติบโตและความแข็งแรงของรากยางพาราโดยเทคนิคไรโซตรอน ซึ่งประยุกต์มาจากเทคนิคมินิไรโซตรอนของ Doussan *et al.* (2006) วางแผนการทดลองแบบ CRD (Completely Randomized Design) โดยมีพันธุ์ RRIM 600 เป็นพันธุ์เปรียบเทียบ กระบะสำหรับปลูกหรือไรโซบอค ทาบด้วยแผ่นอะคริลิคใสกว้าง 40 เซนติเมตร สูง 1 เมตร ประกอบเข้ากับโครงให้มีระยะห่างระหว่างแผ่นอะคริลิค ประมาณ 10 เซนติเมตร บรรจุดินร่วนเหนียวปนทรายไม่ผสมปุ๋ยลงในไรโซตรอนที่เตรียมไว้ โดยไม่ให้มีช่องว่างในไรโซตรอน และหุ้มด้วยแผ่นพลาสติกสีดำทึบแสง เพื่อป้องกันไม่ให้แสงส่องผ่านเข้าไปที่ส่วนของรากเลียนแบบสภาพจริงในแปลงปลูก ดูแลรักษาภายใต้สภาพเรือนกระจก ให้น้ำโดยระบบน้ำอัตโนมัติวันละ 2 ครั้ง เช้า-เย็น หลังจากย้ายกล้ายางพาราลง ไรโซตรอน 1 เดือนวัดการเจริญเติบโตทุก 2 สัปดาห์ เป็นเวลา 5 เดือน วัดความสูงต้น และวัดการแผ่กระจายของราก โดยใช้ปากกาเขียนแผ่นใสแบบถาวรวาดการเจริญของรากแต่ละครั้งบนแผ่นพลาสติกใสที่ทาบตรงบริเวณหน้าตัดของไรโซบอค ซึ่งจะกำหนดให้สีของปากกาที่ใช้วาดแต่ละครั้งแตกต่างกัน วัดการเจริญเติบโตเป็นเวลา 5 เดือน และวิเคราะห์ความหนาแน่นของราก โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป Rootfly Version 2.0.2 (Copyright (C) 2005-2011 Clemson University) และวัดความยาวรากและความสูงของต้น รวมทั้งหาอัตราส่วนระหว่างรากต่อยอด (root/ shoot ratio) โดยเปรียบเทียบน้ำหนักแห้งของรากต่อยอด เพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างสัดส่วนของส่วนราก ซึ่งเป็นส่วนที่ดูดน้ำและธาตุอาหารจากดิน ต่อส่วนยอดซึ่งเป็นพื้นที่สังเคราะห์แสง การทดลองนี้เริ่มตั้งแต่เดือนสิงหาคม 2553 บริเวณหน่วยเรือนกระจกทดลอง คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ และเสร็จสิ้นการทดลองเดือนกรกฎาคม 2554

ผลการทดลองและวิจารณ์

1. การเจริญเติบโตของระบบรากต้นกล้ายางพารา

จากการศึกษาการแผ่กระจายและการเจริญเติบโตของรากต้นกล้ายางพาราจากแหล่งต่างๆ เป็นเวลา 5 เดือน พบว่าส่วนใหญ่การเจริญเติบโตและความหนาแน่นของระบบรากยางพาราทั้งพันธุ์ดั้งเดิมและพันธุ์แนะนำเจริญเติบโต ได้ดีที่สุดที่ระดับความลึก 20-40 เซนติเมตรจากผิวดิน ยกเว้นพันธุ์ GT1 จาก จ.ระนอง และ PB5/51 ที่มีความหนาแน่นใกล้เคียงกัน ที่ระดับความลึก 20-40 เซนติเมตร และ 40-60 เซนติเมตร และมีเพียงต้นกล้าจาก EIR ph เพียงชุดเดียวที่พบความหนาแน่นของรากมากที่ระดับ 60-80 เซนติเมตร (Fig.1) ยางพาราเป็นพืชที่มีระบบรากหาอาหารอยู่ในระดับผิวดินตื้น มีรายงานว่าปริมาณรากและความหนาแน่นของรากหาอาหารของยางพาราอายุ 4-5 ปี พบรากมากที่ระดับความลึก

Table 1 Sources of early introduced and recommended rubber clones used in the present study.

Type	Clone code		Sources
Early introduced rubber clones (More than 50 years)			**Songkhla Province**
	EIRpsu 1	-	Prince of Songkhla University
	EIRpsu 2	-	Prince of Songkhla University
	EIRpsu 3	-	Prince of Songkhla University
	EIRpsu 4	-	Prince of Songkhla University
	EIRpsu 5	-	Prince of Songkhla University
	EIRpsu 6	-	Prince of Songkhla University
	EIRkl 1	-	Tambon Thoong Lan, Klong hoi khong district
	EIRkl 2	-	Tambon Thoong Lan, Klong hoi khong district
	EIRp	-	Hat Yai central park
	EIRh	-	Tambon Namom, Namom district
			Trang Province
	EIRph	-	Ratsadanupradit museum, Tambon Kantang, Kantang district
	EIRtr	-	Tambon Bangrak, Muang district
	EIRws	-	Wangwiset school, Tambon Khaowiset, Wangwiset district
	PB5/51+EIR	-	Tambon Nawong, Huay yod district
Recommended rubber clones	GT1sk	-	Tambon Pang-La, Sadao district, Songkhla province
	GT1r	-	La-oon district, Ranong province
	GT1su	-	Kraburi district, Suratthani province
	RRIM 600	-	Tambon Bangrak, Muang district, Trang province
	PB 5/51	-	Tambon Bangdee, Huay yod district, Trang province

0-15 เซนติเมตร (Soong, 1976; ลิขิตและคณะ, 2535) ส่วนในต้นยางพาราที่เปิดกรีดแล้ว จากการศึกษาของ George *et al.* (2009) ในยางพาราอายุ 18 ปี รากหาอาหารประมาณ 55% พบที่บริเวณ 10 เซนติเมตรจากผิวดิน อย่างไรก็ตามการพัฒนาของรากยังขึ้นอยู่กับหลายปัจจัย เช่น พันธุ์ ธาตุอาหาร ลักษณะของดิน เป็นต้น สายัณห์ และนเรศ (2551) ทำการประเมินการเจริญเติบโตของรากยางพาราพันธุ์ RRIM 600 อายุ 12 ปี โดยใช้เทคนิคมินิไรโซตรอน รายงานว่าความหนาแน่นของรากยางบริเวณผิวดินที่ 0-10 เซนติเมตรลดลงได้ เมื่อบริเวณผิวดินมีความชื้นต่ำ ซึ่งช่วงที่ดินมีความชื้นสูง ยางพาราสามารถดูดน้ำและแร่ธาตุจากบริเวณผิวดินมาใช้ได้ง่าย แต่เมื่อดินมีความชื้นต่ำ ยางพาราก็จะดึงน้ำจากดินส่วนที่อยู่ลึกลงไป ยางพาราจึงมีการปรับตัว โดยการเจริญเติบโตของรากในบริเวณที่ต่ำกว่าผิวดินปกติกลับเพิ่มขึ้น สำหรับการทดลองครั้งนี้พบว่าส่วนใหญ่รากของกล้ายางพาราที่ทำการทดสอบ ไม่ว่าจะเป็นพันธุ์ดั้งเดิมหรือพันธุ์แนะนำ จะเจริญได้ดีและหนาแน่นบริเวณระดับความลึกดิน 20-40 เซนติเมตร ยกเว้นบางชุดที่ยังพบการกระจายของรากหนาแน่นบริเวณระดับความลึก 20-60 เซนติเมตร เช่น EIRp, EIRph, EIRtr, EIRws และ PB 5/51 โดยเฉพาะชุด EIRph ที่พบการเจริญเติบโตของราก และความหนาแน่นสม่ำเสมอตั้งแต่ระดับความลึก 20-80 เซนติเมตร ส่วนพันธุ์ RRIM600 พบความหนาแน่นของรากที่ระดับความลึก 20-60 เซนติเมตรเช่นกัน แต่เมื่อเปรียบเทียบกับชุดอื่น ๆ พบว่า การเจริญเติบโตของรากจากต้นกล้าพันธุ์ RRIM600 ต่ำกว่ามาก ส่วนที่ระดับความลึก 80-100

เซนติเมตร พบรากจำนวนน้อย ยกเว้น EIRph ที่ยังพบปริมาณรากที่ระดับความลึกค่อนข้างมาก Samarapuli *et al.* (1996) ทดสอบในประเทศศรีลังกา พบว่าธาตุอาหารของยางพาราประมาณ 75 เปอร์เซนต์อยู่ที่บริเวณใกล้ผิวดินที่ระดับความลึก 0-10 เซนติเมตร ที่ระดับความลึก 50-90 เซนติเมตร มีเพียง 2 เปอร์เซนต์เท่านั้น ในขณะที่ George *et al.* (2009) ทดสอบกับต้นยางพาราอายุ 18 ปี และรายงานว่าพบส่วนของรากประมาณ 6 เปอร์เซนต์ ของรากทั้งหมด ที่ระดับความลึกจากผิวดิน 90 เซนติเมตร

