การคัดเลือกพันธุ์ยางพาราที่เหมาะสำหรับใช้เป็นต้นตอ และการวิเคราะห์ทางพันธุกรรมโดยใช้เครื่องหมายดีเอ็นเอ

Selection of Rubber Clones for Rootstock and Genetically Analysis Using DNA Markers

กษมา เชิงฉลาด

Kasama Cherngchalard

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาพืชศาสตร์
มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements for the Degree of Master of Science in Plant Science
Prince of Songkla University
2555

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

ชื่อวิทยานิพนธ์ การคัดเลือกพันธุ์ยางพาราที่เหมาะสำหรับใช้เป็นต้นตอ และการวิเคราะห์ทางพันธุกรรมโดยใช้เครื่องหมายดีเอ็นเอ

ผู้เขียน นางสาวกษมา เชิงฉลาด

สาขาวิชา พืชศาสตร์

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

……..

(รองศาสตราจารย์ ดร.จรัสศรี นวลศรี)

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม

……..

(รองศาสตราจารย์ ดร.สายัณห์ สดุดี)

คณะกรรมการสอบ

……...ประธานกรรมการ

(รองศาสตราจารย์ ดร.สมปอง เตชะโต)

.....กรรมการ

(รองศาสตราจารย์ ดร.จรัสศรี นวลศรี)

…….……...…....กรรมการ

(รองศาสตราจารย์ ดร.สายัณห์ สดุดี)

…….กรรมการ

(รองศาสตราจารย์ มงคล แซ่หลิม)

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา ตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาพืชศาสตร์

……..…….

(ศาสตราจารย์ ดร.อมรรัตน์ พงศ์ดารา)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

ชื่อวิทยานิพนธ์ การคัดเลือกพันธุ์ยางพาราที่เหมาะสำหรับใช้เป็นต้นตอ และการวิเคราะห์ทางพันธุกรรมโดยใช้เครื่องหมายดีเอ็นเอ

ผู้เขียน นางสาวกษมา เชิงฉลาด

สาขาวิชา พืชศาสตร์

ปีการศึกษา 2555

บทคัดย่อ

คัดเลือกพันธุ์ยางพาราที่เหมาะสำหรับใช้เป็นต้นตอ โดยวิธีการศึกษาการเจริญเติบโตของระบบรากยางพาราพันธุ์ดั้งเดิม ที่เก็บจากแหล่งต่างๆภายใน จ. สงขลา ตรัง สุราษฎร์ธานี และระนอง เปรียบเทียบกับยางพาราพันธุ์ RRIM 600 การศึกษาระบบรากใช้เทคนิคไรโซตรอน โดยการย้ายปลูกต้นกล้ายางพาราพันธุ์ดั้งเดิม อายุ 6 เดือนในไรโซบอค ที่มีพื้นที่หน้าตัดขนาด 40 x 100 เซนติเมตร วางแผนการทดลองแบบ CRD จำนวน 18 โคลน โคลนละ 4 ซ้ำๆละ 1 ต้น การบันทึกข้อมูลของต้นกล้ายางพาราโคลนต่างๆตั้งแต่อายุ 6 เดือน ทุก 2 สัปดาห์ เป็นระยะเวลา 5 เดือน ข้อมูลดังกล่าวประกอบด้วย ค่าความยาวยอด ความยาวราก ค่าน้ำหนักแห้ง และอัตราส่วนระหว่างยอดต่อราก ซึ่งความยาวรากวิเคราะห์โดยใช้โปรแกรม Rootfly Version 2.0.2 program (ลิขสิทธิ์ของ Clemson University 2005-2011) จากผลการศึกษาพบว่า การเจริญเติบโตของรากมากที่สุด ที่ระดับความลึกของดิน 20-40 เซนติเมตร ในต้นกล้ายางพาราพันธุ์ดั้งเดิมจาก ต. บางรัก อ.เมือง จ.ตรัง และสวนสาธารณะ เทศบาลนครหาดใหญ่ จ.สงขลา มีการเจริญเติบโตของรากที่ดีมากกว่าต้นกล้าจากแหล่งอื่น การหาค่าความสัมพันธ์ของอัตราส่วนของน้ำหนักแห้งระหว่างรากต่อยอด พบว่ายางพาราดั้งเดิมจากสวนสาธารณะ เทศบาลนครหาดใหญ่ มีค่าสูงสุด คือ 1.44 ขณะที่ยางพาราพันธุ์ RRIM 600 มีค่าอัตราส่วนระหว่างรากต่อยอด คือ 1.16 จากการศึกษาทางพันธุกรรมของต้นกล้ายางพาราโดยใช้เครื่องหมายอาร์เอพีดีกับตัวอย่างใบยางพารา 19 โคลน จำนวน 76 ต้น ทดสอบกับไพรเมอร์ขนาด 10 คู่เบส จำนวน 48 ไพรเมอร์ นำมาเพิ่มปริมาณดีเอ็นเอแบบสุ่มโดยปฏิกิริยาพีซีอาร์ พบว่าไพรเมอร์ที่ให้ความแตกต่างชัดเจน จำนวน 7 ไพรเมอร์ คือ OPB-17, OPR-02, OPR-11, OPZ-4, OPAD-01, OPAD-10 และ OPAD-12 นำไพรเมอร์ดังกล่าวมาทดสอบ พบว่าให้แถบดีเอ็นเอทั้งหมด 85 แถบ เฉลี่ย 12.14 แถบต่อไพรเมอร์ เป็นแถบดีเอ็นเอที่มีขนาดแตกต่างกัน 61 เมื่อนำข้อมูลแถบดีเอ็นเอที่ได้มาสร้างเดนโดรแกรม เพื่อหาความสัมพันธ์และความใกล้ชิดทางพันธุกรรมโดยใช้วิธี UPGMA (Unweighted Pair-Group Method Using Arithmetic Average) จากโปรแกรม NTSYS (Version 2.1) ผลจากเดนโดรแกรมสามารถแบ่งกลุ่มยางพาราพันธุ์ดั้งเดิมได้เป็น 4 กลุ่ม โดยมีค่า

ดัชนีความใกล้ชิดทางพันธุกรรมอยู่ในช่วง 0.4941 - 0.9647 โดยมีค่าเฉลี่ย เท่ากับ 0.7226 ดังนั้นจากการศึกษาครั้งนี้ยางพาราที่คาดว่าเหมาะสมสำหรับใช้เป็นต้นตอ คือยางพาราพันธุ์ดั้งเดิมจากสวนสาธารณะเทศบาลนครหาดใหญ่

Thesis Title Selection of Rubber Clones for Rootstock and Genetically Analysis Using DNA Markers

Author Miss Kasama Cherngchalard

Major Program Plant Science

Academic Year 2012

Abstract

The root development of early introduced rubber clone seedlings from various sources in Songkhla, Trang, Suratthani and Ranong province was investigated by Rhizotron technique. Six month-old seedlings of 18 early introduced rubber clones transplanted into 40 x 100 cm rhizoboxes, RRIM 600 were included as a control. The experimental design was CRD with 4 replications, one plant per rhizobox. The following data were collected every 2 weeks during a 5 months period: root and shoot length, dry weight of root-shoot and root-shoot ratios. Root length was analyzed by Rootfly Version 2.0.2 program (Copyright by 2005-2011 Clemson University). Results indicated that the majority of active roots were located within 20-40 cm under the soil surface. Root growth of early introduced rubber clones seedlings from Tambon Bangrak, Muang district, Trang Province and Hat Yai central park clones showed to be significantly higher than the RRIM 600 and other clones. Root-shoot ratio of seedlings from Hat Yai central park clones was 1.44, while 1.16 was recorded for the average root-shoot ratio of RRIM 600. Genetic assessment of 76 plants belonging to nineteen clones from this study was investigated using RAPD (Random Amplification of Polymorphic DNA) technique. Forty-eight 10-base oligonucleotide primers for RAPD were first screened and 7 primers (OPB-17, OPR-02, OPR-11, OPZ-04, OPAD-01, OPAD-10 and OPAD-12) were chosen to assess genetic variation in 76 individual plants. Eighty five amplification fragments were obtained from 7 primers with an average of 12.14 fragments for each primer. From 85 fragments, 61 were polymorphic. Dendrogram showing genetic similarities among rubber trees was constructed based on polymorphic bands of RAPD using UPGMA (Unweighted Pair-Group Method using Arithmetic Average). Cluster analysis was performed by the NTSYS Version 2.1 program. Based on dendrogram obtained, 76 seedlings could be separated

into 4 groups with similarity coefficients ranging from 0.4941 - 0.9647 with an average 0.7226. The rubber that should be suitable for use as a rootstock originates from the early introduced rubber clone seedlings from Hat Yai central park.

กิตติกรรมประกาศ

กราบขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ ดร.จรัสศรี นวลศรี ประธานกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์เป็นอย่างสูง ที่กรุณาให้คำแนะนำ ข้อคิดเห็นในการค้นคว้าวิจัยและแก้ไขปัญหาต่างๆ รวมทั้งอบรมสั่งสอนแนะแนวทางการวิจัย ตรวจทานแก้ไข และการเขียนวิทยานิพนธ์จนสมบูรณ์ ขอขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ ดร.สายัณห์ สดุดี กรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ที่ได้กรุณาให้คำปรึกษาแนะนำและตรวจแก้ไขวิทยานิพนธ์ รองศาสตราจารย์ ดร.สมปอง เตชะโต ประธานกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ และรองศาสตราจารย์ มงคล แซ่หลิม กรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ที่ได้กรุณาให้คำแนะนำ และตรวจแก้ไขวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ให้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น และขอกราบขอบพระคุณคณาจารย์ทุกท่านที่ได้ประสาทวิชาความรู้ต่างๆ ทั้งในและนอกห้องเรียนให้แก่ผู้เขียนเสมอมา

ขอขอบพระคุณ บัณฑิตวิทยาลัย และภาควิชาพืชศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ ที่ให้ความอนุเคราะห์สนับสนุนเงินทุนในการทำงานวิจัยนี้ และให้ความอนุเคราะห์สถานที่ และห้องปฏิบัติการ ตลอดจนวัสดุอุปกรณ์ต่างๆ และ วิทยานิพนธ์นี้ได้รับการสนับสนุนส่วนหนึ่งจากศูนย์ความเป็นเลิศด้านเทคโนโลยีชีวภาพเกษตร สำนักพัฒนาบัณฑิตศึกษาและวิจัยด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ

ขอขอบคุณ สวนเกษตรกร จ.สงขลา สุราษฎร์ธานี ตรัง และระนอง ที่เอื้อเฟื้อตัวอย่างพืชและให้ความร่วมมือในการวิจัยครั้งนี้

ขอขอบคุณ คุณปฐมพงศ์ วงศ์เลี้ยง คุณบัณฑิตา คงพันธุ์ คุณโสภณ รองสวัสดิ์ และบุคลากรภาควิชาพืชศาสตร์ รวมทั้ง เพื่อนๆ พี่ๆ และน้องๆ ทุกคน ที่ให้ความช่วยเหลือในการทำวิจัยครั้งนี้ รวมทั้ง ขอกราบขอบพระคุณ บุคคลในครอบครัวเชิงฉลาด ที่ให้การสนับสนุนและเป็นกำลังใจให้ผู้เขียนมาโดยตลอดจนสำเร็จการศึกษา

สุดท้ายนี้ผู้เขียนขออุทิศงานวิจัยครั้งนี้ เพื่อระลึกถึง ผู้ช่วยศาสตราจารย์ อิบรอเฮม ยีดำ อดีตอาจารย์ประจำ และหัวหน้าภาควิชาพืชศาสตร์ คณะทรัพยากรธรรมชาติ หนึ่งในผู้ซึ่งมีความชำนาญเกี่ยวกับยางพาราในภาคใต้ของประเทศไทย

กษมา เชิงฉลาด

สารบัญ

	หน้า
สารบัญ	(10)
รายการตาราง	(11)
รายการภาพ	(12)
บทที่	
1. บทนำ	
บทนำต้นเรื่อง	1
ตรวจเอกสาร	2
วัตถุประสงค์	13
2. วัสดุ อุปกรณ์ และวิธีการ	
วัสดุและอุปกรณ์	14
วิธีการดำเนินการ	18
3. ผล	22
4. วิจารณ์	53
5. สรุป	58
เอกสารอ้างอิง	60
ภาคผนวก	68
ประวัติผู้เขียน	100

รายการตาราง

ตารางที่		หน้า
1	สถานที่เก็บตัวอย่างยางพาราพันธุ์ดั้งเดิม (อายุ 40 ขึ้นไป) และยางพาราพันธุ์แนะนำ ที่ใช้ในการศึกษาการเจริญเติบโตของระบบราก	14
2	ความยาวรากต้นกล้ายางพาราพันธุ์ดั้งเดิมที่ระดับความลึก 0-100 เซนติเมตร	23
3	ความยาวรากต้นกล้ายางพาราพันธุ์ RRIM 600 ที่ระดับความลึก 0-100 เซนติเมตร	27
4	การสะสมน้ำหนักแห้งของยางพาราพันธุ์ดั้งเดิม และยางพาราพันธุ์แนะนำ จากแหล่งต่างๆของ จ.สงขลา สุราษฎร์ธานี ตรัง และระนอง	33
5	ชนิดของไพรเมอร์ที่คัดเลือก ลำดับเบส จำนวนแถบดีเอ็นเอทั้งหมด จำนวนแถบดีเอ็นเอที่เหมือนกัน และจำนวนแถบดีเอ็นเอที่ต่างกัน จากการใช้เทคนิคอาร์เอพีดีในการศึกษาพันธุกรรมของยางพารา	36
6	แถบดีเอ็นเอที่ปรากฏในตัวแทนยางพาราพันธุ์ดั้งเดิมและพันธุ์แนะนำ จำนวน 19 โคลน จากการใช้เทคนิคอาร์เอพีดี	41
7	ค่าดัชนีความใกล้ชิดทางพันธุกรรมของต้นกล้ายางพาราจากต้นแม่ จำนวน 19 โคลน จาก จ.สงขลา ตรัง สุราษฎร์ธานี และระนอง จากการใช้เทคนิคอาร์เอพีดี	52

ตารางภาคผนวกที่		หน้า
1	แม่พันธุ์ พ่อพันธุ์ และแหล่งกำเนิดของยางพันธุ์แนะนำทั้ง 3 พันธุ์ ที่ใช้ในการศึกษา	69
2	ชื่อเต็มของคำย่อที่ใช้ในการกำหนดชื่อพันธุ์ยางที่ใช้ในการศึกษา	69
3	ไพรเมอร์ที่ใช้ทดสอบ ลำดับเบสของไพรเมอร์ และผลที่ได้จากการทดสอบอาร์เอพีดี - พีซีอาร์ กับดีเอ็นเอของยางพารา	70
4	ค่าดัชนีความใกล้ชิดทางพันธุกรรมของตัวแทนประชากรยางพาราพันธุ์ดั้งเดิมและแนะนำ จำนวน 19 โคลน จาก จ.สงขลา ตรัง สุราษฎร์ธานี และระนอง จากการใช้เทคนิคอาร์เอพีดี	72
5	ผลการวิเคราะห์ดินที่ใช้ในการปลูกทดสอบต้นกล้ายางพาราในไรโซบอค	99