ผลของการทดลองครั้งนี้ต่างจากที่มีผู้รายงานไว้ อาจเนื่องจากการทดลองครั้งนี้เป็นการศึกษาการเจริญของรากจากต้นกล้าอายุประมาณ 6 เดือน ซึ่งเป็นต้นกล้าที่ได้จากการเพาะเมล็ดจึงมีระบบรากแก้วสมบูรณ์ ต่างจากต้นที่ปลูกในแปลงที่มีผู้ศึกษาก่อนหน้านี้ ซึ่งเป็นต้นตอตา หรือยางชำถุง ที่มีการตัดรากแก้วหลังจากการติดตา ปกติหากมีการตัดรากแก้ว จะเกิดรากแขนงบริเวณรอยตัด หรือใกล้รอยตัด จึงทำให้รากส่วนใหญ่ที่แตกใหม่อยู่ใกล้บริเวณผิวดินมากกว่า (Thaler and Pages, 1997) เมื่อเปรียบเทียบในกลุ่มต้นกล้าจากชุดพันธุ์ดั้งเดิมด้วยกันพบว่าต้นกล้าที่มีระบบรากลึกและพัฒนาการดี ได้แก่ EIRph, PB5/51+EIR, ELRtr, EIR ws และ EIRkl 1 ส่วนต้นกล้าจากกลุ่มพันธุ์แนะนำที่มีระบบรากลึกและพัฒนาการดี ได้แก่ PB 5/51 และ GT1 ที่เก็บจากจังหวัดสุราษฎร์ธานี (GT su) (Fig.1,2)

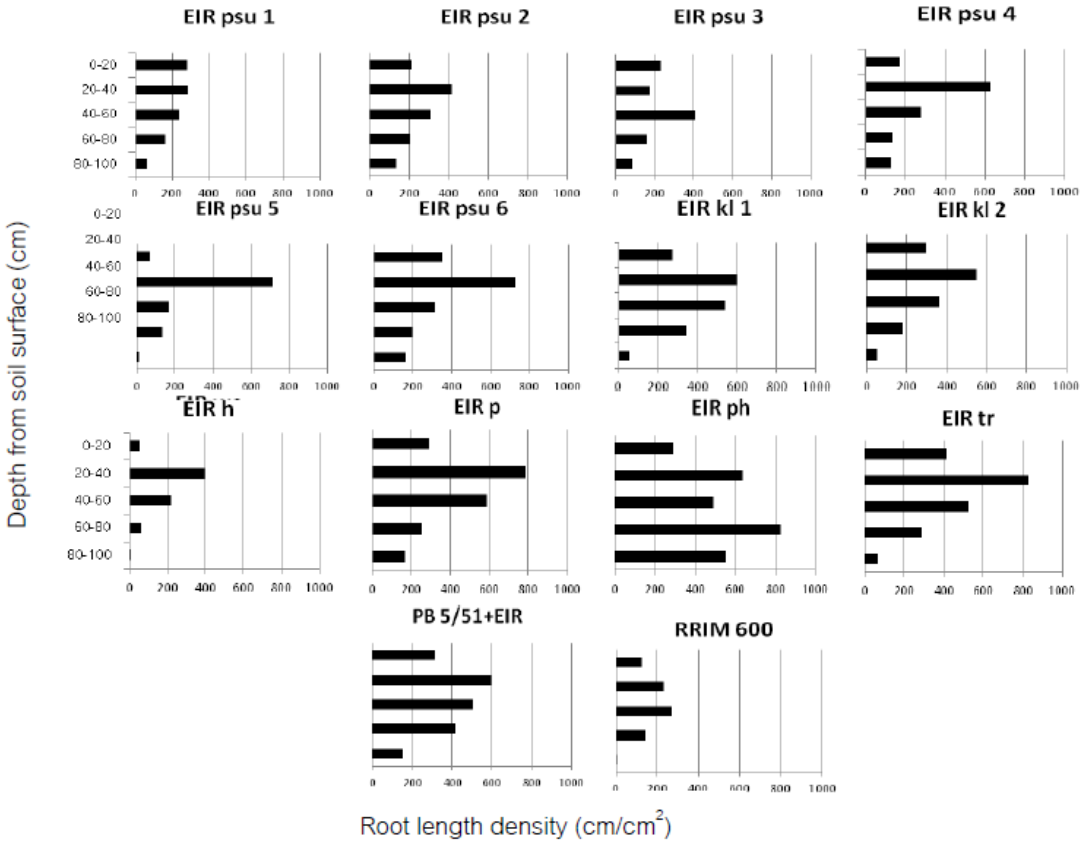


Figure 1 Root development among early introduced rubber clones from various sources in Songkhla, Trang and Suratthani provinces including RRIM studied by the use of Rhizotron technique.

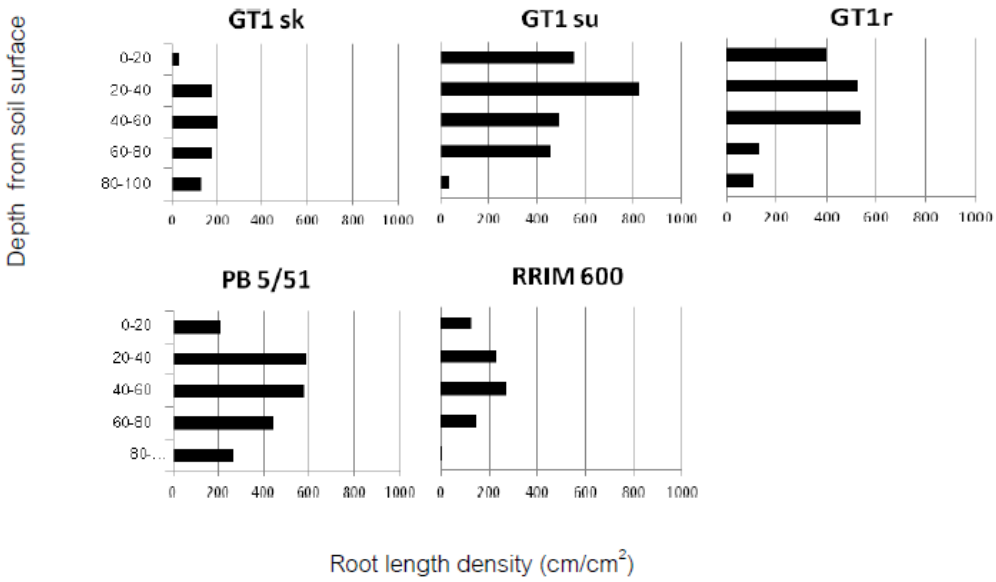


Figure 2 Root development among recommended rubber clones as control from various sources in Songkhla, Trang, Suratthani and Ranong provinces including RRIM 600 studied by the use of Rhizotron technique.

2. การศึกษาน้ำหนักแห้งของต้นกล้า

ผลการศึกษาน้ำหนักแห้งของต้นกล้าที่ได้จากการเพาะเมล็ดยางพาราแต่ละชุด โดยพิจารณาต้นกล้าจากเมล็ดยางพาราพันธุ์ดั้งเดิมภายในมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา (EIRpsu1, EIRpsu3 และ EIRpsu4) มีการสะสมน้ำหนักแห้งค่อนข้างดี คือมีค่าน้ำหนักแห้งรวมเท่ากับ 117.85, 136.46 และ 152.32 กรัม ตามลำดับ ส่วนอีก 3 แหล่งคือ EIRpsu2, EIRpsu5 และ EIRpsu6 มีการสะสมน้ำหนักแห้งรวมค่อนข้างต่ำ คือมีค่าน้ำหนักแห้งรวมเท่ากับ 76.16, 91.21 และ 62.04 กรัม ต้นกล้าจากเมล็ดยางพาราพันธุ์ดั้งเดิม อ.คลองหอยโข่ง (EIRkl1และEIRkl2) ที่มีการสะสมน้ำหนักแห้งทั้งส่วนยอดและรากได้ดี มีค่าน้ำหนักแห้งรวมคือ 137.81 และ 161.73 กรัม ต้นกล้ายางพาราพันธุ์ดั้งเดิมจากสวนสาธารณะเทศบาลนครหาดใหญ่ (EIRp) มีค่าน้ำหนักแห้งรวมสูงที่สุดคือ 213.21 กรัม และต้นกล้ายางพาราพันธุ์ดั้งเดิมจาก อ.นาหม่อม จ.สงขลา (EIRh) มีค่าน้ำหนักแห้งรวมเท่ากับ 78.95 กรัม ซึ่งถือว่าค่อนข้างต่ำ ต้นกล้าจากเมล็ดยางพาราพันธุ์ดั้งเดิมจังหวัดตรัง ได้แก่ EIRph, EIRtr และ EIRws มีค่าการสะสมน้ำหนักแห้งรวมปานกลาง คือ 104.55, 98.27 and 96.37 ตามลำดับ ขณะที่ของต้นกล้าจากเมล็ดยางพาราพันธุ์ พันธุ์แนะนำ กลุ่ม RRIM 600 มีน้ำหนักแห้งปานกลางโดยมีมีค่าน้ำหนักแห้งรวมเท่ากับ 112.9 กลุ่ม GT1 มีอัตราส่วนน้ำหนักแห้งรวมต่ำคือ GT1sk เท่ากับ 53.51 กรัม, GT1su เท่ากับ 66.83 กรัม และ GT1r เท่ากับ 60.68 กรัม ส่วนในยางพาราพันธุ์แนะนำ PB5/51 มีค่าน้ำหนักแห้งรวมค่อนข้างต่ำ คือ 77.48 กรัม แต่ในยางพาราพันธุ์แนะนำ PB5/51+EIR กลับมีค่าน้ำหนักแห้งรวมค่อนข้างดี คือ 122.18 กรัม (Table 2)

Table 2 Root - shoot dry weight and root-shoot ratio of rubber seedlings at 5 months after transplanted in rhizotron.

Clone	Root dry weight /clone (g)	Shoot dry weight /clone (g)	Total dry weight /clone (g)
EIRpsu1	63.97cdef[1/]	53.88cdef	117.85cde
EIRpsu2	43.38efgh	32.78ghij	76.16fgh
EIRpsu3	76.56bcde	59.90bcde	136.46cde
EIRpsu4	79.01bcd	73.31bcde	152.32bcd
EIRpsu5	56.54cdefg	34.67ghij	91.21efgh
EIRpsu6	32.54gh	29.50hij	62.04gh
EIRkl1	71.54bcd	66.27bc	137.81bcd
EIRkl2	88.47b	73.26ab	161.73b
EIRp	125.69a	87.52a	213.21a
EIRh	55.48cdefg	23.47ij	78.95fgh
EIRph	56.69cdefg	47.86defg	104.55def
EIRtr	53.73defgh	44.54defg	98.27efg
EIRws	52.19defgh	44.18efg	96.37efg
GT1sk	34.90gh	18.61j	53.51h
GT1su	33.75gh	33.08ghij	66.83fgh
GT1r	30.53h	30.15ghij	60.68gh
PB5/51	40.12fgh	37.36fghij	77.48fgh
PB5/51+ EIR	60.16cdef	62.02bcd	122.18cde
RRIM 600	65.84bc	57.06ab	112.9bc
$\bar{X}$	59.00	47.86	106.34
F-test	**	**	**
C.V. (%)	19.32	17.48	16.73

[1] Means within a column followed by a common letter do not differ ($p \leq 0.01$) according to Duncan's Multiple Range Test.

จากการพิจารณาค่าน้ำหนักแห้งโดยรวมพบว่า ค่าน้ำหนักแห้งของรากและยอดของยางพาราแต่ละโคลนทั้งในพันธุ์ดั้งเดิมและพันธุ์แนะนำจะมีค่าแตกต่างกันกันมาก (Fig.3) ซึ่งยางพาราพันธุ์ดั้งเดิมจากสวนสาธารณะเทศบาลนครหาดใหญ่ มีการกระจายน้ำหนักแห้งสูงที่สุดเป็นไปในทิศทางเดียวกับน้ำหนักแห้งของยอด และมีอัตราส่วนน้ำหนักแห้งระหว่าง รากและยอดในระดับที่เหมาะสม ซึ่งหากเปรียบเทียบ EIRh ที่มีค่าอัตราส่วนรากต่อยอดสูงที่สุดก็จริงแต่พบว่าการเจริญทางลำต้นน้อย น้ำหนักแห้งรากและการแผ่กระจายของรากมีค่าสูงกว่ามาก ซึ่งในทางทฤษฎีความสัมพันธ์ของรากและยอดจะต้องมีค่าเท่ากันหรือใกล้เคียงกัน ซึ่งขึ้นอยู่กับระยะการเจริญเติบโต และสภาพแวดล้อมที่ปลูกพืชชนิดนั้นๆ Iwasa และ Roughgarden (1984) รายงานว่า ถ้าอยู่ในพื้นที่ที่มีสภาพแวดล้อมเหมือนกัน แต่ความสัมพันธ์ของการเจริญของรากและยอดแตกต่างจากพืชชนิดเดียวกันแต่ต่างสายพันธุ์ อาจเป็นไปได้ว่าลักษณะดังกล่าวมีความพิเศษเฉพาะประจำพันธุ์ ในการศึกษาครั้งนี้ยางพาราที่มีค่าน้ำหนักแห้งค่อนข้างดีรองลงมาจากต้นกล้าที่ได้จากสวนสาธารณะเทศบาลนครหาดใหญ่ คือ ยางพาราจาก อ. คลองหอยโข่ง (EIR kl2) และยางพารา

ภายในมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ (EIRpsu3 และ EIRpsu 4) ในยางพาราพันธุ์ GT1 และ PB5/51 ซึ่งเป็นพันธุ์ที่มีอยู่และนิยมนำไปทำเป็นต้นตอ มีค่าน้ำหนักแห้งค่อนข้างต่ำ หากนำไปใช้เป็นต้นตอจะทำให้ประสบปัญหาด้านการเจริญเติบโตและการผลิตต้นตอมาตรฐาน

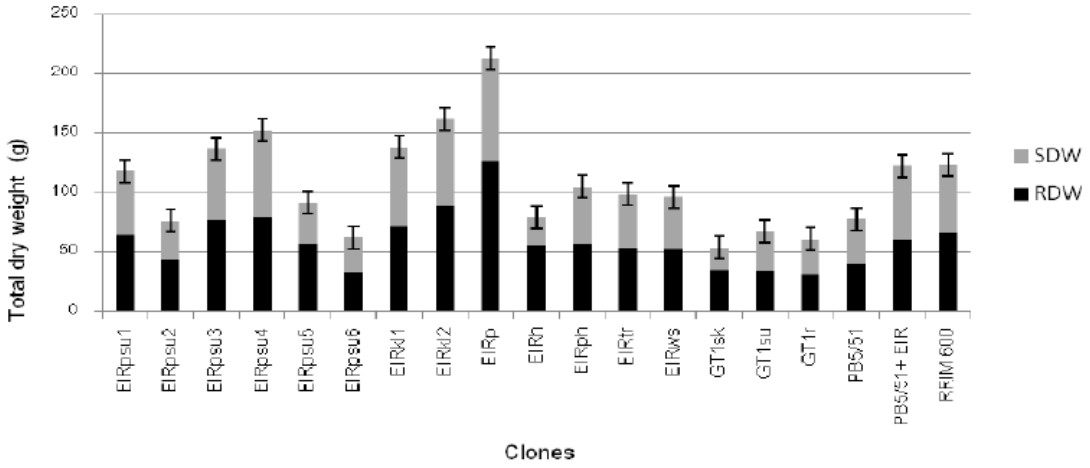


Figure 3 Total dry weights of rubber seedlings at 5 months after transplanted in rhizotron.

สรุป

เมื่อพิจารณาจากข้อมูลน้ำหนักแห้งโดยรวม และข้อมูลการกระจายตัวของรากที่ระดับความลึกต่างๆ จากผิวดินร่วมกันพบว่า ยางพาราที่มีศักยภาพเหมาะสมสำหรับใช้เป็นต้นตอที่ดี คือยางพาราพันธุ์ดั้งเดิมจากสวนสาธารณะเทศบาลนครหาดใหญ่ (EIRp) และยางพาราพันธุ์ดั้งเดิมจากแปลงเกษตรกร อ.คลองหอยโข่ง จ.สงขลา (EIRkl2) เพราะมีการกระจายตัวและการเจริญเติบโตของรากที่ดี และมีการสะสมน้ำหนักแห้งที่ดี สม่ำเสมอ ผลจากการทดลองครั้งนี้จะนำพันธุ์ที่มีการเจริญของระบบรากดีมาทดสอบกับโรครากขาว เพื่อคัดเลือกต้นตอที่มีความต้านทานหรือทนทานต่อโรครากขาวต่อไป

คำขอบคุณ

ขอขอบพระคุณบัณฑิตวิทยาลัย และภาควิชาพืชศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ ที่ให้ความอนุเคราะห์สนับสนุนเงินทุนในการทำงานวิจัยนี้ และให้ความอนุเคราะห์สถานที่ และห้องปฏิบัติการ ตลอดจนวัสดุอุปกรณ์ต่างๆ และ งานวิจัยนี้ได้รับการสนับสนุนส่วนหนึ่งจากศูนย์ความเป็นเลิศด้านเทคโนโลยีชีวภาพเกษตร สำนักพัฒนาบัณฑิตศึกษาและวิจัยด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ

เอกสารอ้างอิง

กมลรัตน์ คงเหล่า. 2549. ศึกษาการแผ่กระจายของรากยางพารา 10 สายพันธุ์. ปัญหาพิเศษระดับบัณฑิตศึกษา ภาควิชาพืชศาสตร์ คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

ลิขิต นวลศรี ยุคล ลิมจิตติ นุชนารถ กังพิศดาร จิตติวรรณ มหิสรากุล วิมล ปิ่นไพฑูรย์ และรังสรรค์ ไชยชอุ่ม. 2535. การกระจายของรากยางพาราโดยวิธีนิวเคลียร์เทคนิค. *วารสารยางพารา* 12: 102-111.

สถาบันวิจัยยาง. 2554. ผลงานวิจัยและพัฒนายางพาราปี 2546- 2554. กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

สมบูรณ์ เจริญจิระตระกูล. 2553. การขยายพื้นที่เพาะปลูกยางพาราความห่วงใยและข้อเสนอแนะเชิงนโยบาย. คณะเศรษฐศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

สายัณห์ สดุดี และนเรศ จิโสะ. 2551. การประเมินการเจริญเติบโตของรากยางพารา (*Hevea brasiliensis* Muell. Arg.) โดยใช้เทคนิคมินิไรโซตรอน. *วารสารเกษตรพระจอมเกล้า* 26: 50-60.

Caldwell, M. M. and R.A. Virginia. 1989. Field Methods and Instrumentation *In* Plant Physiological Ecology (eds. R.W. Pearcy *et al.*), pp: 367-398. London: Chapman and Hall.