รายการภาพ

ภาพที่		หน้า
1	ไรโซบอคที่ใช้ปลูกกล้ายางพาราเพื่อศึกษาการเจริญเติบโตของระบบราก	22
2	ความหนาแน่นของรากต้นกล้ายางพาราพันธุ์ดั้งเดิม และพันธุ์แนะนำทั้ง 19 โคลน ที่ระดับ ความลึก 0-100 เซนติเมตร หลังจากปลูกลงในไรโซบอคเป็นเวลา 5 เดือน	28
3	เปรียบเทียบการเจริญเติบโตของรากต้นกล้ายางพาราพันธุ์ดั้งเดิมที่ปลูกในไรโซ-บอค เป็นเวลา 5 เดือน จาก 6 โคลนภายในมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ อ.หาดใหญ่ จ.สงขลา	29
4	เปรียบเทียบการเจริญเติบโตของรากต้นกล้ายางพาราพันธุ์ดั้งเดิมที่ปลูกในไรบอคเป็นเวลา 5 เดือน จาก จ.สงขลา และตรัง	30
5	เปรียบเทียบการเจริญเติบโตของรากต้นกล้ายางพาราพันธุ์ดั้งเดิมจากแหล่งต่าง ๆ และพันธุ์ แนะนำที่ปลูกในไรโซบอค เป็นเวลา 5 เดือน จาก จ.ตรัง สุราษฎร์ธานี และระนอง	31
6	การเจริญเติบโตของรากต้นกล้ายางพาราพันธุ์ RRIM 600 ที่ปลูกในไรโซบอค เป็นเวลา 5 เดือน	32
7	ค่าการสะสมน้ำหนักแห้งส่วนยอด และรากของยางพาราพันธุ์ดั้งเดิม และยางพาราพันธุ์แนะนำจากแหล่งต่างๆของ จ.สงขลา สุราษฎร์ธานี ตรัง และระนอง	34
8	รูปแบบของแถบดีเอ็นเอจากเทคนิคอาร์เอพีดีของตัวอย่างยางพาราพันธุ์ดั้งเดิม และพันธุ์แนะนำจากแหล่งต่างๆ เมื่อใช้ไพรเมอร์ OPB-17 M คือ DNA Ladder ขนาด 100 คู่เบส	37
9	รูปแบบของแถบดีเอ็นเอจากเทคนิคอาร์เอพีดีของตัวอย่างยางพาราพันธุ์ดั้งเดิม และพันธุ์แนะนำจากแหล่งต่างๆ เมื่อใช้ไพรเมอร์ OPR-02 M คือ DNA Ladder ขนาด 100 คู่เบส	37
10	รูปแบบของแถบดีเอ็นเอจากเทคนิคอาร์เอพีดีของตัวอย่างยางพาราพันธุ์ดั้งเดิม และพันธุ์แนะนำจากแหล่งต่างๆ เมื่อใช้ไพรเมอร์ OPR-11 M คือ DNA Ladder ขนาด 100 คู่เบส	38

ภาพที่		หน้า
11	รูปแบบของแถบดีเอ็นเอจากเทคนิคอาร์เอพีดีของตัวอย่างยางพาราพันธุ์ดั้งเดิมและพันธุ์แนะนำจากแหล่งต่างๆ เมื่อใช้ไพรเมอร์ OPZ-04 M คือ DNA Ladder ขนาด 10 คู่เบส	38
12	รูปแบบของแถบดีเอ็นเอจากเทคนิคอาร์เอพีดีของตัวอย่างยางพาราพันธุ์ดั้งเดิมและพันธุ์แนะนำจากแหล่งต่างๆ เมื่อใช้ไพรเมอร์ OPAD-01 M คือ DNA Ladder ขนาด 100 คู่เบส	39
13	รูปแบบของแถบดีเอ็นเอจากเทคนิคอาร์เอพีดีของตัวอย่างยางพาราพันธุ์ดั้งเดิมและพันธุ์แนะนำจากแหล่งต่างๆ เมื่อใช้ไพรเมอร์ OPAD-10 M คือ DNA Ladder ขนาด 100 คู่เบส	39
14	รูปแบบของแถบดีเอ็นเอจากเทคนิคอาร์เอพีดีของตัวอย่างยางพาราพันธุ์ดั้งเดิมและพันธุ์แนะนำจากแหล่งต่างๆ เมื่อใช้ไพรเมอร์ OPAD-12 M คือ DNA Ladder ขนาด 100 คู่เบส	40
15	เดนโดรแกรมแสดงความสัมพันธ์ของต้นกล้ายางพาราจากต้นดั้งเดิมและพันธุ์แนะนำ จำนวน 19 โคลน จากการใช้เทคนิคอาร์เอพีดี ด้วยไพรเมอร์จำนวน 7 ไพรเมอร์	51

บทที่ 1
บทนำ

1. บทนำต้นเรื่อง

ยางพารา (*Hevea brasiliensis.* Mull. Arg.) เป็นพืชเศรษฐกิจที่มีความสำคัญยิ่งในปัจจุบัน เนื่องจากทั่วโลกมีความต้องการยางธรรมชาติเพิ่มขึ้น ตามการเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจของยางโลก มีการพัฒนาสวนยางพาราด้วยการปลูกยางพันธุ์ดีที่ให้ผลผลิตสูง ทดแทนยางพันธุ์ดั้งเดิมที่ให้ผลผลิตต่ำ ประเทศไทยนับเป็นผู้นำในการผลิตยางธรรมชาติและจำหน่ายสู่ตลาดโลก (กษิดิศ, 2543) ปี 2553 ประเทศไทยเป็นผู้ผลิตยางพาราอันดับหนึ่งของโลก โดยมีพื้นที่ปลูกยาง 16.89 ล้านไร่ (สมพงษ์, 2536) จากปี 2547 ประเทศไทยมีรายได้จากการผลิตยางพารามูลค่า 136,740 ล้านบาท (สุภาพรและคณะ, 2549) ต่อมาในปี 2552 มีมูลค่าการส่งออกผลิตภัณฑ์ยางพาราต่างๆ 402,563 ล้านบาท ศักยภาพการผลิตยางของไทยระหว่างปี 2548-2552 เพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องจาก 2,937,158 ตัน เป็น 3,164,379 ตัน หรือเพิ่มขึ้นร้อยละ 7.73 (สถาบันวิจัยยาง, 2553) ในอดีตยางพาราพันธุ์ดั้งเดิมที่ใช้ปลูก มีความแข็งแรงตามธรรมชาติ ทำให้ต้นยางสามารถต้านทานต่อการเกิดโรค แต่เมื่อนำยางพาราพันธุ์ดีมาปลูกทดแทน ทำให้ประสบปัญหาโรคยางพาราเพิ่มขึ้น (พงษ์เทพ, 2522) โรคยางพารามีผลกระทบโดยตรงต่อการเจริญเติบโตของต้นยางพารา มีโรคบางชนิดมีผลทำให้เกิดความเสียหายไม่มาก เพียงแค่รบกวนการเจริญเติบโตของต้นยางพารา เช่น โรคราแป้ง โรคใบจุดก้างปลา โรคใบร่วงเป็นต้น แต่ในโรคบางชนิดหากเข้าทำลายแล้วจะทำให้การเจริญเติบโตหยุดชะงัก โดยฉพาะที่เกิดกับระบบราก รากเป็นอวัยวะของพืชที่ยากต่อการศึกษาเพราะเป็นส่วนที่อยู่ใต้ดิน หากเกิดความผิดปกติก็จะทราบได้เมื่อส่วนที่อยู่เหนือดินแสดงอาการ จึงทำให้ต้นยางบางส่วนตายก่อนที่จะควบคุมการระบาดได้ เนื่องจากรากพืชเป็นส่วนที่สำคัญของพืชที่ทำหน้าที่ในการดูดน้ำและธาตุอาหารเลี้ยงต้นพืช ซึ่งช่วยให้พืชมีการเจริญเติบโตและพัฒนาได้เป็นปกติ (พเยาว์, 2541) ในยางพารายังไม่มีการศึกษาความต้านทานโรคในพันธุ์ดั้งเดิมมากนัก แต่พบว่ายางพาราพันธุ์แนะนำที่นิยมปลูกในปัจจุบันมีความอ่อนแอต่อโรคราก เช่น โรครากขาว พันธุ์ยางที่เป็นโรครากนี้มากที่สุดคือ RRIM600 (55%) รองลงมาคือ BPM24 (19.6%) โรครากแดง พันธุ์ยางที่เป็นโรคนี้มากที่สุดคือ RRIM600 (63.8%) รองลงมาคือ PB5/51 (14.9%), ส่วนโรครากน้ำตาล พันธุ์ยางที่เป็นโรคมากที่สุดคือ RRIM600 (51.4%) รองลงมาคือ BPM24 (22.8%) (สถาบันวิจัยยาง, 2547) การปลูกยางในอดีตมักใช้ยางพันธุ์ดั้งเดิมเป็นต้นตอและติดตาด้วยยางพันธุ์ดี ซึ่งประมาณ 75% ของยางพันธุ์ดีที่ปลูกใน

ประเทศไทยคือพันธุ์ RRIM600 ในปัจจุบันได้มีการส่งเสริมให้ขยายพื้นที่ปลูกยางพาราทั้งในภาคใต้และภาคอื่น ๆ ของประเทศ ความต้องการต้นพันธุ์ที่ดีจึงเพิ่มขึ้นเป็นลำดับ ขณะเดียวกันพันธุ์ดั้งเดิมถูกโค่นเกือบหมด ดังนั้นต้นตอในปัจจุบันส่วนใหญ่จึงเป็นเมล็ดจากต้นยางพันธุ์ RRIM600 ซึ่งความแข็งแรงและทนทานต่อโรคค่อนข้างต่ำ หากในอนาคตมีการระบาดของโรคเพิ่มขึ้น อาจมีอันตรายต่อต้นยางทั้งหมด เพราะมีฐานพันธุกรรมแคบทั้งต้นตอและกิ่งพันธุ์ดี ดังนั้นการคัดแยกสายพันธุ์ยางดั้งเดิมที่มีลักษณะดีเหมาะที่จะใช้เป็นต้นตอ และทำการรักษาสายพันธุ์ไม่ให้สูญหายรวมถึงมีการขยายพันธุ์ให้มีปริมาณเพียงพอต่อความต้องการเป็นสิ่งจำเป็น ในเบื้องต้นควรมีการคัดเลือกต้นพันธุ์ที่มีระบบรากแข็งแรง เจริญเติบโตรวดเร็ว และตรวจสอบพันธุกรรมของพันธุ์โดยใช้เครื่องหมายดีเอ็นเอ เพราะพันธุ์ยางพารายางกลุ่มนี้ เป็นยางเก่าแก่ไม่ทราบสายพันธุ์และแหล่งที่มา จึงจำเป็นต้องมีการคัดแยกพันธุ์ และอนุรักษ์ไว้เพื่อรักษาฐานพันธุกรรม ทำการคัดเลือกเพื่อมาทดสอบการเข้ากันได้กับต้นพันธุ์ดีสำหรับใช้เป็นแหล่งต้นตอในอนาคต รวมทั้งเพื่อสร้างแปลงผลิตเมล็ดพันธุ์สำหรับใช้เป็นต้นตอ

2. ตรวจเอกสาร

2.1 ความสำคัญ

นับตั้งแต่ประเทศไทยเริ่มมีการปลูกยางพาราเป็นครั้งแรก มีการขยายพื้นที่ปลูกอย่างแพร่หลายจนเป็นพืชเศรษฐกิจสำคัญของประเทศ จนไทยเป็นผู้นำด้านการผลิตและการส่งออกยางพารามาตั้งแต่ปี 2534 จนกระทั่งปัจจุบัน ประเทศไทยมีพื้นที่ปลูกยางรวมทั้งสิ้น 16.89 ล้านไร่ ภาคใต้มีพื้นที่ปลูกยางมากที่สุด (11,339,658 ไร่) รองลงมาเป็นภาคตะวันออกเฉียงเหนือ (2,845,542 ไร่) ภาคตะวันออกรวมภาคกลาง (2,103,908 ไร่) และภาคเหนือตามลำดับ (600,578 ไร่) (สถาบันวิจัยยาง, 2547) การส่งออกยางธรรมชาติส่วนใหญ่อยู่ในรูปของวัตถุดิบ ได้แก่ ยางแท่ง ยางแผ่นรมควัน น้ำยางข้น และผลิตภัณฑ์ไม้ยาง ซึ่งสร้างรายได้ให้กับเกษตรกรชาวสวนยาง และอุตสาหกรรมที่เกี่ยวข้องมากมาย ยางพาราจึงมีความสำคัญต่อเกษตรกรกว่า 1 ล้านครอบครัว ซึ่งเป็นเกษตรกรรายย่อย เป็นสวนยางขนาดเล็กถึงร้อยละ 95 ของสวนยางทั้งประเทศ นอกจากการปลูกยางจะเป็นการสร้างรายได้ให้แก่เกษตรกรชาวสวนยางแล้ว ยังเป็นการสร้างสวนป่าเศรษฐกิจของประเทศ เพิ่มพื้นที่สีเขียวช่วยดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ช่วยปรับสภาพแวดล้อมดียิ่งขึ้น มีการกระจายตัวของฝนเพิ่มขึ้น นอกจากนี้ การปลูกยางยังมีความเสี่ยงน้อยกว่าการปลูกพืชชนิดอื่น เนื่องจากอายุการให้ผลผลิตนาน 25-30 ปี ก่อให้เกิดรายได้ทั้งทางตรงและทางอ้อม ส่งผลให้เกษตรกรมีอาชีพและรายได้ที่ค่อนข้างมั่นคง

2.2 ประวัติความเป็นมา

ยางพารา จัดอยู่ในวงศ์ Euphorbiaceae หรือวงศ์ที่ให้น้ำยาง สกุล *Heavea* มีจำนวนโครโมโซม 2n = 2x = 36 (อุดม, 2541) มีถิ่นกำเนิดบริเวณลุ่มน้ำอะเมซอน ประเทศบราซิล และเปรู ทวีปอเมริกาใต้ ชาวพื้นเมืองในอเมริกากลางและอเมริกาใต้เรียกต้นไม้ที่ให้ยางว่า คาอุท์ชุค (Caoutchouc) แปลว่าต้นไม้ร้องไห้ จนถึงปี ค.ศ.1770 โจเซฟ พริสลี่ จึงพบว่า ยางสามารถลบรอยดำของดินสอได้โดยที่กระดาษไม่เสีย จึงเรียกยางว่า ยางลบหรือตัวลบ (Rubber) ซึ่งเป็น คำเรียกยางเฉพาะในอังกฤษและฮอลแลนด์เท่านั้น ส่วนใน ประเทศยุโรปอื่นๆ ในสมัยนั้น ล้วนเรียกยางว่า คาอุท์ชุก ทั้งสิ้น (สนิท, 2523) ชาวพื้นเมืองได้นำน้ำยางพาราทำเป็นของใช้ต่างๆ โดยการทำให้น้ำยางแห้ง และรักษาสภาพด้วยการรมควัน ยางมีคุณสมบัติพิเศษหลายอย่างที่มีความสำคัญต่อมนุษย์ คือ มีความยืดหยุ่น กันน้ำได้ เป็นฉนวนกันไฟได้ เก็บลมและพองลมได้ดี เป็นต้น (พายัพ, 2538) แม้ในปัจจุบัน มนุษย์สามารถผลิตยางเทียมได้แล้วก็ตาม แต่คุณสมบัติบางอย่าง ของยางเทียมก็สู้ยางธรรมชาติไม่ได้ ในโลกนี้ยังมีพืชอีกมากมายหลายชนิดที่ให้น้ำยาง แต่น้ำยางที่ได้จาก ต้นยางแต่ละชนิด จะมีคุณสมบัติที่แตกต่างกันไป

พืชให้น้ำยางสกุล *Hevea* เป็นไม้ยืนต้นทรงพุ่มขนาดใหญ่พบในบริเวณเขตร้อนชื้น มีฝนตกชุก ขึ้นอาศัยในระบบนิเวศน์วิทยาที่มีความหลากหลายมาก พบตั้งแต่ที่ลุ่มจนถึงยอดเขาที่สูงชัน บริเวณที่มีดินเป็นกรด หรือบริเวณที่ราบสูง ระบายน้ำได้ดี ทั้งหมดนี้มีถิ่นกำเนิดในอเมริกาใต้แถบลุ่มน้ำอะเมซอนเกือบทั้งหมด การจำแนกพืชสกุล *Hevea* อาศัยความแตกต่างจากลักษณะทางสัณฐานและสรีรวิทยาแบ่งออกเป็น 9 ชนิดดังนี้ (สำนักคุ้มครองพันธุ์พืชแห่งชาติ, 2545)

2.1.1 *Hevea brasiliensis* Muell. Arg. ผลผลิตยางธรรมชาติมากกว่า 90% มาจากยางชนิดนี้ เดิมมีการซื้อขายกันที่เมืองพารา ประเทศบราซิล ทวีปอเมริกาใต้เพียงแห่งเดียวเท่านั้น เพื่อสะดวกแก่การซื้อขายกันครั้งนั้นจึงเรียกยางชนิดว่า ‘ยางพารา’ ปจจุบันปลูกกันมากในแถบทวีปเอเชียรวมถึงประเทศไทยด้วย

2.2.2 *H. benthamiana* Muell. Arg. พบบริเวณตอนเหนือของแม่น้ำอะเมซอนเท่านั้น และช่วงตอนบนของที่ราบลุ่ม Orinoco จะมีบริเวณหนึ่งที่เป็นแหล่งแพร่กระจายพันธุ์บริเวณเดียวกับ *H. brasiliensis* คือบริเวณตะวันตกของ Manaos ทำให้เกิดการผสมข้ามตามธรรมชาติระหว่างยางสองชนิดนี้ ยางชนิดนี้อาจมีต้นสูงถึง 90 ฟุต แต่ต้นจะเล็กกว่า *H. brasiliensis* ยางชนิดนี้มีความทนทานต่อโรคใบร่วงลาตินอเมริกา (*Microcyclus ulei*)

2.2.3 *H. camporum* Ducke มีแหล่งแพร่กระจายในเขตทุ่งหญ้าซาวันนา แถบกลางลุ่มแม่น้ำ Madeira มีลักษณะใกล้เคียงกับยางชนิด *H. pauciflora* แต่เป็นชนิดต้นเตี้ย

2.2.4 *H. guianensis* Aubl. และ var. lutea (Spruce ex Benth.) Ducke & R.E. Schultes ยางชนิดนี้มีหลากหลายลักษณะ แพร่กระจายพันธุ์โดยทั่วไป ต้นสูงประมาณ 100 ฟุตหรือมากกว่า ใบย่อยเรียบตรง ชอบขึ้นในบริเวณที่สูงระบายน้ำได้ดี พบบริเวณที่มีระดับสูงถึง 6,000 ฟุต จากระดับน้ำทะเล น้ำยางมีสีเหลืองอ่อน ส่วนใหญ่เป็นยางไม่มีคุณภาพ

2.2.5 *H. microphylla* Ule เป็นยางเฉพาะถิ่นของบริเวณตอนเหนือของที่ราบลุ่ม Rio Negro ประเทศบราซิล โคลัมเบีย และเวเนซูเอลา มีคุณลักษณะพิเศษเฉพาะตัว ต้นสูงประมาณ 60 ฟุต ผลไม่แยกออกจากกันในสภาพธรรมชาติ ชอบขึ้นบริเวณที่ลุ่มว่างเปล่าหรือบริเวณที่มีน้ำท่วมขังอยู่เสมอ น้ำยางมีสีขาว มีน้ำยางค่อนข้างน้อย

2.2.6 *H. nitida* Mart.ex Muell. Arg. พบเป็นบริเวณกว้างแถบลุ่มน้ำอะเมซอนและตอนเหนือของที่ราบลุ่ม Orinoco ทรงต้นยางขนาดกลาง ใบย่อยมีผิวมัน พบอาศัยในสภาพป่าและบริเวณดินทราย น้ำยางมีสีขาวทนทานการเผาไหม้ได้ดี ยางชนิดนี้มีความทนทานต่อโรคใบร่วงลาตินอเมริกา

2.2.7 *H. pauciflora* (Spruce ex Benth.) Muell. Arg. ชนิดนี้มีแหล่งแพร่กระจายพันธุ์ในเขต Rio Negro และเขตตอนบนของที่ราบลุ่ม Orinoco ประเทศบราซิล และประเทศเกียอะนา ทรงต้นขนาดกลาง ใบย่อยมีขนาดใหญ่ ลายเส้นใบเห็นชัด เมล็ดมีขนาดใหญ่ขึ้นอาศัยบนเนินภูเขาหินและระบายน้ำได้ดี น้ำยางมีสีขาว

2.2.8 *H. rigidifolia* (Spruce ex Benth.) Muell. Arg. เป็นยางเฉพาะถิ่น บริเวณตอนเหนือของ Rio Negro ประเทศบราซิล ประเทศโคลัมเบียและประเทศเวเนซูเอลา ทรงต้นขนาดกลางสูงประมาณ 60 ฟุต ใบค่อนข้างหนา ใบมัน เจริญเติบโตบริเวณที่ระบายน้ำได้ดีน้ำยางมีสีครีม

2.2.9 *H. spruceana* (Benth.) Muell.-Arg. ยางชนิดนี้พบมากบริเวณตอนใต้ลุ่มน้ำอะเมซอน ลำต้นมีฐานกว้างช่วงโคนต้น ใบย่อยด้านล่างมีลักษณะอ่อนนุม ดอกมีสีน้ำตาลอ่อน เมล็ดและฝักมีขนาดใหญ่ที่สุดในบรรดาพืชสกุลนี้ เจริญได้ดีบริเวณพื้นที่ที่มีน้ำท่วมขัง มีเนื้อยางน้อย ในแถบอเมริกาใช้ลูกผสมระหว่างยางชนิดนี้กับ *H. brasiliensis* เป็นต้นตอพันธุ์ยาง

การปลูกยางในประเทศไทยไม่มีการบันทึกเป็นหลักฐานที่แน่นอน แต่คาดว่าน่าจะเริ่มมีการปลูกในช่วงประมาณปี พ.ศ. 2442-2444 ความคิดที่จะนำยางพาราเข้ามาปลูกในประเทศไทยเกิดขึ้นเมื่อ พระยารัษฎานุประดิษฐ์มหิศรภักดีหรือ คอซิมบี้ ณ ระนอง เจ้าเมืองตรังในขณะนั้นเดินทางไปดูงาน ในประเทศมลายู เห็นชาวมลายูปลูกยางกันมีผลดีมากก็เกิดความสนใจที่จะนำยางเข้ามาปลูกในประเทศไทย แต่พันธุ์ยางสมัยนั้น เจ้าของสวนยางหวงมาก ทำให้ไม่สามารถนำพันธุ์ยางกลับมาได้ จึงได้นำเมล็ดยางพารามาปลูกที่อำเภอกันตัง จังหวัดตรังเป็นครั้งแรก ได้กล้ายางพารา

จำนวน 22 ต้น จากนั้น พระยารัษฎานุประดิษฐ์ ได้ส่งคนไปเรียนวิธีปลูกยางเพื่อมาสอนประชาชน และได้นำพันธุ์ยางไปแจกจ่ายให้กับผู้สนใจ ชาวบ้านเรียกยางพารานี้ว่า “ยางเทศา” ต่อมาจึงขยายพื้นที่ปลูกไปทั่วทั้ง 14 จังหวัด ในภาคใต้

ปีพ.ศ. 2444 พระสถล สถานพิทักษ์ เดินทางไปที่ประเทศอินโดเซีย จึงมีโอกาสนำกล้ายางพารากลับมาได้ และได้นำมาปลูกไว้ที่บริเวณหน้าบ้านพัก ที่อำเภอกันตัง จังหวัดตรัง ซึ่งปัจจุบันนี้ยังเหลือให้เห็นเป็นหลักฐานเพียงต้นเดียว อยู่บริเวณหน้าสหกรณ์การเกษตรกันตัง และจากยางรุ่นแรกนี้ พระสถลสถานพิทักษ์ ได้ขยายเนื้อที่ปลูกออกไป จนมีเนื้อที่ปลูกประมาณ 45 ไร่ นับได้ว่า พระสถลสถานพิทักษ์ คือผู้เป็นเจ้าของสวนยางคนแรกของประเทศไทย

ปี 2451 หลวงราชไมตรี (ปูม ปุณศรี) ได้นำยางไปปลูกที่จังหวัดจันทบุรี จึงได้มีการขยายการปลูกยางพาราในภูมิภาคนี้อย่างต่อเนื่อง จนกระทั่งมีการปลูกกันทั่วไปใน 3 จังหวัด ภาคตะวันออก คือ จันทบุรี ระยอง และตราด และกลายเป็นพืชเศรษฐกิจที่สำคัญของภาคตะวันออก นอกจากนี้ยังมีการขยายพันธุ์ยางมาปลูกในภาคกลาง ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ และภาคเหนือ ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2534 เป็นต้นมา

2.3 วัสดุปลูกยางพารา

วัสดุปลูกแต่ละชนิดมีความเหมาะสมกับสภาพพื้นที่และสภาพภูมิอากาศที่แตกต่างกัน ดังนั้นการเลือกวัสดุปลูกที่เหมาะสม และมีคุณภาพจึงส่งผลต่อความสำเร็จในการปลูกสร้างสวนยางพารา (สถาบันวิจัยยาง, 2553) วัสดุปลูกยางพาราที่แนะนำในปัจจุบันมี 3 ชนิด ได้แก่

2.3.1 ต้นตอตายาง หมายถึง ต้นกล้ายางอายุ 6-8 เดือนที่ติดตาด้วยยางพันธุ์ดีไว้แล้วแต่ตายังไม่แตกเป็นกิ่งออกมา ยังเป็นต้นกล้าที่มีแผ่นตาแตกเป็นตุ่มติดอยู่เท่านั้น การปลูกสร้างสวนยางโดยใช้ต้นตอตายางได้รับความนิยมมากที่สุด เพราะง่ายต่อการปฏิบัติ แต่ไม่แนะนำสำหรับการปลูกยางในเขตปลูกยางใหม่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือและภาคเหนือที่มีปริมาณน้ำฝน และจำนวนวันฝนตกน้อยกว่าทางเขตปลูกยางเดิมในภาคใต้

2.3.2 ต้นยางชำถุงคือ วัสดุปลูกที่ได้จากการนำเอาต้นตอตาปลูกในถุง โดยใช้เวลาชำถุงประมาณ 3 เดือน จนได้ต้นยางชำถุงขนาด 1–2 ฉัตร ขนาดของถุงที่ใช้ชำประมาณ 4 ½ x 14 นิ้ว ดินที่ใช้บรรจุถุงจะต้องมีลักษณะค่อนข้างเหนียว หรือผลิตได้โดยวิธีติดตาในถุงโดยการเพาะเมล็ดในถุงจนได้ขนาดติดตา การปลูกด้วยต้นยางชำถุง เป็นวิธีที่ประสบความสำเร็จสูงเมื่อเปรียบเทียบกับวิธีการอื่น ต้นยางที่ได้จากการปลูกด้วยวิธีนี้จะมีการเจริญเติบโตสม่ำเสมอ ช่วยลดระยะเวลาการดูแลรักษาต้นยางอ่อนให้สั้นลง สามารถกรีดยางได้เร็วกว่าปกติ การเลือกยางชำถุงต้องระมัดระวังการขนย้าย เพราะหากดินในยางชำถุงแตกอาจทำให้ต้นยางตายได้ ควรเลือกยางชำถุงที่มี

จำนวนฉัตร 1-2 ฉัตร และฉัตรต้องแก่เต็มที่ หลังจากเลือกต้นได้แล้ว ทำการตัดแต่งรากที่ทะลุออกจากถุงชำออก เก็บถุงชำไว้ในโรงเรือนที่มีร่มเงาประมาณ 1 สัปดาห์ เพื่อให้ต้นยางปรับตัวก่อนย้ายลงปลูกในแปลง ขณะปลูกลงหลุมควรระมัดระวังไม่ให้ดินแตก ให้เฉือนก้นถุงออกประมาณ 2-3 เซนติเมตรแล้วกรีดด้านข้างถุงให้ขาดออกจากกัน แต่ยังไม่ดึงถุงออก นำไปวางในหลุมกลบดินจนเกือบเต็มหลุมแล้วจึงดึงถุงออก แล้วจึงกลบดินให้สูงกว่าโคนต้นเล็กน้อย เพื่อให้น้ำขังในหลุม