Doussan, C., A. Pierret, E. Garrigues, and L. Pages. 2006. Water uptake by plant roots: II – modeling of water transfer in the soil root-system with explicit account of flow within the root system comparison with experiments. *Plant and Soil* 283: 99-117.

George, S., P. R. Suresh., P. A. Wahid., B. N. Ramesh and K. I. Punnoose. 2009. Active root distribution pattern of *Hevea brasiliensis* determined by radioassay of latex serum. *Agroforestry System* 76: 275- 281.

Iwasa, Y. and J. Roughgarden. 1984. Shoot/Root balance of plants: optimal growth of a system with many vegetative organs. *Theoretical population biology* 25: 78-105.

Kirkham, M. B., S. J., Grecu and E. T., Kanemasu 1998. Comparison of minirhizotron and soil-water-depletion method to determine maize and soybean root length and depth. *European Journal of Agronomy* 8: 1 17-125.

Samarapuli, L., N., Yogaratnam, P., Karunadas, I. H., Mitrasena. 1996. Root development in Hevea brasiliensis in relation to management practices. Journal of the Rubber Research Institute of Sri Lanka 77:93 – 111.

Soong, N.K. 1976. *Feeder root development of* Hevea *brasiliensis* in relation to clones and environment. *Journal of Rubber Research Institute of Malaysia* 24: 283-298.

Thaler, P. and L., Pagès. 1997. Competition within the root system of rubber seedlings (Hevea brasiliensis) studied by root pruning and blockage. *Journal of experimental Botany* 48: 1451-1459.

Agricultural Sci. J. 42 3/1 (Suppl) : 311-314 (2011) ว. วิทย.กษ. 42 3/1 (พิเศษ) : 311-314 (2554)

การทดสอบเบื้องต้นความทนทานโรครากขาวของต้นกล้ายางพาราพันธุ์ดั้งเดิม

Preliminary Test of the White Root Disease Tolerance in Early Introduced Clones of Rubber Tree

สุณีรัตน์ วัฒนาศิลากรณ์[1,2] สายัณห์ สดุดี[1] เสมอใจ ชื่นจิตต์[3] และจรัสศรี นวลศรี[1,2]
Wattanasilakorn, S.[1,2], Sdoodee, S.[1], Chuenchit, S.[3] and Nualsri, C.[1,2]

Abstract

The white-root disease of rubber trees caused by *Rigidoporus microporus* (Sw.) Overeem is the most well known destructive disease in rubber plantation. *Rigidoporus microporus* persists on dead or live root debris for a long time. In this study, selection of early introduced clones for rubber rootstock tolerate to the white-root disease was carried out. Pathagenicity tests of *R. microporus* in 13 early introduced rubber clones collected from different areas in Songkhla province were tested. Seedling of RRIM 600 and GT1 were included in this study as controls. The experimental design was completely randomized design (CRD) with 4 replication. The white-root disease tolerance was scored from 1 to 5 (1= more tolerance, 5= more sensitive) based on from the symptom of rubber tree. The results showed that seedling of RRIM 600 and GT1 were sensitive to the white-root disease. Among 13 early introduced clones, seedling from Numnoi clone was the most tolerance.

Key words: *Rigidoporus microporus*, root stock

บทคัดย่อ

โรครากขาวของยางพาราเกิดจากเชื้อรา *Rigidoporus microporus* (Sw.) Overeem ซึ่งเป็นโรคที่ทำความเสียหายให้กับต้นยางพาราเป็นอย่างมาก เนื่องจากเชื้อเข้าทำลายระบบราก จึงได้ศึกษาหาพันธุ์ยางพาราพันธุ์ดั้งเดิมที่ทนทานต่อโรครากขาว เพื่อใช้เป็นต้นตอยางที่เหมาะสมในการปลูกยางพารา โดยปลูกเชื้อ *Rigidoporus microporus* กับต้นกล้ายางพันธุ์ดั้งเดิมที่เก็บรวบรวมในเขตจังหวัดสงขลา จำนวน 13 โคลน และใช้ต้นกล้าจากพันธุ์ RRIM 600 และ GT1 เป็นพันธุ์เปรียบ เทียบ วางแผนการทดลองแบบ CRD จำนวน 4 ซ้ำ บันทึกข้อมูลโดยให้คะแนนระดับความรุนแรงของการเกิดโรคของต้นยาง พารา 1 – 5 (1 = ทนทานโรค 5 = อ่อนแอต่อโรค) ผลการทดลองพบว่า ต้นกล้าจากพันธุ์ RRIM 600 และ GT1 อ่อนแอต่อโรครากขาวมากที่สุด ในขณะที่ต้นกล้าจากยางดั้งเดิมที่เก็บจากตำบลน้ำน้อย อำเภอหาดใหญ่ มีแนวโน้มทนทานต่อโรคมากกว่าพันธุ์อื่นๆ

คำสำคัญ: *Rigidoporus microporus* ต้นตอ

คำนำ

ยางพารา (*Hevea brasiliensis* Muell. Arg.) เป็นพืชเศรษฐกิจที่มีความสำคัญต่อเศรษฐกิจของประเทศไทย โดยในปี พ.ศ. 2552 สร้างรายได้ให้ประเทศไทยมากกว่า 402,563 ล้านบาท ประกอบกับราคายางดิบมีราคาสูงอย่างต่อเนื่องในช่วง 2 -3 ปีที่ผ่านมา จึงทำให้ประเทศไทยขยายพื้นที่การปลูกยางพาราในท้องที่ต่างๆ ทั่วประเทศ ปัจจุบันพบการระบาดอย่างหนักของโรครากขาว ซึ่งเกิดจากเชื้อ *Rigidoporus microporus* ในหลายพื้นที่ปลูกทางภาคใต้ พบการระบาดอย่างรวดเร็วในช่วงฤดูฝนทั้งในต้นยางขนาดเล็กและยางที่เปิดกรีดแล้ว ซึ่งยางพาราที่เป็นโรครากขาวจะมีลักษณะอาการของโรคคือ เชื้อจะเข้าทำลายต้นยางตั้งแต่อายุ 1 ปีหลังปลูก โดยต้นยางที่ถูกเชื้อเข้าทำลายอย่างรุนแรง ระบบรากจะถูกทำลาย ฟุ่มใบจะแสดงอาการผิดปกติ โดยใบจะเปลี่ยนจากสีเขียวเป็นสีเหลืองทั้งต้นและเหี่ยวร่วง แล้วยืนต้นตายในที่สุด ซึ่งเป็นระยะที่ไม่สามารถควบคุมการระบาดได้ (สถาบันวิจัยยาง,

[1] ภาควิชาพืชศาสตร์ คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่ จ. สงขลา 90112
[1] Department of Plant Science, Faculty of Natural Resources, Prince of Songkla, 90112, Thailand
[2] ศูนย์ความเป็นเลิศด้านเทคโนโลยีชีวภาพเกษตร สำนักพัฒนาบัณฑิตศึกษาและวิจัยด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษา กรุงเทพฯ 10900
[2] Center of Excellence on Agricultural Biotechnology: (AG-BIO/PERDO-CHE), Bangkok 10900, Thailand
[3] ภาควิชาการจัดการศัตรูพืช คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่ จ. สงขลา 90112
[3] Department of Pest Management, Faculty of Natural Resources, Prince of Songkla, 90112, Thailand

2551) หากไม่มีการป้องกันกำจัดเชื้อราจะแพร่กระจายและทำความเสียหายให้กับเกษตรกรอย่างมาก แนวทางที่จะลดความเสียหายจากการเข้าทำลายของโรค นอกเหนือจากการป้องกันกำจัดคือ การหาต้นตอที่ทนทานต่อโรค เนื่องจากต้นตอยางพาราปัจจุบันส่วนใหญ่ได้จากเมล็ดของพันธุ์ RRIM600 เพราะพันธุ์ดั้งเดิมที่เคยใช้เป็นต้นตอถูกโค่นและปลูกทดแทนด้วยยางพันธุ์แนะนำพันธุ์ RRIM600 มีความอ่อนแอต่อโรครากขาว (อุไร, 2539) จึงทำให้การเข้าทำลายของโรครุนแรงมากขึ้น

วัตถุประสงค์ของการทดลองคือ ศึกษาการทนทานโรครากขาวของต้นกล้ายางพาราพันธุ์ดั้งเดิม เพื่อหาต้นตอที่ทนทานต่อการเข้าทำลายของโรครากขาว ซึ่งเป็นแนวทางหนึ่ง สำหรับการปลูกสร้างสวนยางของประเทศอย่างยั่งยืน