2.3.3 ต้นยางที่ติดตาในแปลง เป็นต้นยางที่ปลูกด้วยวิธีนี้จะมีระบบรากแข็งแรง การเจริญเติบโตสม่ำเสมอ ไม่ต้องขุดย้ายถอนปลูก ระยะเวลาการเปิดกรีดใกล้เคียงกับต้นตอตา การปลูกด้วยวิธีนี้จะประสบความสำเร็จได้มากน้อยเพียงใด ขึ้นอยู่กับความสมบูรณ์ของต้นกล้ายาง กิ่งตายาง และความสามารถของผู้ติดตายาง การปลูกด้วยวิธีดังกล่าวสามารถทำได้โดยเริ่มจากเตรียมพื้นที่ไถพลิกดิน และกำหนดระยะปลูก จากนั้นขุดหลุมปลูกขนาด กว้างxยาวxลึกประมาณ 50x50x50 เซนติเมตร แยกดินบนและดินล่างออกจากกัน ตากแดดไว้ 10-15 วัน เมื่อดินแห้ง ย่อยดินชั้นบนให้ร่วน กวาดใส่ครึ่งหนึ่งของหลุม สำหรับดินล่างเมื่อย่อยดีแล้ว ให้ผสมกับปุ๋ยหินฟอสเฟตในอัตรา 170-200 กรัมต่อหลุม ใส่ไว้ด้านบน เมื่อพร้อมปลูกให้นำเมล็ดยางสดมาปลูกหลุมละ 3 เมล็ด ให้ด้านแบนของเมล็ดคว่ำลง หรือถ้าปลูกด้วยเมล็ดงอก ให้วางด้านรากงอกของเมล็ดคว่ำลง แล้วกลบดินให้มิดเมล็ด ต้นยางที่ได้จากการเพาะเมล็ดจะเรียกว่า ต้นกล้ายาง เมื่อต้นกล้ายางอายุ 6-8 เดือน หรือมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางลำต้นไม่ต่ำกว่า 1 เซนติเมตรที่ระดับความสูงจากพื้นดิน 10 เซนติเมตร ทำการติดตายางพันธุ์ที่ต้องการ หลังจากนั้น 21 วันหากมีจำนวนต้นที่ติดตาสำเร็จมากกว่า 2 ต้นต่อหลุม ให้ตัดยอดต้นที่สมบูรณ์ที่สุด ที่ระดับความสูง 10-15 เซนติเมตร เอียง 45 องศา ตรงข้ามกับแผ่นตา หลังจากนั้น 1 เดือน หากต้นที่ตัดยอดยังไม่แตกให้ตัด

เนื่องจากวัสดุปลูกมีหลายชนิด การเลือกวัสดุปลูกลักษณะดี ได้มาตราฐาน และมีความเหมาะสมต่อความต้องการของเกษตรกรจึงเป็นสิ่งสำคัญ ส่วนประกอบสำคัญของวัสดุปลูกยางพาราจะประกอบด้วยส่วนของต้นตอ ซึ่งส่วนใหญ่ได้มาจากการเพาะเมล็ด และกิ่งพันธุ์ดีหรือตายางที่ได้จากยางพาราพันธุ์แนะนำ ดังนั้นวัสดุปลูกที่มีมาตรฐานจะต้องมี รากแก้วที่สมบูรณ์ มีรากเดียว ลักษณะไม่คดงอ เปลือกหุ้มรากไม่เสียหาย ต้นกล้าลำต้นสมบูรณ์ตรง มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางวัดที่ตาระหว่าง 0.9 - 2.5 เซนติเมตร ความยาวของลำต้นจากโคนคอดินถึงตาไม่เกิน 10 เซนติเมตร และจากตาถึงรอยตัดลำต้นต้องไม่น้อยกว่า 8 เซนติเมตร แผ่นตาเขียวมีขนาดกว้างไม่น้อยกว่า 0.9 เซนติเมตร ความยาวไม่น้อยกว่า 5 เซนติเมตร สภาพแผ่นตาสมบูรณ์แนบติดสนิทกับต้นตอ ไม่เป็นสีเหลือง หรือเป็นรอยแห้งเสียหาย ตำแหน่งของตาต้องไม่กลับหัว แผ่นตาที่นำมาติดควรได้จากแปลงกิ่งตายางจดทะเบียนของกรมวิชาการเกษตร ส่วนต้นตอตาต้องเป็นไปตามมาตรฐานต้นตอตาที่กรมวิชาการเกษตรกำหนด อยู่ในสภาพที่ต้นสดสมบูรณ์ ปราศจากโรค และศัตรูพืช

ในอดีตต้นตอที่ใช้ส่วนใหญ่เป็นเมล็ดที่ปลูกด้วยยางพาราพันธุ์ดั้งเดิมมีฐานพันธุกรรมกว้าง ซึ่งมีความแข็งแรง และค่อนข้างทนทานต่อโรค ในปัจจุบันเกษตรกรส่วนใหญ่เก็บเมล็ดจากยางพาราพันธุ์ RRIM600 มาทำเป็นต้นตอ เนื่องจากไม่สามารถหาเมล็ดพันธุ์ดั้งเดิมได้ เพราะถูกโค่นและปลูกทดแทนด้วยยางพันธุ์ดีเกือบทั้งหมด ความแข็งแรงและทนทานต่อโรครากของพันธุ์ RRIM 600 ค่อนข้างต่ำเมื่อเทียบกับต้นตอที่ได้จากเมล็ดพันธุ์ดั้งเดิมที่เคยใช้ปลูกในอดีต และยังพบอีกว่าพันธุ์ RRIM 600 ในปัจจุบันมีความอ่อนแอต่อโรครากที่มีสาเหตุมาจากเชื้อรา เช่น โรครากขาว โรครากแดง และโรครากน้ำตาล (สถาบันวิจัยยาง, 2547)

2.4 ความสำคัญของรากพืช

เนื่องจากรากเป็นอวัยวะที่สำคัญของพืช ทำหน้าที่ในการดูดน้ำและธาตุอาหารไปเลี้ยงต้นพืช ซึ่งช่วยให้พืชมีการเจริญเติบโตและพัฒนาได้เป็นปกติ แต่เนื่องจากเป็นส่วนของพืชที่ยากต่อการศึกษาเพราะเป็นส่วนที่อยู่ใต้ดิน ทำให้การวิจัยด้านนี้ค่อนข้างจำกัดเมื่อเปรียบเทียบกับการศึกษาโดยใช้ส่วนอื่น ๆ ของพืช รากพืชมีความสำคัญต่อกระบวนการทางสรีรวิทยาของพืชอย่างมาก คือรากพืชมีความสามารถในการส่งสัญญาณ ไปยังส่วนยอดเพื่อการปรับตัวต่อภาวะเครียดจากสภาวะแวดล้อม เช่น ภายใต้สภาวะขาดน้ำ มีผลทำให้รากพืชมีการสังเคราะห์ไซโตไคนิน (cytokinin หรือ CK) ลดลง ส่งผลให้ระดับความสมดุลระหว่าง CK ต่อ ABA (abscissic acid) ลดลง ทำให้ปากใบปิด ส่งผลสืบเนื่องให้การสังเคราะห์แสงของใบลดลง (Turner *et al*., 1985; Gollen *et al*., 1985) จากความสำคัญเช่นนี้ทำให้นักสรีรวิทยาให้ความสนใจในการศึกษารากพืชมากขึ้น โดยมีการพัฒนาเทคนิคต่างๆ ในการศึกษาให้ง่าย สะดวก รวดเร็วและดีขึ้น นอกเหนือจากหน้าที่หลักของรากที่มีต่อพืช เช่น ทำหน้าที่ดูดน้ำและธาตุอาหาร ทำหน้าที่ยึดเกาะกันให้พืชทรงตัวอยู่ได้ สะสมอาหาร และขยายพันธุ์ได้ในพืชบางชนิด รวมทั้งทำหน้าที่เป็นแหล่งเริ่มต้นในการสร้างฮอร์โมนพืช ยังพบว่าการเจริญเติบโตของรากมีความสัมพันธ์กับการเจริญของส่วนยอด Russell (1977) พบว่าการเจริญเติบโตของรากและยอดมีความสัมพันธ์กันในสภาพแวดล้อมคงที่ แต่เมื่อมีความแปรปรวนของสภาพแวดล้อม จะมีผลทำให้เกิดความแปรปรวนในการกระจายน้ำหนักแห้งในส่วนของรากและต้น ดังนั้นในการวิเคราะห์การเจริญเติบโตจึงพิจารณาโดยใช้หลักการของความสัมพันธ์ระหว่าง source และ sink เมื่อพืชมีการเจริญในส่วนยอด คือมีการเจริญของใบที่ทำหน้าที่สังเคราะห์แสงได้ดี ซึ่งถือเป็น source ที่ส่งเสริมให้มีการเจริญของราก คือ sink ได้ดีด้วย เพื่อให้เห็นถึงความสัมพันธ์ของรากที่มีต่อสรีรวิทยาของส่วนยอดภายใต้อิทธิพลของสภาวะแวดล้อม Sdoodee (1990) ได้แสดงการปรับตัวของรากพืชตระกูลถั่วเมื่อได้รับผลกระทบจากสภาวะขาดน้ำ พบว่าในรากพืชตระกูลถั่วมี

การปรับให้ระบบรากหยั่งลึกมากขึ้น เพื่อให้รากแผ่กระจายได้อย่างรวดเร็ว และช่วยให้มีการดูดน้ำได้อย่างมีประสิทธิภาพ

2.5 ระบบรากยางพารา

ยางพารามีระบบรากแก้ว (tap root system) คือมีรากแก้วและรากแขนงเพื่อหาอาหารและยึดลำต้น 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 ยื่นออกมาข้างนอกเรียกว่ารากขนอ่อน (root hair) ช่วยเพิ่มพื้นที่ผิวสำหรับดูดซึม เมื่อรากแก่และเกิดการยืดยาว รากขนอ่อนจะสลายไป และเกิดใหม่ในตำแหน่งที่ถัดลงไป เหนือขึ้นไปคือส่วนของ conducting region มี vessel ทำหน้าที่ลำเลียงน้ำและแร่ธาตุ ปกติรากแก้วของยางพาราจะไม่ลึกมากนักประมาณเพียง 1.5 - 2 เมตรเท่านั้น นอกจากในที่ดินดีอาจหยั่งลึกลงไปได้มากกว่า 2 เมตร และรากดังกล่าวเมื่ออายุได้ 3 ปี จะเจริญเต็มที่และสามารถหยั่งลึกลงไปในดินได้ถึง 2.5 เมตร ทำหน้าที่ยึดเกาะพยุงลำต้นไม่ให้โค่นล้มเมื่อลมแรงและมีน้ำท่วม รากแก้วมีรากแขนงแตกออกมายาวมาก จากชั้น pericycle ของรากแก้ว รากแขนงจะมีความยาวประมาณ 7-10 เมตรและแผ่กระจายไปด้านข้างในระดับผิวดินบริเวณทรงพุ่ม เปลือกรากมีลักษณะคล้ายเปลือกบริเวณลำต้นแต่บางกว่า ทำหน้าที่ดูดยึดน้ำและธาตุอาหารส่งไปยังส่วนต่างๆ เพื่อกระบวนการสังเคราะห์แสง ในช่วงอายุ 1-3 ปี ปลายของรากแขนงมักโค้งลงเล็กน้อย อยู่ที่ความลึกประมาณ 60 เมตร เมื่อต้นยางมีอายุ 4-8 ปี รากแขนงบริเวณส่วนบนของรากแก้วจะเริ่มอ่อนแอ และมีการแตกแขนงของรากแขนงที่ส่วนล่างของรากแก้วเพิ่มมากขึ้น แต่ลักษณะของรากแขนงที่เกิดบริเวณส่วนล่างของรากแก้วจะมีขนาดสั้นกว่าด้านบน และที่รากแขนงจะมีรากขนอ่อนเจริญขึ้นมา นอกจากนี้ยังมีระบบราก เพื่อหาอาหาร โดยจะหากินอยู่ใกล้ผิวดินมากกว่าใต้ดินลึก ๆ เนื่องจากรากของต้นยางมีรากแก้วค่อนข้างตื้น

2.6 ปัจจัยที่มีต่อการเจริญเติบโตและการแผ่กระจายของราก

เนื่องจากสภาพแวดล้อมมีอิทธิพลอย่างสูงต่อการเจริญของรากพืช โดยเฉพาะอย่างยิ่งดินซึ่งเป็นส่วนที่รากพืชสัมผัสจะมีผลทั้งทางตรงและทางอ้อม การเจริญเติบโตของส่วนยอดนับว่ามีผลต่อการเจริญของรากด้วย เพราะมีการเคลื่อนย้ายอาหารไปเลี้ยงส่วนราก ปัจจัยต่าง ๆ ในส่วน

ของ rhizosphere นับว่ามีผลต่อรากพืชโดยตรงด้วย นอกจากนี้ยังมีปัจจัยอื่น ๆ อีก ซึ่งสามารถจำแนกปัจจัยต่าง ๆ ออกได้ดังนี้ (Rusell, 1977)

2.6.1 พันธุกรรมของพืช เนื่องจากพืชปลูกส่วนใหญ่มีการคัดเลือกและปรับปรุงพันธุ์มาเป็นเวลานาน ทำให้แต่ละพันธุ์มีการเจริญเติบโตของระบบรากที่แตกต่างกัน เพื่อให้มีคุณสมบัติในการปรับตัวเข้ากับสภาพแวดล้อมได้ดีในแต่ละพื้นที่ เช่น พันธุ์พืชที่ได้รับการปรับปรุงพันธุ์ให้ทนต่อสภาพแห้งแล้ง มักมีระบบรากที่หยั่งลึกและแผ่กระจายได้อย่างรวดเร็ว เพื่อช่วยให้ดูดน้ำอย่างมีประสิทธิภาพ เป็นต้น

2.6.2 การแข่งขันของพืช เป็นผลมาจากการแข่งขันระหว่างพืชต่างชนิด หรือพืชชนิดเดียวกันเมื่อมีการเพิ่มจำนวนต้นของพืช โดยการลดระยะปลูกให้แคบลง เช่น มีรายงานว่าเมื่อปลูกข้าวโพดโดยการเพิ่มจำนวนต้นต่อพื้นที่จาก 12,000 ต้นต่อเฮกตาร์ เป็น 62,000 ต้นต่อเฮกตาร์ มีผลทำให้น้ำหนักแห้งของรากต่อต้นลดลง 72 เปอร์เซ็นต์

2.6.3 การลดลงของพื้นที่ใบ ปกติการเจริญของรากขึ้นอยู่กับการเจริญของยอด ดังนั้นเมื่อมีการตัดส่วนยอดจะมีผลทำให้น้ำหนักของรากลดลง

2.6.4 อากาศในดิน เนื่องจากก๊าซออกซิเจนมีความสำคัญต่อกระบวนการการหายใจ การดูดซับน้ำและธาตุอาหารของราก เช่น การดูดน้ำของรากข้าวบาร์เลย์ เพิ่มขึ้นเมื่อมีการเพิ่มก๊าซออกซิเจน เป็นต้น ในทางตรงกันข้ามเมื่อดินอยู่ในสภาพขาดออกซิเจน เช่นในสภาพน้ำขังจะมีผลทำให้กระบวนการทางสรีรวิทยาของรากพืชถูกจำกัด

2.6.5 ความเป็นกรดเป็นด่างของดิน (pH) เมื่อ pH ของดินต่ำกว่า 5.0 หรือสูงกว่า 8.0 จะมีผลทำให้การเจริญของรากพืชถูกจำกัดได้ นอกจากนี้ในสภาพที่ดินเป็นกรดจัดมีผลทำให้เกิดความเป็นพิษของธาตุอาหารบางตัว เช่น อลูมิเนียม มังกานีส และเหล็ก เป็นต้น

2.6.6 อุณหภูมิของดิน ปกติอุณหภูมิที่เหมาะสมสำหรับการเจริญของรากจะต่ำกว่าอุณหภูมิที่เหมาะสมสำหรับการเจริญของส่วนยอด แต่ถ้าอุณหภูมิที่ต่ำเกินไป มีผลยับยั้งการเจริญของรากพืชได้ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับพันธุ์พืชด้วย ดังนั้นในเขตเมืองหนาว จึงมีการเพิ่มอุณหภูมิรากโดยการทำท่อน้ำอุ่นฝังในดิน เพื่อช่วยให้รากพืชเจริญได้ดีขึ้น

2.6.7 ความอุดมสมบูรณ์ของดิน การเจริญของรากต้องการชนิดและระดับของธาตุอาหารที่พอเหมาะ แต่ถ้าพืชได้รับธาตุอาหารที่สูงหรือต่ำเกินไป ทำให้พืชมีการเจริญผิดปกติได้ เช่น การให้ปุ๋ยไนโตรเจนที่สูงเกินไป มีผลทำให้พืชมีการเจริญทางยอดมากกว่าการเจริญทางราก หรือเป็นการเพิ่มอัตราส่วนของยอดต่อต้น ส่วนฟอสฟอรัสมีผลส่งเสริมการเจริญของราก

2.6.8 น้ำหรือความชื้นของดิน น้ำเป็นปัจจัยที่สำคัญต่อการเจริญของรากพืช เมื่อพืชขาดน้ำมีผลทำให้น้ำหนักของรากลดลง ดังนั้นพันธุ์พืชที่แนะนำให้ปลูกได้ในพื้นที่แห้งแล้งจำเป็นต้องมีคุณสมบัติที่ปรับตัวได้ดี เช่น มีคุณสมบัติของ osmotic adjustment ที่ช่วยให้พืชรักษาความเต่งของเซลล์ไว้ได้นาน ช่วยให้รากพืชสามารถดูดน้ำในดินชั้นที่อยู่ลึกลงไป ทำให้พืชสามารถอยู่รอด หรือให้ผลผลิตได้เมื่อฝนทิ้งช่วง

2.6.9 ข้อจำกัดทางฟิสิกส์ของดิน ลักษณะทางฟิสิกส์ของดินในพื้นที่ปลูกบางแห่งจำกัดการเจริญของรากพืชได้ เช่น ดินที่อัดตัวแน่น (soil compaction) หรือดินที่มี bulk density สูง ดินที่ขาดอินทรียวัตถุ เป็นต้น เหล่านี้ล้วนเป็นสาเหตุที่ทำให้การแผ่กระจายของรากถูกจำกัด นอกจากนี้ยังพบว่ามีผลทำให้รูปร่างของรากผิดปกติอีกด้วย

2.7 การศึกษาระบบรากพืช

เนื่องจากวิธีการศึกษาทำได้ยาก ใช้แรงงาน และทุนค่อนข้างสูง จึงได้มีการนำเทคนิคต่าง ๆ มาช่วยในการศึกษา ทั้งทางตรงและทางอ้อมที่ให้ผลดี Caldwell และ Virginia (1989) ได้แสดงวิธีการศึกษารากไว้หลายวิธี วิธีตรง ได้แก่ การศึกษาด้วยการขุดดินเพื่อศึกษาระบบรากและปิดหน้าตัดคอลัมน์ดินด้วยแผ่นพลาสติกใสและถ่ายภาพ (trench profile) วิธีศึกษาการแผ่กระจายของระบบราก โดยการตอกเหล็กแหลมให้กระจายทั่วไปบนแผ่นไม้ ทำให้รากพืชทั้งหมดเกาะอยู่บนแผ่นไม้ได้ แล้วฉีดน้ำล้างดินออก ส่วนที่เหลืออยู่บนแผ่นไม้คือระบบรากทั้งหมดของพืช (framed monolith และ pinboard) วิธีการเจาะดินบริเวณระบบรากพืช ทำให้ทราบปริมาตรของดิน จากนั้นจึงทำการแยกรากออกจากดินโดยวิธีล้างราก เพื่อคำนวณกลับไปเป็นค่าความหนาแน่นของราก หรือความยาวรากต่อปริมาตรของดิน (core sampling) และวิธีศึกษารากได้อย่างต่อเนื่องโดยไม่ทำลายส่วนของระบบรากพืช เป็นการฝังท่อแก้ว หรือวัสดุใสที่ทนต่อแรงกดได้ จากนั้นใช้ periscope สอดเข้าไปในท่อดังกล่าวทำให้ทราบการเจริญเติบโตของรากได้อย่างต่อเนื่องในสภาพแปลงปลูก (minirhizotron) ส่วนวิธีการศึกษาระบบรากโดยอ้อม ได้แก่ การวัดการเปลี่ยนแปลงของ $^{14}C/^{12}C$ หรือ ^{32}P ในระบบรากพืชในช่วงระยะเวลาหนึ่ง วิธีนี้จะทำให้ทราบถึงปริมาณรากที่เพิ่มขึ้นในแต่ละระดับความลึก (radioactive isotope) การวัดปริมาณในดินที่ลดลงไปเนื่องจากการดูดน้ำของรากพืช (soil moisture depletion) และวิธีการอาศัยอัตราส่วนระหว่างยอดต่อราก (allometry)

การศึกษาระบบรากแต่ละวิธีมีทั้งข้อดีและข้อเสียที่แตกต่างกัน เช่นการศึกษาระบบรากโดยวิธีตรง ทำให้ศึกษาระบบรากได้ดี มีความคลาดเคลื่อนน้อย แต่บางวิธีอาจต้องทำลายต้นพืชบางส่วน ส่วนวิธีศึกษาโดยอ้อมเป็นวิธีส่งผลกระทบต่อต้นพืชน้อย แต่เมื่อเกิดความแปรปรวนของสภาพแวดล้อมทำให้มีความคลาดเคลื่อนสูง

2.8 การศึกษาการเจริญเติบโตของรากโดยใช้เทคนิคไรโซตรอน

การศึกษาระบบรากด้วยเทคนิคมินิไรโซตรอนเป็นการศึกษารากได้อย่างต่อเนื่อง โดยไม่ทำลายส่วนของระบบรากพืช โดยการฝังท่อแก้ว pyrex หรือวัสดุใสที่ทนต่อแรงกดได้ แล้วใช้ periscope สอดเข้าไปในท่อดังกล่าวเพื่อศึกษาการเจริญเติบโตและพัฒนาการของรากได้อย่างต่อเนื่องในสภาพแปลงปลูก Doussan และคณะ (2006) ทำการพัฒนาวิธีการศึกษาระบบรากโดยปลูกพืชในกระบะสำหรับปลูก หรือไรโซบอค หรือไรโซตรอน ซึ่งเป็นวิธีที่ประยุกต์ร่วมกันระหว่างเทคนิค trench profile และเทคนิคมินิไรโซตรอนแบบเก่า ไรโซตรอนที่ประยุกต์แล้วทำด้วยแผ่นอะคริลิคใส และให้ระบบน้ำอัตโนมัติ และปลูกเลี้ยงพืชภายในโรงเรือน เมื่อปลูกพืชจะทำการบันทึกพัฒนาการของระบบรากโดยใช้ปากกาเขียนแผ่นใสแบบถาวร วาดการเจริญของรากแต่ละครั้งบนแผ่นพลาสติกใส ซึ่งทาบตรงบริเวณหน้าตัดของไรโซตรอน เพื่อศึกษาการเจริญเติบโตและพัฒนาการของรากพืช แล้วนำมาวิเคราะห์การเจริญเติบโต ด้วยการนับจุดตัดบนแผ่น grid line วิธีดังกล่าวเป็นวิธีที่สะดวก สามารถศึกษาได้อย่างต่อเนื่อง ประหยัดแรงงานและได้รับการยอมรับ จากเทคนิคดังกล่าว Garrigues และคณะ (2006) นำมาใช้ในการตรวจสอบการลำเลียงน้ำจากรากพืชสู่ต้นพืช โดยใช้วิธีให้แสงส่องผ่านส่วนรากภายในไรโซตรอน เพื่อศึกษาการกระจายตัวของระบบรากพืช พืชที่ทำการศึกษาระบบรากด้วยเทคนิคดังกล่าวได้แก่ สตรอเบอร์รี่ มันฝรั่ง ข้าวสาลี ข้าวบาร์เลย์ ข้าวไรน์ ลูปิน Arabidopsis เป็นต้น

ในยางพารา กมลรัตน์ (2549) ศึกษาระบบรากยางพาราพันธุ์ดั้งเดิมที่เก็บรวบรวมจากต้นยางพาราพันธุ์ดั้งเดิมในอำเภอหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา จำนวน 7 โคลน เปรียบเทียบกับยางพาราพันธุ์แนะนำกลุ่ม RRIM 600 พบว่ายางพาราพันธุ์ดั้งเดิมมีระบบรากที่แข็งแรงและเจริญเติบโตได้ดีกว่าต้นกล้าที่ได้จากการผสมเปิดในกลุ่ม RRIM600 มาก

2.9 การวิเคราะห์ระบบรากด้วยโปรแกรม Rootfly รุ่น 2.0.2

Rootfly เป็นฟรีโปรแกรมซอฟต์แวร์ที่ช่วยในการวิเคราะห์ภาพถ่ายจากไรโซตรอน โปรแกรมนี้สามารถใช้ในการวัดความยาวราก ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง และสีของราก ซึ่งสามารถบ่งบอกอัตราการเกิดและการตายของราก โปรแกรมนี้ถูกออกแบบมาให้ใช้งานได้ง่าย ข้อมูลแต่ละครั้งที่วัดได้จะเก็บในไฟล์ที่มีนามสกุล .rfy โปรแกรมนี้สามารถบันทึกผลเรียงลำดับตามครั้งหรือวันที่ที่ทำการเก็บข้อมูล ค่าที่วิเคราะห์ได้จึงเชื่อมโยงกับวันที่เก็บข้อมูล

2.10 การใช้เครื่องหมายโมเลกุลในการศึกษาพันธุกรรมพืช

การใช้เครื่องหมายโมเลกุลในการศึกษาพันธุกรรมพืชเป็นการศึกษาระดับดีเอ็นเอ เพื่อใช้เป็นเครื่องมือในการคัดแยกสายพันธุ์พืชในเบื้องต้น และนำมาใช้ในการทำแผนที่พันธุกรรม (Lespinasse *et al*., 2000) การใช้เครื่องหมายโมเลกุลมีความแม่นยำสูง สะดวก รวดเร็ว คัดเลือกได้หลายลักษณะ สามารถทำได้ทุกระยะการเจริญเติบโตของพืช โดยไม่ทำลายต้นพืช (กัลยา และกรรณิการ์, 2544) เครื่องหมายโมเลกุลที่นิยมใช้ในพืชมีหลายชนิด เช่น อาร์เอพีดี (RAPD: Random Amplified Polymorphic DNA) เอเอฟแอลพี (AFLP: Amplification Fragment Length Polymorphism) ไมโครแซทเทลไลท์ (Microsatellite) (Bindu, 2004) เป็นต้น งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับยางพาราโดยใช้เครื่องหมายโมเลกุลเพื่อศึกษาด้านพันธุกรรม เช่น การศึกษาความแปรปรวนทางพันธุกรรมยางพาราด้วยเครื่องหมายไอโซไซม์ (Chevallier, 1988) การศึกษาลักษณะความแตกต่างทางพันธุกรรมของยางพาราโดยใช้เครื่องหมายไอโซไซม์และอาร์เอฟแอลพี (Seguin *et al.,* 1995) การพัฒนาเครื่องหมายโมเลกุลสำหรับพืชสกุล *Hevea* (Low and Gale, 1996) การจำแนกโคลนและการวิเคราะห์ลำดับเบสในจีโนมของยางพาราต้นเตี้ยโดยใช้เครื่องหมายอาร์เอพีดี (Venkatachalam *et al*., 2004) สำหรับยางพาราพันธุ์ดั้งเดิม กรกช (2550) วิเคราะห์พันธุกรรมของยางพาราทั้งหมด 87 ตัวอย่าง เป็นพันธุ์ดั้งเดิมจำนวน 14 โคลน จำนวน 53 ต้น เปรียบเทียบกับยางพาราพันธุ์แนะนำ 17 พันธุ์ จำนวน 33 ต้น โดยใช้เครื่องหมายอาร์เอพีดีและไมโครแซทเทลไลท์ จากการทดสอบด้วยไพรเมอร์ชนิด 10 เบส จำนวนทั้งสิ้น 192 ไพรเมอร์ สำหรับเทคนิคอาร์เอพีดี ทำการคัดเลือกเฉพาะไพรเมอร์ที่ให้แถบดีเอ็นเอชัดเจน และมีความแตกต่างกันระหว่างพันธุ์ ได้จำนวน 8 ไพรเมอร์ คือ OPB-17, OPN-16, OPR-02, OPR-11, OPZ-04, OPAD-01, OPAD-10 และ OPAD-12 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเมื่อใช้แถบดีเอ็นเอจากเทคนิคอาร์เอพีดีและไมโครแซทเทลไลท์ร่วมกัน ยางพาราทั้งหมด 87 ตัวอย่าง สามารถแบ่งกลุ่มได้ 6 กลุ่ม กลุ่มยางพาราพันธุ์ดั้งเดิมมีความหลากหลายทางพันธุกรรมมากกว่าพันธุ์แนะนำ

2.11 เทคนิคอาร์เอพีดี

เทคนิคอาร์เอพีดี (RAPD: Random Amplified Polymorphic DNA) เป็นเทคนิคที่อาศัยหลักการเพิ่มปริมาณชิ้นส่วนของดีเอ็นเอ โดยอาศัยหลักการทำพีซีอาร์ใช้ไพรเมอร์ขนาดสั้นๆ ประมาณ 8 - 10 เบส เพียงชนิดเดียวที่มีลำดับเบสแบบสุ่ม ไพรเมอร์จะเข้าจับบริเวณที่มีลำดับเบสเป็นคู่สมกัน โดยไม่คำนึงถึงทิศทางของไพรเมอร์ที่เกาะกับดีเอ็นเอต้นแบบ (DNA template) และไม่จำเพาะกับยีนใด ขนาดของดีเอ็นเอที่ได้สามารถแยกด้วยการทำอิเล็กโทรโฟรีซิสบนอะกาโรสเจล โดยย้อมแถบดีเอ็นเอด้วยเอธิเดียมโบรไมด์ การเกิดแถบดีเอ็นเอเป็นผลมาจากไพรเมอร์เข้าไปเกาะได้