อุปกรณ์และวิธีการ

ทำการเก็บรวบรวมเมล็ดยางพาราพันธุ์ดั้งเดิมจากสถานที่ต่างๆ ในเขตจังหวัดสงขลา เมื่อต้นกล้าอายุประมาณ 3 เดือน คัดเลือกต้นกล้าที่มีความสมบูรณ์และสม่ำเสมอ จำนวน 16 โคลน โคลนละ 4 ต้น จำนวน 64 ต้น (ใช้พันธุ์ RRIM600 2 โคลน และ GT1 1 โคลน เป็นพันธุ์เปรียบเทียบ) ปลูกในบล็อกซีเมนต์ ขนาดกว้าง 90 เซนติเมตร ยาว 240 เซนติเมตร บรรจุดินผสม (ดิน: แกลบ: ปุ๋ยคอก อัตราส่วน 3:3:2) บล็อกละ 32 ต้น วางแผนการทดลองแบบ CRD หลังจากนั้นปล่อยให้ต้นกล้าเจริญเติบโตประมาณ 2 เดือน จึงทำการใส่เชื้อโรครากขาว (*R. microporus*) โดยเลี้ยงเชื้อ นาน 21 ลงในถุงก้อนเชื้อเห็ด ขนาด 7×11 นิ้ว แล้วนำก้อนเชื้อเห็ดที่มีเชื้อราสาเหตุของโรครากขาว ฝังห่างจากบริเวณรากของต้นกล้า 2.54 เซนติเมตร โดยใช้ก้อนเชื้อ 1 ก้อนต่อต้นกล้า 2 ต้น แล้วกลบดินให้มิดก้อนเชื้อและโคนต้น ดูแลและรดน้ำให้ความชื้นอย่างสม่ำเสมอทุกวัน

หลังปลูกเชื้อ 90 150 และ 180 วัน ตรวจสอบการเจริญของเส้นใยเชื้อราที่รากยาง และการเข้าทำลาย โดยการให้ระดับคะแนนความรุนแรงของการเกิดโรคที่ประเมินด้วยสายตาโรค ดัดแปลงจาก Kaewchai และ Soytong (2010) ดังนี้

1 = ต้นสมบูรณ์ ไม่แสดงอาการของโรค ใบเขียว
2 = 1 - 25 % ของใบทั้งหมด เปลี่ยนเป็นสีเหลืองอ่อน
3 = 26 - 50 % ของใบทั้งหมด เปลี่ยนเป็น สีเหลือง และต้นเริ่มแห้ง
4 = 51 - 75 % ของใบทั้งหมด สีเหลือง ต้นเหี่ยว หยุดการเจริญเติบโต
5 = 76 - 100 % ของใบทั้งหมด แห้ง ร่วง และต้นเหี่ยวตาย

ผลการทดลอง

จากการคัดเลือกต้นยางพาราตามความทนทานต่อโรครากขาวของต้นกล้า 16 โคลน ในระยะแรกจะไม่พบลักษณะผิดปกติของต้นยางพาราส่วนที่อยู่เหนือพื้นดิน แต่หลังจากปลูกเชื้อเป็นเวลา 60 วัน ต้นกล้ายางเริ่มแสดงอาการที่ส่วนยอด โดยใบจะเปลี่ยนจากสีเขียวเป็นสีเหลือง (Figure 1A) เหี่ยวเฉา ขอบใบม้วนงอลงไปด้านล่าง แต่ไม่มีต้นตาย แต่หลังจากปลูกเชื้อเป็นเวลา 90 วัน พบว่าต้นกล้ายางแต่ละโคลนแสดงอาการความรุนแรงเพิ่มขึ้นเล็กน้อย และไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ หลังการปลูกเชื้อ 150 วัน พบว่าในแต่ละโคลน ต้นกล้ายางมีเปอร์เซ็นต์ความรุนแรงเพิ่มขึ้นและมีความแตกต่างกันระหว่างพันธุ์ โดยกิ่งแขนงบางส่วนแห้งตาย ต่อมาใบจะร่วงและยืนต้นตาย เมื่อขุดดูที่รากจะปรากฏเส้นใยสีขาวแตกสาขาเป็นร่างแห เจริญปกคลุมและเกาะติดกับผิวราก (Figure 1B) นอกจากนี้พบดอกเห็ดที่โคนต้น ซึ่งลักษณะดอกเห็ดที่ได้มีลักษณะแข็งเป็นแผ่น ไม่มีก้าน ขอบดอกเห็ดเป็นสีขาว ผิวด้านบนสีส้มหรือส้มแดง (Figure 1C) หลังการปลูกเชื้อ180 วัน พบว่า ต้นกล้าถูกทำลายมากขึ้นเล็กน้อย เมื่อเทียบกับอาการที่ 150 วัน โดยต้นกล้าจากยางดั้งเดิมที่เก็บจากตำบลน้ำน้อย อำเภอหาดใหญ่ มีแนวโน้มทนทานต่อโรคมากกว่าพันธุ์อื่นๆ อย่างไรก็ตาม ในขณะนี้ยังไม่พบโคลนที่ต้านทานต่อโรครากขาว (Table 1)

Figure 1 The symptoms of the white root disease in rubber tree seedlings; yellowing leaves (A), rhizomorph at the root (B) and fruiting body at the collar of dead stem (C)

Table 1 White root disease tolerance score of 16 rubber clones.

Name	Place of collection	Score for the white root disease		
		90 day	150 day	180 day
Indigenous Rubber Clone				
Clone#1	Prince of Songkla University, Songkhla (No.1)	2.25	3.00abc	3.50
Clone#2	Prince of Songkla University, Songkhla (No.2)	2.75	4.00ab	4.50
Clone#3	Prince of Songkla University, Songkhla (No.3)	2.50	3.00abc	4.25
Clone#4	Prince of Songkla University, Songkhla (No.4)	1.50	2.00bc	3.00
Clone#5	Prince of Songkla University, Songkhla (No.5)	1.75	2.50abc	4.00
Clone#6	Hat Yai Municipal Park, Songkhla (1)	1.50	2.25abc	3.25
Clone#7	Hat Yai Municipal Park, Songkhla (2)	2.25	2.75abc	3.25
Clone#8	Banpru Rubber plantation (1), Songkhla	2.00	2.50abc	3.50
Clone#9	Banpru Rubber plantation (2), Songkhla	3.25	4.25ab	4.75
Clone#10	Sadao Rubber plantation, Songkhla	3.25	4.25ab	4.75
Clone#11	Numnoi Rubber plantation, Songkhla	1.00	1.50c	2.75
Clone#12	Hat Yai Rubber plantation, Songkhla	1.75	3.25abc	4.00
Clone#13	Khohong Rubber plantation, Songkhla	2.00	3.25abc	3.50
Cultivated clones				
GT1	Sadao Rubber plantation, Songkhla	3.25	4.50a	5.00
RRIM600	Klonghoykhong Rubber plantation, Songkhla	2.25	4.25ab	5.00
RRIM600	Thung Lan Rubber plantation, Songkhla	3.50	4.50ab	4.50
F-test		ns	*	ns
CV(%)		51.34	43.78	32.01

ns = non significantly different

* significantly different at the 0.05 level of probability

วิจารณ์ผล

จากการศึกษาการทนทานต่อการเข้าทำลายของโรครากขาวในต้นกล้ายางพาราพันธุ์ตั้งเดิม แสดงให้เห็นว่าระดับความรุนแรงของโรคต่อความเสียหายของต้นกล้ายางแต่ละโคลนมีความแตกต่างกัน ต้นกล้าเริ่มแสดงอาการ ประมาณ 2 - 3 เดือนหลังการปลูกเชื้อ โดยโคลนที่มีจำนวนต้นตายและการแสดงอาการของโรคน้อยที่สุดคือ ยางพันธุ์ตั้งเดิมที่เก็บจากตำบลน้ำน้อย อำเภอ

หาดใหญ่ รองลงมาคือ โคลน หมายเลข 4 ที่เก็บจากภายในมหาวิทยาลัย ในขณะที่ต้นกล้าพันธุ์ RRIM600 GT1 และหมายเลข 9 และ10 แสดงอาการของโรครุนแรงที่สุด สอดคล้องกับการรายงานของ อุไร และคณะ (2539) ที่รายงานว่า ยางพาราพันธุ์ RRIM600 อ่อนแอต่อโรครากขาว ส่วน GT1 อ่อนแอปานกลาง มีรายงานการระบาดของโรครากขาว ตั้งแต่ปี 2531 แต่ความรุนแรงของโรคไม่มากเหมือนปัจจุบัน ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากเชื้อมีการปรับตัวจากสภาพแวดล้อมที่เปลี่ยนแปลง นอกจากนี้อีกสาเหตุหนึ่งคือ ต้นตอที่ใช้ในปัจจุบันจะเป็นเมล็ดจากพันธุ์ RRIM600 เป็นส่วนใหญ่ เนื่องจากพันธุ์ดั้งเดิมถูกโค่นทำลายไปเกือบหมด ดังนั้นฐานพันธุกรรมของต้นตอยางพาราจึงค่อนข้างแคบ ประกอบกับพันธุ์ RRIM600 เป็นพันธุ์อ่อนแอต่อโรครากขาว ความเสียหายจึงทวีความรุนแรงมากขึ้น กมลรัตน์ (2548) รายงานว่า เมล็ดยางจากพันธุ์ดั้งเดิมภายในมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ มีระบบรากที่แข็งแรงและเจริญได้ดีกว่าเมล็ดจากการผสมเปิดของ RRIM600 มาก เมล็ดเหล่านี้มีความเหมาะสมในการใช้เป็นต้นตอและอาจมีความทนทานต่อการเข้าทำลายของโรครากได้ การใช้ประโยชน์จากความหลากหลายทางพันธุกรรมจึงเป็นอีกแนวทางหนึ่งในการควบคุมการระบาดของโรค อย่างไรก็ตาม การทดลองในครั้งนี้เป็นการศึกษาเบื้องต้นต้นกล้าที่นำมาทดสอบโรค เป็นต้นกล้าจากการศึกษาระบบรากในไร่โซดรอนมาก่อน จำนวนซ้ำที่ทดสอบจึงน้อย ผลที่ได้จากการศึกษาครั้งนี้จะนำไปทดลอบเพิ่มเติม โดยทดลองการปลูกเชื้อให้กับต้นกล้าที่คัดเลือกในไร่โซดรอน และเพิ่มจำนวนซ้ำของตัวอย่างเพื่อยืนยันผลอีกครั้ง