หลายบริเวณ ถ้าไพรเมอร์เข้าไปเกาะดีเอ็นเอ 2 บริเวณที่อยู่ไกลกันมาก โดยเกาะกับดีเอ็นเอคนละสายในทิศทางเข้าหากัน จะสามารถเพิ่มปริมาณดีเอ็นเอในช่วงนั้นได้ แต่ถ้าไพรเมอร์เกาะดีเอ็นเอสายเดียวในทิศทางเดียวกัน หรือเกาะกับดีเอ็นเอคนละสาย แต่ทิศทางแยกออกจากกัน หรือเกาะได้สองสายห่างไกลกันมาก แม้ทิศทางเข้าหากันก็ไม่สามารถเกิดผลผลิตได้ (สุวิมล, 2544) ข้อดีของเทคนิค คือ ทำได้ง่ายไม่ซับซ้อน ให้ข้อมูลมาก ค่าใช้จ่ายไม่สูง ใช้ปริมาณดีเอ็นเอประมาณ 25 - 100 นาโนกรัมต่อปฏิกิริยา (Winter and Kahl, 1995) แต่มีข้อเสียในเรื่องการทดลองซ้ำ เนื่องจากเทคนิคนี้ไวต่อการเปลี่ยนแปลงสภาวะต่างๆ สูงและรวดเร็ว จึงต้องควบคุมสภาวะต่างๆ ให้คงที่ และอาร์เอพีดียังแสดงการข่ม (dominant) ต่อการไม่เกิดแถบดีเอ็นเอ ทำให้ไม่สามารถแยกความแตกต่างระหว่างลักษณะพันธุ์แท้ยีนเด่น (homozygous dominant) และพันธุ์ทาง (heterozygous) ได้ (Cipriani *et al*., 1996) ความแตกต่างของแถบดีเอ็นเอสามารถนำมาวิเคราะห์ทางสถิติ (Thorman *et al*., 1994) เพื่อดูความสัมพันธ์หรือความแตกต่างทางพันธุกรรม ทำให้ทราบความสัมพันธ์ และทราบความแตกต่างทางพันธุกรรมระหว่างพืชพันธุ์ชนิดเดียวกันได้อย่างมีประสิทธิภาพ

3. วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาการเจริญเติบโตของระบบรากต้นกล้าจากเมล็ดยางพาราพันธุ์ดั้งเดิมที่มีระบบรากแข็งแรง เหมาะที่จะใช้เป็นต้นตอ โดยใช้เทคนิคไรโซตรอน
2. เพื่อคัดเลือกยางพันธุ์ดั้งเดิมที่เก็บรวบรวมจากพื้นที่ต่างๆของภาคใต้ และศึกษาพันธุกรรม และความใกล้ชิดโดยใช้เทคนิคอาร์เอพีดี

บทที่ 2
วัสดุ อุปกรณ์ และวิธีการ

1. วัสดุและอุปกรณ์

1.1 ตัวอย่างพืช

เมล็ดยางพารายางพันธุ์ดั้งเดิมจากภายในมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา แหล่งปลูกยางพันธุ์ดั้งเดิม จังหวัดสงขลา ตรัง สุราษฎร์ธานี และระนอง รวมถึงเมล็ดจากต้นยางพาราพันธุ์ GT1, PB5/51 และ RRIM600 (ตารางที่ 1)

ตารางที่ 1 สถานที่เก็บตัวอย่างยางพาราพันธุ์ดั้งเดิม (อายุ 40 ขึ้นไป) และยางพาราพันธุ์แนะนำ ที่ใช้ในการศึกษาการเจริญเติบโตของระบบราก

ชนิด	อักษรย่อ	สถานที่
ยางพารา พันธุ์ดั้งเดิม	EIRpsu1	หน้าร้านขายยาเภสัช มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่ จ.สงขลา
	EIRpsu2	ธรรมสถาน มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่ จ.สงขลา
	EIRpsu3	ลานข้างซุ้ม รปภ. ประตูหน้า มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่ จ.สงขลา
	EIRpsu4	หลังแปลงภาควิชาพืชศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่ จ.สงขลา
	EIRpsu5	หน้าแฟลตอาจารย์ อาคาร 16 มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่ จ.สงขลา
	EIRpsu6	หน้าสำนักงานหน่วยอาคารสถานที่ และยานพาหนะ คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่ จ.สงขลา
	EIRkhk1	สวนเกษตรกร บ้านพร้าว ม.3 ต.ทุ่งลาน อ.คลองหอยโข่ง จ.สงขลา
	EIRkhk2	สวนเกษตรกร บ้านไร่ ต.ทุ่งลาน อ.คลองหอยโข่ง จ.สงขลา
	EIRp	สวนสาธารณะเทศบาลนครหาดใหญ่ อ.หาดใหญ่ จ.สงขลา
	EIRn	วัดภูเขาล้อม ต.นาหม่อม อ.นาหม่อม จ.สงขลา
	EIRph	พิพิธภัณฑ์พระยารัษฎานุประดิษฐ์มหิศรภักดี ต.กันตัง อ.กันตัง จ.ตรัง

ตารางที่ 1 สถานที่เก็บตัวอย่างยางพาราพันธุ์ดั้งเดิม (อายุ 40-50 ขึ้นไป) และยางพาราพันธุ์แนะนำที่ใช้ในการศึกษาการเจริญเติบโตของระบบราก (ต่อ)

ชนิด	อักษรย่อ	สถานที่
ยางพารา	EIRtr	สวนเกษตร ต.บางรัก อ.เมือง จ.ตรัง
พันธุ์ดั้งเดิม	EIRws	บริเวณลานธรรมะ โรงเรียนวังวิเศษ อ.วังวิเศษ จ.ตรัง
	PB5/51+EIR	สวนเกษตรกร ม.3 ต.นาวง อ.ห้วยยอด จ.ตรัง ปลูกร่วมกับพันธุ์ PB5/51
ยางพารา	PB 5/51	สวนเกษตรกร ต.บางดี อ.ห้วยยอด จ.ตรัง
พันธุ์แนะนำ	GT1sk	หน้าโรงงาน Top Glove Technology (Thailand) Co., Ltd. อ.สะเดา จ.สงขลา
	GT1su	สวนเกษตรกร ต. จ.ป.ร. อ.กระบุรี จ.สุราษฎร์ธานี
	GT1r	สวนเกษตรกร อ.ละอุ่น จ.ระนอง
	RRIM600	สวนเกษตรกร ต.ทุ่งลาน อ.คลองหอยโข่ง จ.สงขลา

1.2 สารเคมี

1.2.1 สารเคมีที่ใช้ในการสกัดดีเอ็นเอ

- CTAB (Hexadecyl trimethyl-ammonium bromide)
- β-mercaptoethanol
- PVP-40 (Polyvinyl pyrrolidone)
- NaCl (Sodium chloride)
- Na_2EDTA (Disodium ethylene diaminetetraacetate)
- Tris-HCl pH 8.0
- Chloroform
- Isopropanol
- TE buffer
- Ethanol

1.2.2 สารเคมีสำหรับใช้ทำอิเลคโทรโฟรีซิส

- Agarose gel eletrophoresis
- LE agarose (FMC Bioproduct, USA)
- Boric acid
- Tris-base
- Ethidium bromide
- Loading buffer
- Lamda DNA (λ DNA)
- 100 bp และ 500 bp DNA Ladder (Operon, U.S.A.)

1.2.3สารเคมีที่ใช้ทำพีซีอาร์

- dNTP (dATP, dTTP, dCTP และ dGTP) (Promega, USA)
- RAPD Primer
- $MgCl_2$
- *Taq* DNA Polymerase B (Promaga, USA)

1.3 อุปกรณ์

1.3.1 อุปกรณ์ที่ใช้ในการเก็บตัวอย่างใบพืช

- ถุงพลาสติก
- กรรไกร
- กล่องโฟม
- ปากกาเขียนเครื่องแก้ว

1.3.2 อุปกรณ์สำหรับศึกษาระบบรากและการเจริญเติบโตของกล้ายาง

-ตะกร้าเพาะเมล็ด
-ถุงชำยาง
-ช้อนปลูก
-ไรโซบอค ขนาดหน้าตัด 40 x 100 เซนติเมตร
-ไม้สำหรับดามต้น

-ชุดมินิสปริงเกลอร์ให้น้ำอัตโนมัติ

-ตาข่ายไนลอน

-แผ่นพลาสติกสีดำทึบแสง

-สายวัด

-แผ่นพลาสติกใส

-ปากกาสีถาวร

-กรรไกรตัดกิ่ง

-เครื่องชั่งทศนิยม 2 ตำแหน่ง

-ตู้อบ

1.3.4 อุปกรณ์ที่ใช้ในการสกัดดีเอ็นเอ การทำอิเลคโทรโฟรีซิส และการทำพีซีอาร์

- ตู้เย็นและตู้แช่แข็ง
- เครื่องไมโครเซนติฟิวส์
- เครื่องชั่งทศนิยม 4 ตำแหน่ง
- เครื่องวัดความเป็นกรดด่าง
- เครื่องคนสารละลายอัตโนมัติ
- แท่งแม่เหล็ก
- ไมโครปิเปต
- เครื่องเขย่า
- หม้อนึ่งความดันไอ
- เครื่องจ่ายกระแสไฟฟ้า
- เครื่องอิเล็กโทรโฟรีซิส
- เครื่องพีซีอาร์
- โกร่งบดตัวอย่าง
- หลอดไมโครเซนติฟิวส์
- ตู้ไมโครเวฟ
- ตู้ดูดควัน
- เครื่องถ่ายภาพเจล ภายใต้แสงอัลตราไวโอเลต
- Tip

2. วิธีการดำเนินการ

2.1 การคัดเลือกพันธุ์ยางพาราที่เหมาะสำหรับใช้เป็นต้นตอ

2.1.1 เก็บรวบรวมเมล็ดพันธุ์ยางพาราพันธุ์ดั้งเดิม

เก็บเมล็ดยางพาราจากต้นยางพันธุ์ดั้งเดิมที่มีอายุ 40-50 ปีขึ้นไป จากแหล่งต่างๆ คือ เมล็ดยางพารายางพันธุ์ดั้งเดิมจากภายในมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา แหล่งปลูกยางพันธุ์ดั้งเดิม จังหวัดสงขลา ตรัง สุราษฎร์ธานี และระนอง รวมถึงเมล็ดจากต้นยางพาราพันธุ์ GT1 PB5/51 และพันธุ์ RRIM600 ที่ใช้เป็นพันธุ์เปรียบเทียบ

2.1.2 วิธีเพาะเมล็ดยางพารา

หลังจากเก็บรวบรวมเมล็ดยางได้แล้วทำการเพาะอย่างรวดเร็ว โดยทำการเรียงเมล็ดยางพาราในตะกร้าเพาะ ที่มีวัสดุปลูกปั้นทรายผสมขุยมะพร้าวอัตราส่วน 1:1 คว่ำเมล็ดยางพาราด้านแบนลง กดเบา ๆ แล้วใช้ทรายกลบทับบาง ๆ ใช้ตาข่ายสีดำพรางแสงเพื่อไม่ให้แสงแดดจัดจนเกินไป รดน้ำทุกวันเช้า-เย็น สังเกตและตรวจดูเมล็ดงอกหลังเพาะ 5 วัน

2.1.3 การย้ายเมล็ดงอก และการดูแลรักษาต้นกล้ายาง (ในถุงชำยาง)

หลังจากเพาะได้ประมาณ 5 วัน เมล็ดยางเริ่มงอกยาวประมาณ 5-10 เซนติเมตร ดึงเก็บต้นกล้ายางที่งอกแล้วมาเพาะใส่ในถุงพลาสติกสีดำ (ถุงชำยาง) ที่กรอกดินจนเต็มให้เมล็ดงอกอยู่ตรงกลางถุง วางไว้เป็นแถวตามแนวระดับตะวันออกและตะวันตกเพื่อให้แสงแดดส่องได้ทั่วถึงทั้งวัน และหลังจากเพาะแล้ว 30 วัน ให้แยกต้นที่ไม่สมบูรณ์ทิ้ง รดน้ำทุกวัน 2 ครั้ง เช้า-เย็น (ตามสภาพอากาศ และความชื้นของดินในถุง) หากพบวัชพืชให้ถอนออก พ่นยากำจัดเชื้อราขณะต้นยางมียอดอ่อน สัปดาห์ละ 1 ครั้ง

2.1.4 การศึกษาพัฒนาการและการเจริญเติบโตของระบบราก

เมื่อต้นกล้ายางพาราอายุ 6 เดือน ทำการคัดเลือกพันธุ์ยางพาราพันธุ์ดั้งเดิมจำนวน 19 โคลนโคลนละ 4 ซ้ำ มาทำการศึกษาการเจริญเติบโตและความแข็งแรงของรากยางพาราโดยเทคนิคไรโซตรอน วางแผนการทดลองแบบ CRD (Completely Randomized Design) โดยมีพันธุ์ RRIM 600 เป็นพันธุ์เปรียบเทียบ ต้นยางที่ทำการคัดเลือกจะมีความสูงต้นละประมาณ 30 เซนติเมตร มีฉัตร 2 ฉัตรขึ้นไป และมีความสม่ำเสมอกันไม่มีการเข้าทำลายของโรคและแมลง กระบะสำหรับปลูกหรือไรโซบอค ทำด้วยแผ่นอะคริลิคใสกว้าง 40 เซนติเมตร สูง 1 เมตร ประกอบ

เข้ากับโครงให้มีระยะห่างระหว่างแผ่นอะคริลิค ประมาณ 2 นิ้ว บรรจุดินร่วนเหนียวปนทรายลงในไรโซบอคที่เตรียมไว้ และหุ้มด้วยแผ่นพลาสติกสีดำทึบแสง เพื่อป้องกันไม่ให้แสงส่องผ่านเข้าไปที่ส่วนของราก เลียนแบบสภาพจริงในแปลงปลูก ดูแลรักษาภายใต้สภาพเรือนกระจก โดยให้ระบบน้ำอัตโนมัติวันละ 2 ครั้ง เช้า-เย็น หลังจากย้ายกล้ายางลงไรโซบอค 1 เดือนวัดการเจริญเติบโตทุก 2 สัปดาห์ เป็นเวลา 5 เดือน โดยใช้ปากกาเขียนแผ่นใสแบบถาวรวาดการเจริญของรากแต่ละครั้งบนแผ่นพลาสติกใส ซึ่งทาบตรงบริเวณหน้าตัดของไรโซบอค ซึ่งจะกำหนดให้สีของปากกาที่ใช้วาดแต่ละครั้งแตกต่างกัน

2.1.5 การบันทึกการเจริญเติบโตของรากยางพารา

ทำการบันทึกข้อมูลของต้นกล้ายางพาราโคลนต่าง ๆ ตั้งแต่อายุ 6 เดือน เป็นระยะเวลา 5 เดือน โดยใช้แผ่น พลาสติกใสทาบลงบนแผ่นพลาสติกใสที่ทำการวาดการเจริญเติบโตของรากในช่วงเวลาต่างๆ โดยวาดตั้งแต่เริ่มต้น และวัดการเปลี่ยนแปลงทุกๆ 2 สัปดาห์ นำภาพการเจริญเติบโตที่ได้วิเคราะห์ความยาวราก และความหนาแน่นของรากด้วยโปรแกรม Rootfly Version 2.0.2 ลิขสิทธิ์ Clemson University 2005-2011