สรุปผล

การทดสอบความทนทานโรครากขาวของยางพารา จำนวน 16 โคลน พบว่ายางพาราในแต่ละโคลนมีอัตราการทนทานโรคแตกต่างกัน โดยต้นกล้าจากพันธุ์ RRIM 600 และ GT1 อ่อนแอต่อโรครากขาวมากที่สุด ในขณะที่ต้นกล้าจากยางพันธุ์ดั้งเดิมที่เก็บจากตำบลน้ำน้อย อำเภอหาดใหญ่ มีแนวโน้มทนทานต่อโรคมากกว่าพันธุ์อื่นๆ

คำขอบคุณ

ขอขอบคุณบัณฑิตวิทยาลัย ภาควิชาพืชศาสตร์ คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ และงานวิจัยนี้ได้รับการสนับสนุนส่วนหนึ่ง จากศูนย์ความเป็นเลิศด้านเทคโนโลยีชีวภาพเกษตร สำนักพัฒนาบัณฑิตศึกษาและวิจัยด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ

เอกสารอ้างอิง

กมลรัตน์ คงเหล่า. 2549. ศึกษาการแผ่กระจายและการเจริญเติบโตของรากยางพารา 10 สายต้น. ปัญหาพิเศษระดับบัณฑิตศึกษา ภาควิชาพืชศาสตร์ คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่.

สถาบันวิจัยยาง. 2551. โรคที่เกิดกับรากของยางพารา. กรมวิชาการเกษตร. [Online] Available: http://www.tcccthai.com/newweb/magazine/255301_36.pdf. [เข้าถึงเมื่อ 23 ธันวาคม 2553].

อุไร จันทรประทิน. 2539. โครงการวิจัยโรครากขาวของยางพารา ประจำปี 2539. รายงานผลโครงการวิจัยแผน งานวิจัยและพัฒนายาง สถาบันวิจัยยาง กรมวิชาการเกษตร. หน้า 329-334.

Kaewchai, S. and Soytong, K. 2010. Application of biofungicides against *Rigidoporus microporus* causing white root disease of rubber trees. Journal of Agricultural Technology 2: 349-363.

Journal of Agricultural Technology 2012 Vol. 8(7): 2385-2395
Available online http://www.ijat-aatsea.com
ISSN 1686-9141

Screening of rubber (*Hevea brasiliensis* Muell. Arg.) rootstocks for the white root disease resistance

Suneerat Wattanasilakorn[1], Sayan Sdoodee[1*], Charassri Nualsri[1] and Samerchai Chuenchit[2]

[1]Department of Plant Science, Faculty of Natural Resources, Prince of Songkla University, Songkhla 90112, Thailand, [2]Department of Pest Management, Faculty of Natural Resources, Prince of Songkla University, Songkhla 90112, Thailand

Suneerat Wattanasilakorn, Sayan Sdoodee, Charassri Nualsri and Samerchai Chuenchit (2012) Screening of rubber (*Hevea brasiliensis* Muell. Arg.) rootstocks for the white root disease resistance. Journal of Agricultural Technology 8(7):2385-2395.

The white root disease caused by *Rigidoporus microporus* (Sw.) Overeem is a destructive disease in rubber plantation, particularly in southern Thailand. It persists on dead or live root debris for a long time. In this study, resistant clones of white root disease were screened. Pathagenicity tests of *R.microporus* in 10 local clones (PSU1, PSU2), Kantang, Bangmark, Sakraphangsurin, Bangrak, Khaowiset, Wangkere, Bangdee and Huaiyot districts(were done, compared with clone RRIM 600 and GT 1. The experiment was designed as a completely randomized design (CRD) with 5 replications. The following data were recorded for 2-week interval within 5 months: root distributions, area under disease progress curves (AUDPC), growth and symptom of rubber seedlings. Results indicated that the most of active root proliferation of 45-60 cm soil layer depth from the soil surface. Root growth of seedlings from clone Bangmark and Huaiyot districts showed significantly higher than RRIM 600, GT 1 and the other clones. With the AUDPC observation, the seedlings from clone Bangmark, Kantang and Prince of Songkla University (PSU1) were significanly higher P>0.05 (AUDPC) than the other clones. Growth of each clone was monitored by measuring height, circumference and number of petiole per seedling, the seedlings from clone Bangrak exhibited the highest growth. Symptom development of the seedlings from clone Kantang, Khaowiset districts and GT 1 clones were evident, around 50%. Among 10 local clones, RRIM 600 and GT 1 clones, the seedlings from Sakraphangsurin, Bangrak districts, PSU1 and PSU2 clones tended to exhibit white root disease resistance.

Key words: *Rigidoporus microporus*, area under disease progress curves, white root disease, tolerance, local clone

Introduction

White root disease of rubber trees caused by *Rigidoporus microporus* Sw. (Overeem is well known as a destructive disease in rubber plantation in

* Corresponding author: Sayan Sdoodee; e-mail: sayan.s@psu.ac.th

many countries: Cameroon, Ivory Coast, Ghana, Nigeria, Gabon, India, Indonesia, Malaysia, Sri Lanka, Thailand, West and Central Africa (Hashim and Malik, 2006; Jayasuriya and Thennakoon, 2007; Kaewchai *et al*., 2010). The disease causes economic lost not only for the lost of production, it also persists on dead or live root debris for a long time. It forms many white, flattened mycelial strands which grows and extends rapidly through the soil in the absence of any woody substrate (Nandris *et al*., 1987; Kaewchai and Soytong, 2010). The root of healthy rubber tree can be infected by contact with disease source, such as rhizomorphs, infected root, dead stump, or wood debris (Nandris *et al*., 1987; Guyot and Flori, 2002; Kaewchai *et al*., 2010). It can result in substantial death of trees and sometimes losses of a whole stand (Guyot and Flori, 2002). The fruiting bodies of this fungus form at the collar of the dead stem which produce a large number of basidiospores (Figure 1), but it has a limited role in dissemination of this disease (Nandris *et al*., 1987). Preliminary study reported that the seedling of RRIM 600 mainly grown in Thailand is sensitive to the white-root disease. (Holiday 1980) reported that there is no resistant clone of rubber available. Hence, the objective of this study was to assess white root disease AUDPC, symptom development, root growth and growth of rubber trees with screening of tentative resistance clones

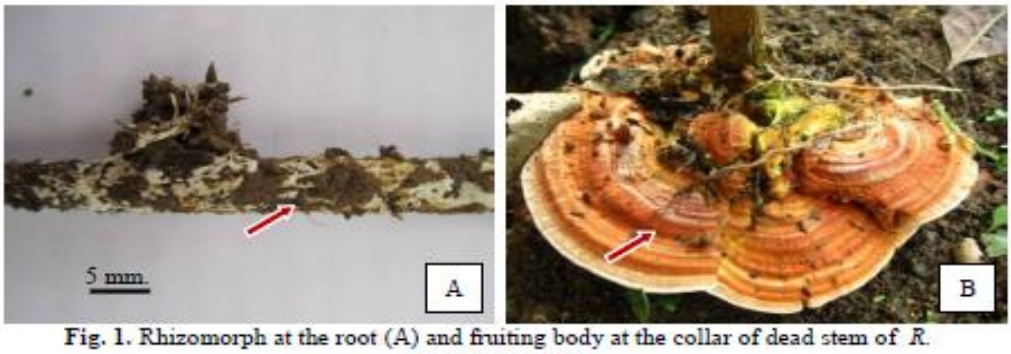


Fig. 1. Rhizomorph at the root (A) and fruiting body at the collar of dead stem of *R. microporus* (B)

Materials and methods

The study was carried out from February to September 2011, in the glasshouse of Faculty of Natural Resources, Prince of Songkla University, Songkhla Province, Thailand. Root growth of 10 local clones collected from different areas in Songkhla, Trang and Suratthani province were tested (Table 1). Clone RRIM 600 and GT 1 were used for comparison.

Journal of Agricultural Technology 2012, Vol. 8(7): 2385-2395

Table 1. Collected locations of local and cultivated clones

Name	Local Districts	Places of collection
Clone#1	Hat Yai (PSU1)	Faculty of Natural Resources, Prince of Songkla University, Hat Yai, Songkhla
Clone#2	Hat Yai (PSU2)	Faculty of Environmental Management, Prince of Songkla University, Hat Yai, Songkhla
Clone#3	(Kantang)	Kantang, Rubber plantation, Trang
Clone#4	(Bangmark)	Bangmark, Rubber plantation, Trang
Clone#5	(Sakraphangsurin)	Sakraphangsurin, Rubber plantation, Trang
Clone#6	(Bangrak)	Bangrak, Rubber plantation, Trang
Clone#7	(Khaowiset)	Khaowiset, Rubber plantation, Trang
Clone#8	(Wangkere)	Wangkere, Rubber plantation, Trang
Clone#9	(Bangdee)	Bangdee, Rubber plantation, Trang
Clone#10	(Huaiyot)	Huaiyot, Rubber plantation, Trang
GT 1	(Surat Thani)	Rubber Research Institute of Surat Thani, Suratthani
RRIM 600	(Klonghoykhon)	Klonghoykhong, Rubber plantation, Songkhla

The experiment was designed as a completely randomized design (CRD) with five replicates. Each clone of the 5-month rubber was planted in a rhizobox Figure (2) 30.48x119.38 cm (contained mixed soil) soil: manure: husk; 3: 2: 2, then the soil preparation analysed at Department of Pest Management, Faculty of Natural Resources, Prince of Songkla University, Songkhla. Then, the rhizobox were lined with The rhizobox were lined with spacing 1m x1m. Root growth of the rubber seedling was assessed in each 15 cm-interval depth. The panel of rhizobox was made of clear acrylic and covered with the black plastic sheet to avoid light exposure. To investigate root distribution, a transparent plastic sheet (30.48 x 119.38 cm.) was lined on the panel. Consequently, the roots were traced using a permanent marker pen with different colors along observation dates. The total length of the sampled roots was measured by using Image Rootfly Software a free, open-source software application to aid researchers in minirhizotron image analysis by the GNU General Public License. Length, diameter, and color of roots, as well as the alive and death rates were recorded. All the experimental data were stored in a single RFY file.