เมื่อครบกำหนดะยะเวลา 5 เดือน ยังทำการบันทึกข้อมูลอื่น ๆ ร่วมด้วย ได้แก่ วัดความสูงต้น เพื่อเปรียบเทียบการเจริญระหว่างส่วนยอดและส่วนราก หาค่าน้ำหนักสด และน้ำหนักแห้งเปรียบเทียบกันในแต่ละโคลนโดยใช้วิธี DMRT (Duncan's Multiple Range Test) สำหรับการคำนวณหาอัตราส่วนน้ำหนักแห้งรากต่อยอด (root-shoot ratio) เพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างสัดส่วนของราก ซึ่งเป็นส่วนที่ดูดน้ำและธาตุอาหารจากดิน และส่วนยอด ซึ่งเป็นพื้นที่สังเคราะห์แสง

2.1.6 การหาอัตราส่วนน้ำหนักแห้งรากต่อยอด (root-shoot ratio)

เมื่อทำการศึกษาการเจริญเติบโตและพัฒนาการของรากยางพาราโคลนต่าง ๆ เป็นเวลา 5 เดือนแล้ว ทำการหาอัตราอัตราส่วนของยอดต่อราก ตัดแยกส่วนระหว่างส่วนของยอดและรากออกจากกัน โดยใช้ระดับคอดินเป็นเกณฑ์ ล้างส่วนรากให้สะอาด นำทั้งสองส่วนไปอบที่อุณหภูมิ 65 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 48 ชั่วโมง แล้วชั่งเพื่อหาน้ำหนักแห้งเปรียบเทียบอัตราส่วนระหว่างรากต่อยอด

2.2 การศึกษาพันธุกรรมของยางพาราพันธุ์ดั้งเดิมโดยใช้เครื่องหมายอาร์เอพีดี

2.2.1 การสกัดดีเอ็นเอ

สุ่มเก็บตัวอย่างใบจากต้นยางพาราที่รวบรวมจากแหล่งปลูกต่าง ๆ ในตารางที่ 1 โดยเก็บตัวอย่างใบเพสลาดประมาณ 1-2 ใบต่อต้น เก็บใส่ถุงพลาสติกเพื่อนำมาสกัดดีเอ็นเอ ใช้ตัวอย่างใบยางพาราประมาณ 200 มิลลิกรัมน้ำหนักสดมาล้างทำความสะอาด ซับให้แห้ง บดใน CTAB buffer [PVP-40, NaCl, EDTA (pH 8.0) 0.5 M, CTAB 2%] ร่วมกับ β-mercaptoethanol เข้มข้น 2% ปริมาตร 700 ไมโครลิตร ในโกร่งให้ละเอียด จากนั้นใส่ในหลอดไมโครเซนตริฟิวจ์ เขย่าให้เข้ากัน นำไปบ่มที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 60 นาที กลับหลอดไปมาทุก 10 นาที เติมคลอโรฟอร์ม 800 ไมโครลิตร กลับหลอดไปมาเบาๆ ปั่นเหวี่ยงใช้ความเร็ว 10,000 รอบต่อนาที เป็นเวลา 15 นาที จะได้สารละลายที่แยกชั้นใส ดูดสารละลายส่วนใสใส่หลอดไมโครเซนตริฟิวจ์ใหม่ เติมไอโซโพรพานอล 750 ไมโครลิตรกลับหลอดไปมาเพื่อตกตะกอนดีเอ็นเอ นำไปปั่นเหวี่ยงอีกครั้งที่ความเร็ว 12,000 รอบต่อนาที เป็นเวลา 5 นาที เทส่วนใสทิ้ง ล้างตะกอนดีเอ็นเอด้วยเอธานอล ความเข้มข้น 70% ที่ผ่านการแช่เย็น 3 ครั้ง ทิ้งให้แห้งที่อุณหภูมิห้อง หลังจากนั้นละลายตะกอนดีเอ็นเอด้วย TE buffer [Tris-HCl (pH 7.5) 10 mM และ Na_2EDTA (pH 7.0) 1 mM] 70 ไมโครลิตร ที่อุณหภูมิห้อง เก็บรักษาดีเอ็นเอที่อุณหภูมิ -20 องศาเซลเซียส จนกว่าจะนำมาใช้

2.2.2 การตรวจสอบปริมาณดีเอ็นเอ

ตรวจสอบปริมาณดีเอ็นเอที่สกัดได้ด้วยการเปรียบเทียบกับดีเอ็นเอมาตรฐาน โดยการทำ อิเล็กโตรโฟรีซิสบนอะกาโรส (LE Agarose, Promega, USA) เข้มข้น 0.75% แรงเคลื่อนไฟฟ้า 100 โวลต์ ในสารละลาย TAE buffer [Tris Base, EDTA (pH 8.0) 0.5 M] เป็นเวลา 20 นาที ย้อมแถบดีเอ็นเอที่ได้ด้วยเอทิเดียมโบรไมด์ แล้วนำไปตรวจสอบด้วยเครื่องถ่ายภาพเจลภายใต้แสงอัลตราไวโอเลต 260 นาโนเมตร

2.2.3 คัดเลือกไพรเมอร์

ทำการทดสอบไพรเมอร์ขนาด 10 เบส จากไพรเมอร์ที่มีการศึกษามาก่อนในยางพารา ประกอบด้วยไพรเมอร์ 8 ชนิด (กรกช, 2550) นอกจากนี้ยังทำการคัดเลือกไพรเมอร์ที่สามารถเพิ่มปริมาณดีเอ็นเอแบบสุ่มได้ด้วยปฏิกิริยาพีซีอาร์เพิ่มเติมอีก 40 ชนิด เพื่อประสิทธิภาพในการจำแนกความแตกต่างระหว่างกลุ่มประชากร หลังจากทำพีซีอาร์ ทำการตรวจสอบขนาดชิ้นส่วนดีเอ็นเอ ด้วยวิธีอิเล็กโตรโฟรีซิสบนแผ่นวุ้น LE Agarose ที่ความเข้มข้น 1.5% ละลายใน TBE Buffer

[Tris Base, Boric acid, Na_2EDTA (pH 8.0)0.5 M] ใช้แรงเคลื่อนไฟฟ้า 100 โวลต์ 60 นาที ย้อมแถบดีเอ็นเอด้วยเอธิเดียมโบรไมด์เข้มข้น 0.5 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร เป็นเวลา 20 นาที ล้างน้ำ 10 นาที ตรวจดูแถบดีเอ็นเอด้วยเครื่องถ่ายภาพเจล ภายใต้แสงอัลตราไวโอเลต 260 นาโนเมตร คัดเลือกไพรเมอร์ที่สามารถเพิ่มปริมาณและให้แถบดีเอ็นเอที่มีความแตกต่าง (polymorphism) ชัดเจนที่สุด

2.2.4 การวิเคราะห์ความใกล้ชิดทางพันธุกรรม

นำไพรเมอร์ที่คัดเลือกได้จากข้อ 2.2.3 มาใช้เพิ่มปริมาณดีเอ็นเอของประชากรทั้งหมด คัดเลือกไพรเมอร์ที่ทำให้เกิดแถบดีเอ็นเอที่แตกต่างกันระหว่างประชากรทั้งหมด หลังจากนั้นทำการวิเคราะห์ข้อมูล โดยแปลงข้อมูลแถบดีเอ็นเอให้ตำแหน่งที่มีแถบดีเอ็นเอมีค่าเท่ากับ 1 และตำแหน่งที่ไม่ปรากฏแถบดีเอ็นเอมีค่าเท่ากับ 0 โดยคิดเฉพาะแถบ DNA ที่มีความชัดเจนและเพิ่มปริมาณได้สม่ำเสมอเมื่อมีการทำพีซีอาร์ซ้ำ วิเคราะห์ความสัมพันธ์และความใกล้ชิดทางพันธุกรรมด้วยโปรแกรม Numerical Taxonomy and Multivariate Analysis System Version-2.1. (NTSYS version 2.1) (Rohlf, 2002)

บทที่ 3

ผล

1. การศึกษาการเจริญเติบโตของระบบรากและพัฒนาการต้นกล้ายางพารา

1.1 ศึกษาการเจริญเติบโตของระบบรากต้นกล้ายางพารา

หลังจากทำการย้ายปลูกกล้ายางพาราจำนวน 76 ต้น ลงในไรโซบอค (ภาพที่ 1) และทำการศึกษาการเจริญเติบโตและความหนาแน่นของระบบรากที่ระดับความลึก 0-100 เซนติเมตร เป็นระยะเวลา 5 เดือน พบว่า ค่าเฉลี่ยความยาวรากของต้นกล้าที่มาจากต้นเดียวกันในยางพาราพันธุ์ดั้งเดิมจากแปลงเกษตรกร ต.บางรัก จ.ตรัง (EIRtr) มีค่าสูงสุด คือ 2,110.76 เซนติเมตร รองลงมาคือ ยางพาราพันธุ์ดั้งเดิมจากสวนสาธารณะ เทศบาลนครหาดใหญ่ จ.สงขลา (EIRp) มีค่าเฉลี่ยความยาวรากต่อโคลน คือ 2,087.77 เซนติเมตร และ ยางพาราพันธุ์ดั้งเดิมจาก โรงเรียนวังวิเศษ อ.วังวิเศษ จ.ตรัง (EIRws) มีค่าเฉลี่ยความยาวราก คือ 2,009.94 เซนติเมตร ส่วนต้นกล้ายางพาราพันธุ์แนะนำที่มีการเจริญเติบโตดีที่สุดคือ ยางพาราพันธุ์ GT 1 จาก จ.สุราษฎร์ธานี (GT1su) มีค่าเฉลี่ยความยาวรากสูงสุด คือ 2,356.96 เซนติเมตร รองลงมาคือ ยางพาราพันธุ์ PB5/51 จาก ต.บางดี อ.ห้วยยอด จ.ตรัง (PB5/51) และยางพาราพันธุ์ GT1 จาก อ.ละอุ่น จ.ระนอง (GT1r) ซึ่งมีค่าเฉลี่ยความยาวรากเท่ากับ 1,925.19 เซนติเมตร 1,701.12 เซนติเมตร ตามลำดับ ส่วนต้นกล้ายางพาราพันธุ์ RRIM 600 ที่เป็นพันธุ์ควบคุมให้ค่าความยาวรากรวมเฉลี่ยต่อโคลนเท่ากับ 772.65 เซนติเมตร (ตารางที่ 2)

ภาพที่ 1 ไรโซบอคที่ใช้ปลูกกล้ายางพาราเพื่อศึกษาการเจริญเติบโตของระบบราก

ตารางที่ 2 ความยาวรากต้นกล้ายางพาราพันธุ์ดั้งเดิมที่ระดับความลึก 0-100 เซนติเมตร

โคลน	ความยาวรากรวม ที่ระดับความลึก 0-100 ซม. (ซม.)	ความยาวรากเฉลี่ย/โคลน (ซม.)
EIR psu 1-1	118.52	101.69ef
EIR psu 1-2	100.44	
EIR psu 1-3	82.78	
EIR psu 1-4	105.01	
EIR psu 2-1	132.39	126.75bcdef
EIR psu 2-2	82.36	
EIR psu 2-3	189.10	
EIR psu 2-4	103.14	
EIR psu 3-1	108.73	106.35def
EIR psu 3-2	92.88	
EIR psu 3-3	95.56	
EIR psu 3-4	128.22	
EIR psu 4-1	126.57	134.03bcdef
EIR psu 4-2	130.17	
EIR psu 4-3	149.94	
EIR psu 4-4	129.42	
EIR psu 5-1	86.82	109.44cdef
EIR psu 5-2	116.05	
EIR psu 5-3	141.64	
EIR psu 5-4	93.26	

ตารางที่ 2 ความยาวรากต้นกล้ายางพาราพันธุ์ดั้งเดิมที่ระดับความลึก 0-100 เซนติเมตร **(ต่อ)**

โคลน	ความยาวรากรวม ที่ระดับความลึก 0-100 ซม. (ซม.)	ความยาวรากเฉลี่ย/โคลน (ซม.)
EIR psu 6-1	158.44	
EIR psu 6-2	226.08	
		175.29abcde
EIR psu 6-3	158.73	
EIR psu 6-4	157.93	
EIR khk 1-1	113.36	
EIR khk 1-2	126.24	
		180.64abcde
EIR khk 1-3	245.32	
EIR khk 1-4	237.65	
EIR khk 2-1	138.29	
EIR khk 2-2	200.240	
		143.63bcdef
EIR khk 2-3	121.00	
EIR khk 2-4	115.01	
EIR p-1	192.95	
EIR p-2	278.48	
		208.77ab
EIR p-3	191.68	
EIR p-4	171.98	

ตารางที่ 2 ความยาวรากต้นกล้ายางพาราพันธุ์ดั้งเดิมที่ระดับความลึก 0-100 เซนติเมตร (ต่อ)

โคลน	ความยาวรากรวม ที่ระดับความลึก 0-100 ซม. (ซม.)	ความยาวรากเฉลี่ย/โคลน (ซม.)
EIR n-1	90.07	72.93f
EIR n-2	75.97	
EIR n-3	58.37	
EIR n-4	67.31	
EIR ph-1	256.47	195.04abcd
EIR ph-2	188.42	
EIR ph-3	169.66	
EIR ph-4	165.62	
EIR tr-1	275.72	211.07ab
EIR tr-2	203.07	
EIR tr-3	180.02	
EIR tr-4	185.48	
EIR ws-1	250.88	200.99abc
EIR ws-2	170.43	
EIR ws-3	208.54	
EIR ws-4	174.11	

ตารางที่ 2 ความยาวรากต้นกล้ายางพาราพันธุ์ดั้งเดิมที่ระดับความลึก 0-100 เซนติเมตร (ต่อ)

โคลน	ความยาวรากรวม ที่ระดับความลึก 0-100 ซม. (ซม.)	ความยาวรากเฉลี่ย/โคลน (ซม.)
PB 5/51+EIR-1	265.70	198.24abcd
PB 5/51+EIR-2	209.23	
PB 5/51+EIR-3	132.58	
PB 5/51+EIR-4	185.47	
PB 5/51-1	221.31	192.51abcde
PB 5/51-2	191.17	
PB 5/51-3	217.96	
PB 5/51-4	139.62	
GT1 sk-1	70.39	72.80f
GT1 sk-2	149.15	
GT1 sk-3	53.63	
GT1 sk-4	18.02	
GT1 su-1	302.31	236.59a
GT1 su-2	250.00	
GT1 su-3	209.45	
GT1 su-4	184.60	
GT1r-1	267.53	170.11abcde
GT1r-2	147.03	
GT1r-3	140.71	
GT1r-4	125.16	

ตารางที่ 3 ความยาวรากต้นกล้ายางพาราพันธุ์ RRIM 600 ที่ระดับความลึก 0-100 เซนติเมตร