Fig. 2. The rhizobox used for root investigation

Pathogenicity test

Rigidoporus microporus was isolated from infected roots of rubber trees by tissue transplanting technique. The culture was maintained in potato dextrose agar (PDA) medium and deposited at the Department of Pest Management, Faculty of Natural Resources, Prince of Songkla University, Songkhla, Thailand. Pathogenicity tests of *R. microporus* were done in 10 local clones, RRIM 600 and GT 1 clones. Each treatment consisted of one healthy and inoculums which placed into the rhizobox closing to the root system. Symptoms of white root were observed at 2-week interval. Evaluation of disease infection was conducted according to Kaewchai *et al.* (2010) with the following modification: The Disease Index)DI (were determined as follows: level 0 = healthy, green leaves, level 1 = 1-25 %yellow of foliage, level 2 = 26-50 %wilting, level 3 = 51-75% defoliation and level 4 = 76-100% death of plant. And evaluation the distribution of the white root disease from the soil surface was also observed up to 16 weeks by using the following modification:

Level 0 = not found in the root fungal infections.
Level 1 = fungal infections in the root is less than 1%
Level 2 = fungal infections in the root, 1-10%
Level 3 = fungal infections in the root, 11-50%
Level 4 = fungal infection in the root, 51-90%
Level 5 = fungal infections in the root of more than 90%

Journal of Agricultural Technology 2012, Vol. 8(7): 2385-2395

AUDPC analysis

Data for distribution of the white root disease in root rubber were assessed from different soil layer depths. Thus, the derived disease parameter, and the area under disease progress curve (AUDPC) were calculated according to the equation of Campbell and Madden (1991) using the following formula:

$$AUDPC = \sum_{i=1}^{n-1} \frac{(y_i + y_{i+1})}{2} (t_{i+1} - t_i)$$

where n = the total number of observations

Y_i = disease severity in percentages at the i^{th} observation

t = time in days after white root disease inoculation at i^{th} observation

$t_{i+1} - t_i$ = interval between two consecutive observations

Analysis of disease development were performed when greater quantification that needed for resistance evaluation. The disease progress curve represented an integration of all host, pathogen and environmental effects occurring during disease development

Means were compared with the Duncan multiple range test (DMRT). These disease severity were recorded at week 2, 4, 6, 8, 10, 12, 14 and 16, respectively.

Results and discussions

Soil properties

The texture of the soil was determined along with pH, organic matter, macro and micro nutrients (Table 2). The soil was sandy clay loam in texture with moderate compaction. It was characterized as low pH (5.94) and contained reasonable amount of organic carbon, organic matter and total nitrogen. Exchangeable cations were generally low with Ca (3.17 cmol/kg) being the highest, Mg was recessive in the cation exchange (1.11 cmol/kg) but high available phosphorus and potassium.

Table 2. Analysis of soil used in the experiment

Soil properties	characteristics
pH	5.94
Organic. C (%)	1.54
Organic matter	2.65
Nitrogen (%)	0.13
Available P (mg/kg)	61.88
Available K (mg/kg)	911.00
Exch. Ca (cmol/kg)	3.17
Exch. Mg (cmol/kg)	1.11

Growth of the rubber tree

The result of growth 10 local clones, RRIM 600 and GT 1 clones is shown in Table 3. Plant height, number of petiole per seedlings and circumference at 15 cm above soil were measured, it indicated that there were significantly different away the clones. The local clone from Bangrak, increased from 68.460 to 105.117 cm, and its circumference increased from 9.070 to 11.220 cm. While RRIM 600 clone had the average number of petioles per seedling 21.514. In addition, comparing between clone RRIM 600 and GT 1, it was found that RRIM 600 had better growth than the GT 1. Comparing among the 10 local clones, it showed that PSU2 clone had the highest 19.943 petioles per seedling. (Table 3)

Table 3. The average height, girth and number of petiole per seedlings of 12 rubber clones

Treatments	Mean		
	Height (cm)	Circumference (cm)	No. of petiole per seedling
Clone#1	77.654 bc	7.945 c	17.457 ab
Clone#2	86.831 ab	9.156 b	19.943 ab
Clone#3	72.663 bc	7.479 cde	19.286 ab
Clone#4	78.211 bc	7.461 cde	19.486 ab
Clone#5	86.497 ab	7.705 cd	18.314 ab
Clone#6	105.117 a	11.220 a	16.943 abc
Clone#7	76.800 bc	6.727 def	15.171 bc
Clone#8	94.903 ab	6.375 ef	17.514 ab
Clone#9	40.706 d	4.865 g	12.086 c
Clone#10	72.551 bc	7.481 cde	17.514 ab
GT 1	55.229 cd	5.799 fg	16.543 abc
RRIM 600	86.563 ab	8.328 bc	21.514 a
F-test	*	*	*
C.V. (%)	28.431	9.359	26.885

Means with the same superscript in each column are not significantly different by LSD 0.05
* significant difference at $P \leq 0.05$ by Duncan Multiple Range Test

Journal of Agricultural Technology 2012, Vol. 8(7): 2385-2395

Root growth of the rubber tree

Although the root length density in the surface layer manifested different treatment, there was no definite pattern related to placement. Root distribution and root development of local rubber clones were compared. The root in the rhizobox indicated that most of active roots that located within 45-60 cm depth from the soil surface and rubber roots were proliferated rapidly. In addition, root growth of seedlings from clone Bangmark and Huaiyot showed significantly higher than those of the other clones. Active roots of GT 1 were located within 75-90 cm depth from the soil surface. Root growth pattern of RRIM 600 were intensed at the 0-15 cm. depth. While root distribution decreased in the 30-45 cm layer. This indicated that rubber root freedom was at surface with 55% of the root activity confining to the top 10 cm of soil layer. Root activity declined with increasing depths (George *et al*., 2009). Nares and Sayan (2551) evaluated the growth of rubber tree roots by using a minirhizotron, and it was found that the high root density was at the 0-10 cm. soil depth. However, Hamblin (1985) suggested that root development in any plant is governed by factors such as nutrient availability, soil physical properties and genetic characters. One problem of rhizobox observation is the overestimating root length density at depth, which may be due to roots channeled down the vertical tube to soil interface. The profile of root length density of the all clones were different as shown in Figure 3 and 4.

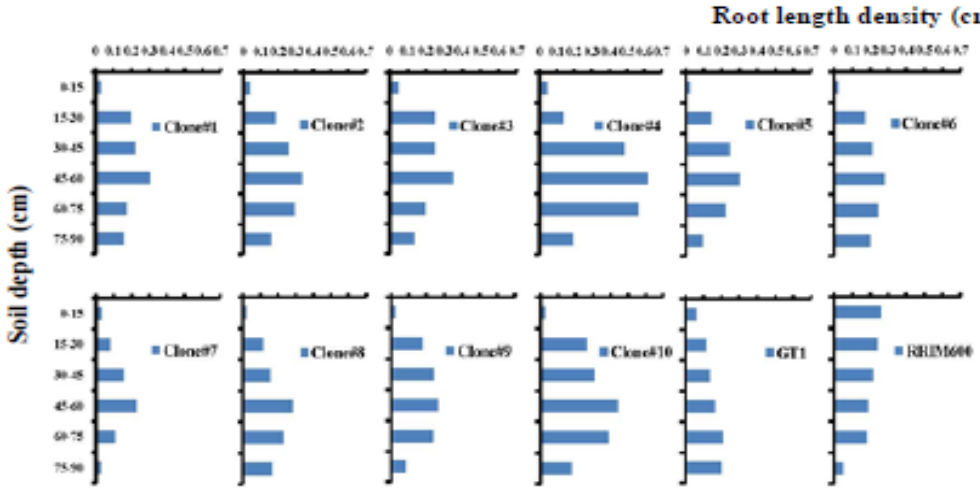


Fig. 3. Comparison of root profiles of the rubber seedlings among the all clones

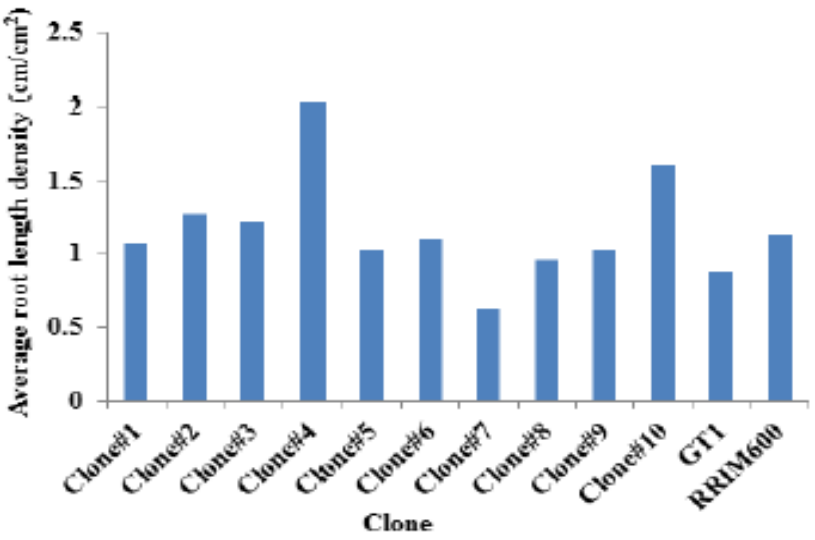


Fig. 4. Average root length density of each clone assessed from the panel of each rhizobox

Severity and AUDPC

Among 10 local clones, RRIM 600 and GT 1 clones, the development of symptoms caused by *R. microporus* showed that symptoms were different at various soil depths. The dorsal root was possessed with rhizomorph of the pathogen and it produced fruiting body at the collar of the dead stem. It also found that AUDPC is the one that may be used to distinguish clones of rubber to the destruction of the white root disease. Disease severity scores and AUDPC value provided evaluation of the reaction of the clones to 0-15, 15-30, 30-45, 45-60, 60-75 and 75-90 cm to *R. microporus*. The values of AUDPC were assessed during the entire period of 16 weeks as disease severity scores. (Table 3). The results showed that after inoculation with *R. microporus* at 2, 4, 6, 8, 10, 12, 14 and 16 weeks, the seedling of all clones disease severity expressed as AUDPC were significantly different ($P>0.05$) within 15-30 and 30-45 cm. depth of the soil surface. At soil depth of 30-45 cm, seedlings from Bangmark, Kantang and PSU1 clones were AUDPC values high as 32, 23.25 and 21.25. While Sakraphangsurin, Bangrak and Khaowiset clones had consistently lower AUDPC values of 8.25, 5.67 and 1.5 (Table 4) Joko (2009) reported that the development of the disease depends on many factors such as humidity, temperature, pH, soil porosity and soil characteristics. Besides, this experiment was a preliminary study in a short period, therefore, it needs to be investigated in long term.

Journal of Agricultural Technology 2012, Vol. 8(7): 2385-2395

Table 4. Area under disease progress curve)AUDPC(among the 12 clones at various soil layers (0-15, 15-30, 30-45, 45-60, 60-75, 75-90 cm.)

Name	AUDPC						Mean
	0-15	15-30	30-45	45-60	60-75	75-90	
Clone#1	0	13.75a	21.25ab	35.75	21.25	16	18
Clone#2	3.5	3.5bc	13.75bc	19.25	17.75	16.5	12.38
Clone#3	3.5	14.25a	23.25ab	20	8	4.25	12.21
Clone#4	0	0c	32a	23.75	24	28.75	18.08
Clone#5	1.5	7.5d	8.25bc	9.25	16	14.25	9.46
Clone#6	0	0c	5.67bc	13	3	1.5	3.86
Clone#7	1.5	1.5c	1.5c	25.25	21.25	17.5	11.42
Clone#8	0	11.75ab	17.75abc	19.75	15.5	10.25	12.5
Clone#9	0	0c	12bc	12	14.75	6	7.46
Clone#10	3.75	3.75bc	16.5abc	23.25	23.5	23.25	15.67
GT 1	3.75	3.75bc	16.5abc	16.25	10.75	9.25	10.04
RRIM 600	0	0 c	12.25bc	15.5	18	14	9.96
P=0.05	ns	*	*	ns	ns	ns	ns
CV(%)	295.27	111.26	64.86	59.19	85.57	82.10	74.34

* significant difference at P≤0.05 by Duncan Multiple Range Test
ns = non significant difference by Duncan multiple range test at P>0.05 probability level
AUDPC = Area under disease progress curve

Symptoms of the white root disease

According to the study of 10 local clones, RRIM 600 and GT 1 clones inoculated with *R.microporus*, the results showed that each clone had symptom development of the white root disease was different. Seedlings from Kantang, Khaowiset and GT 1 clones had affected the white root disease 50% (Table 5). In addition, it was found that PSU1, Sakraphangsurin, Bangrak and PSU2 clones showed symptom development of the white root less than all other clones, this indicated to immune for white root.

The symptom development the white root disease depends on the environment factors. Most commonly, the symptoms would start after the infection with the *R. microporus*, it appeared to exhibit almost similar foliar symptoms. Progress of disease was generally observed first, as yellowing followed by wilting, defoliation and finally death of the host. In addition, progress of these symptoms was similar to the report by Mohd Farid *et al.,* (2001, 2006), and roots of saplings inoculated with *R. microporus* had white rhizomorphs on their surface.

Table 5. White root disease seedlings of 12 rubber clones

Name	No. of seedlings affected the white root disease/total seedlings	Score for the white root disease (16 week)
Clone#1	0 / 4	0
Clone#2	0 / 4	0
Clone#3	2 / 4	4
Clone#4	1 / 4	2
Clone#5	0 / 4	0
Clone#6	0 / 4	0
Clone#7	2 / 4	4
Clone#8	1 / 4	4
Clone#9	1 / 4	4
Clone#10	1 / 4	4
GT 1	2 / 4	4
RRIM 600	1 / 4	4

Conclusion

Among the seedlings 10 local clones, RRIM 600 and GT 1 clones, the white root and root growth were different. Most of the local clones, their of active roots of were located within 45-60 cm depth from the soil surface. Whereas the of root proliferation the seedlings of clone GT 1 and RRIM 600 were located within 75-90 cm and 0-15 cm depth from the soil surface, respectively. The growth of seedling from clone Bangrak was the most. The values of AUDPC and severity score assessment of the white root disease showed that GT 1 seedlings were sensitive to the white-root disease. While the seedlings from clone PSU1, Sakraphangsurin, Bangrak and PSU2 showed that they were tentative resistance to the white root disease more than the other clones.

Acknowledgements

This work was supported by the Higher Education Research Promotion and National Research University Project of Thailand, Office of the Higher Education Commission, the Center of Excellence on Agricultural Biotechnology, Science and Technology Postgraduate Education and Research Development Office, Office of Higher Education Commission, Ministry of Education (AG-BIO/PERDO-CHE) and the Graduate School, Prince of Songkla University.

References

Campbell, C. L. and Madden, L.V. (1999). Introduction of Plant Disease Epidemiology. John Wiley and Sons, New York.

George, S., Suresh, P.R., Wahid, P. A., Ramesh, B.N. and Punnoose, K.I. (2009). Active root distribution pattern of *Hevea brasiliensis* determined by radioassay of latex serum. Agroforestry System 76:275-281.

Guyot, J. and Flori, A. (2002). Comparative study for detecting *Rigidoporus lignosus* on rubber trees. Crop Protection 21:461-466.

Hamblin, A.P. (1985). The influence of soil structure on water movement, crop root growth, and water uptake. Advances in Agronomy 38:95-158.

Hashim, I. and Malik, A.Z. (2006). Research on white root disease of *Hevea*. Achievements and future direction. Paper presented in International Workshop on White Root Disease of *Hevea*, Salatiga, Indonesia, 28 November 2006, pp. 29-32.

Holiday, P. (1980). Fungus Diseases of Tropical Crops. Cambridge University. Press. Cambridge.

Jayasuriya, K.E. and Thennakoon, B.I. (2007). Biological control of *Rigidoporus microporus* the cause of white root disease in rubber. Science Biology and Science 36:9-16.

Joko, P., Titik, N.A. and Radix, S. (2009). The correlations between white rot)*Rigidoporus lignosus* L. (incidence and soil characters of rubber ecosystem in penumangan Baru, Lampung. Jurnal *HPT Tropika* 9:149-157.

Kaewchai, S., Lin, F.C., Wang, H.K. and Soytong, K. (2010). Characterization of *Rigidoporus microporus* isolated from rubber trees based on morphology and ITS sequencing. Agricultural Technology 2:289-298.

Kaewchai, S. and Soytong, K. (2010). Application of biofungicides against *Rigidoporus microporus* causing white root disease of rubber trees. Agricultural Technology 2:349-363.

Mohd, F.A., Lee, S., Maziah, Z., Rosli, H. and Norwati, M. (2006). Root rot in tree species other than *A. mangium*. Pp. 60–66 in Potter K *et al.* (Eds.) Heart Rot and Root Rot in Tropical Acacia Plantations. ACIAR Proceedings No. 124. ACIAR, Canberra.

Mohd, F.A., Maziah, Z., Ab Rasip, A.G. and Noraini, S.Y. (2001). Preliminary Study on pathogenicity of three root disease fungi on *Azadirachta excelsa* (sentang). Journal of Tropical Forest Science 13:554–558.

Nandris, D., Nicole, M. and Geiger, J.P. (1987). Root rot disease of rubber trees. Plant Disease 71:298-306.

Nares, J. and Sayan, S. (2551). Root growth and soil water extraction pattern of Rubber)*Hevea brasiliensis* Muell. Arg. (tree imposed to various irrigation regimes during drying period. M.Sc. Dissertation. University of Songkla.

(Received 27 July 2012; accepted 30 November 2012)