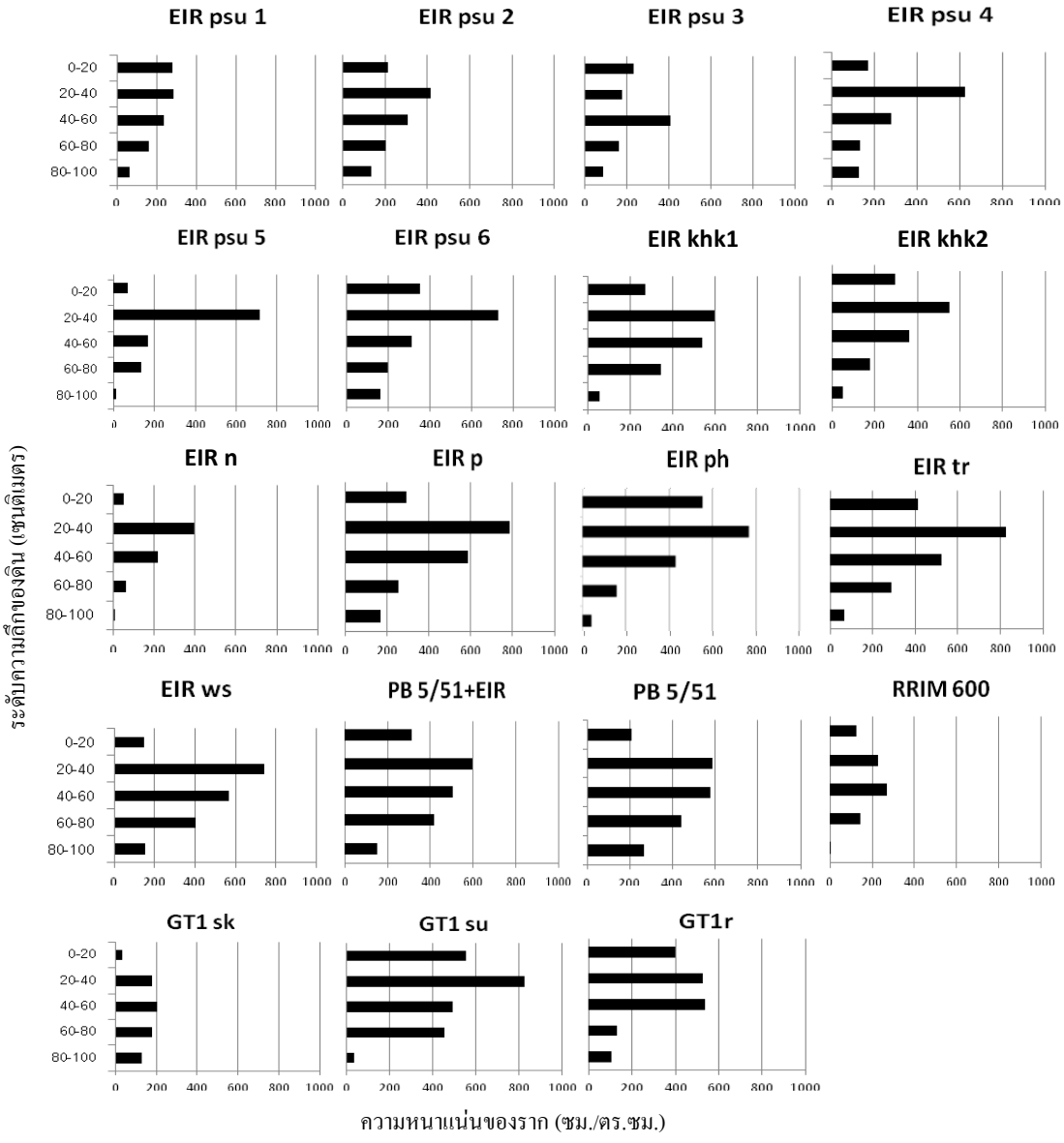
โคลน	ความยาวรากรวม ที่ระดับความลึก 0-100 ซม. (ซม.)	ความยาวรากเฉลี่ย/โคลน (ซม.)
RRIM 600-1	111.61	77.26f
RRIM 600-2	77.17	
RRIM 600-3	64.79	
RRIM 600-4	55.47	
F-test		**
C.V. (%)		27.44

หมายเหตุ: - ** มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่งที่ระดับ $p \leq 0.01$**

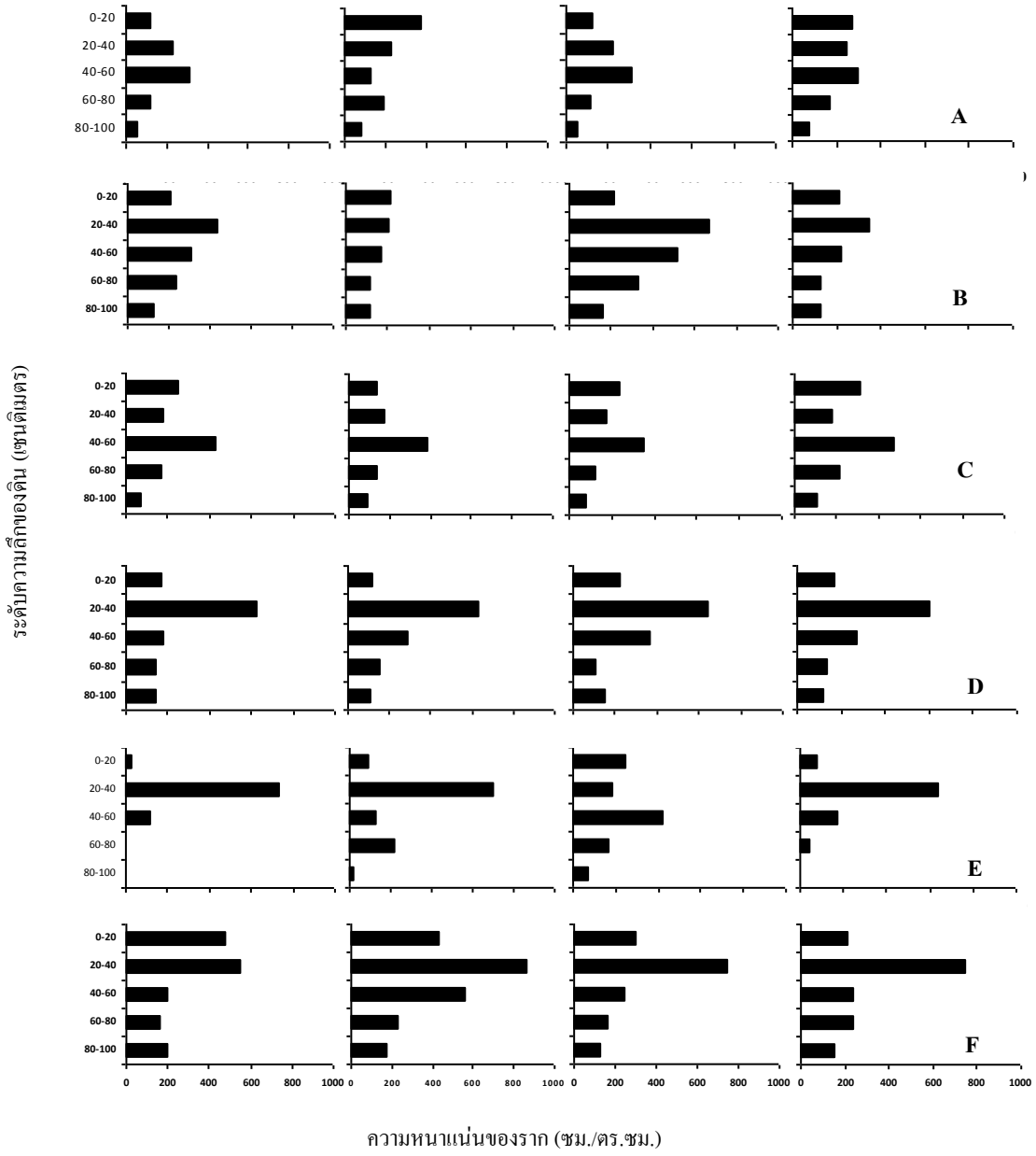
-ค่าเฉลี่ยที่มีตัวอักษรเหมือนกันในสดมภ์เดียวกันไม่มีความแตกต่างทางสถิติจากการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วยวิธี DMRT

เมื่อพิจารณาถึงตำแหน่งของรากที่ระดับความลึกต่างๆ พบว่าการเจริญเติบโตและความหนาแน่นของระบบรากต้นกล้ายางพาราพันธุ์ดั้งเดิมและพันธุ์แนะนำ เจริญได้ดีที่สุดที่ระดับความลึก 20-40 เซนติเมตรจากผิวดิน ได้แก่ ต้นกล้าจาก มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่ (EIRpsu1 EIRpsu2 EIRpsu4 EIRpsu5 และ EIRpsu6) อ.คลองหอยโข่ง จ.สงขลา (EIRkhk1 และ EIRkhk2)สวนสาธารณะเทศบาลนครหาดใหญ่ อ.หาดใหญ่ จ.สงขลา (EIRp) วัดภูเขาล้อม อ.นาหม่อม จ.สงขลา (EIRn) สวนเกษตรกร อ.เมือง จ.ตรัง (EIRtr) โรงเรียนวังวิเศษ อ.วังวิเศษ จ.ตรัง (EIRws) สวนเกษตรกร อ.ห้วยยอด จ.ตรัง ปลูกร่วมกับพันธุ์ PB5/51 (PB5/51+EIR) ต้นกล้ายางพาราพันธุ์ GT1 จากหน้าโรงงาน Top Glove Technology (Thailand) Co., Ltd. อ.สะเดา จ.สงขลา (GT1sk) และ ยางพาราพันธุ์ GT1 จาก อ.กระบุรี จ.สุราษฎร์ธานี (GT1su) รากของต้นกล้ายางพาราบางพันธุ์ จะมีการเจริญเติบโตได้ดีที่ระดับความลึก 40-60 เซนติเมตร ได้แก่ ต้นกล้ายางพาราจากมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่ จ.สงขลา (EIRpsu3) พันธุ์ GT1 จาก จ.ระนอง (GT1r) และ PB5/51 ที่มีความหนาแน่นใกล้เคียงกัน ที่ระดับความลึก 20-40 เซนติเมตร และ 40-60 เซนติเมตร ส่วนต้นกล้าพันธุ์ RRIM 600 มีการเจริญเติบโตดีที่ระดับความลึก 20-60 เซนติเมตร ที่ระดับความลึก 80-100 เซนติเมตร มีการเจริญเติบโตของราก และความหนาแน่นของระบบรากต่ำที่สุด ซึ่งพัฒนาการของรากค่อนข้างน้อยเมื่อเทียบกับระดับความลึกอื่น ๆ (ภาพที่ 2)

หากพิจารณาถึงการเจริญเติบโตของรากต้นกล้าในแต่ละต้นจากต้นแม่เดียวกัน ส่วนใหญ่มีความหนาแน่นและการเจริญเติบโตของรากในแต่ละระดับความลึกใกล้เคียงกันทุกต้น (ภาพที่ 3, 4, 5 และ 6)



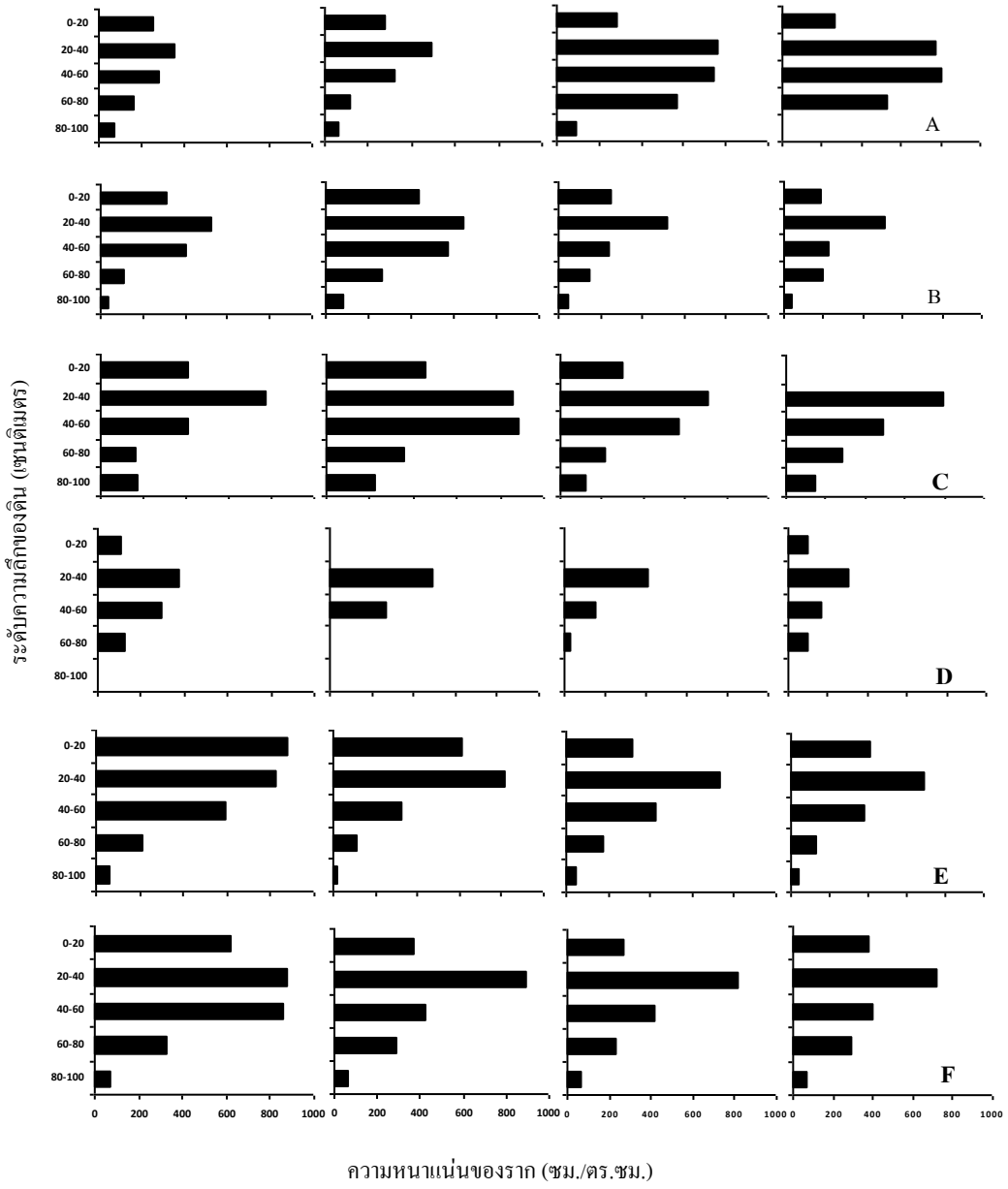
ภาพที่ 2 ความหนาแน่นของรากต้นกล้ายางพาราพันธุ์ดั้งเดิม และพันธุ์แนะนำทั้ง 19 โคลน ที่ระดับความลึก 0-100 เซนติเมตร หลังจากปลูกลงในไร่โซบอคเป็นเวลา 5 เดือน



ภาพที่ 3 เปรียบเทียบการเจริญเติบโตของรากต้นกล้ายางพาราพันธุ์ดั้งเดิมที่ปลูกในไรโซบอค เป็นเวลา 5 เดือน จาก 6 โคลนภายในมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ อ.หาดใหญ่ จ.สงขลา

A) โคลน EIRpsu1 B) โคลน EIRpsu2 C) โคลน EIRpsu3

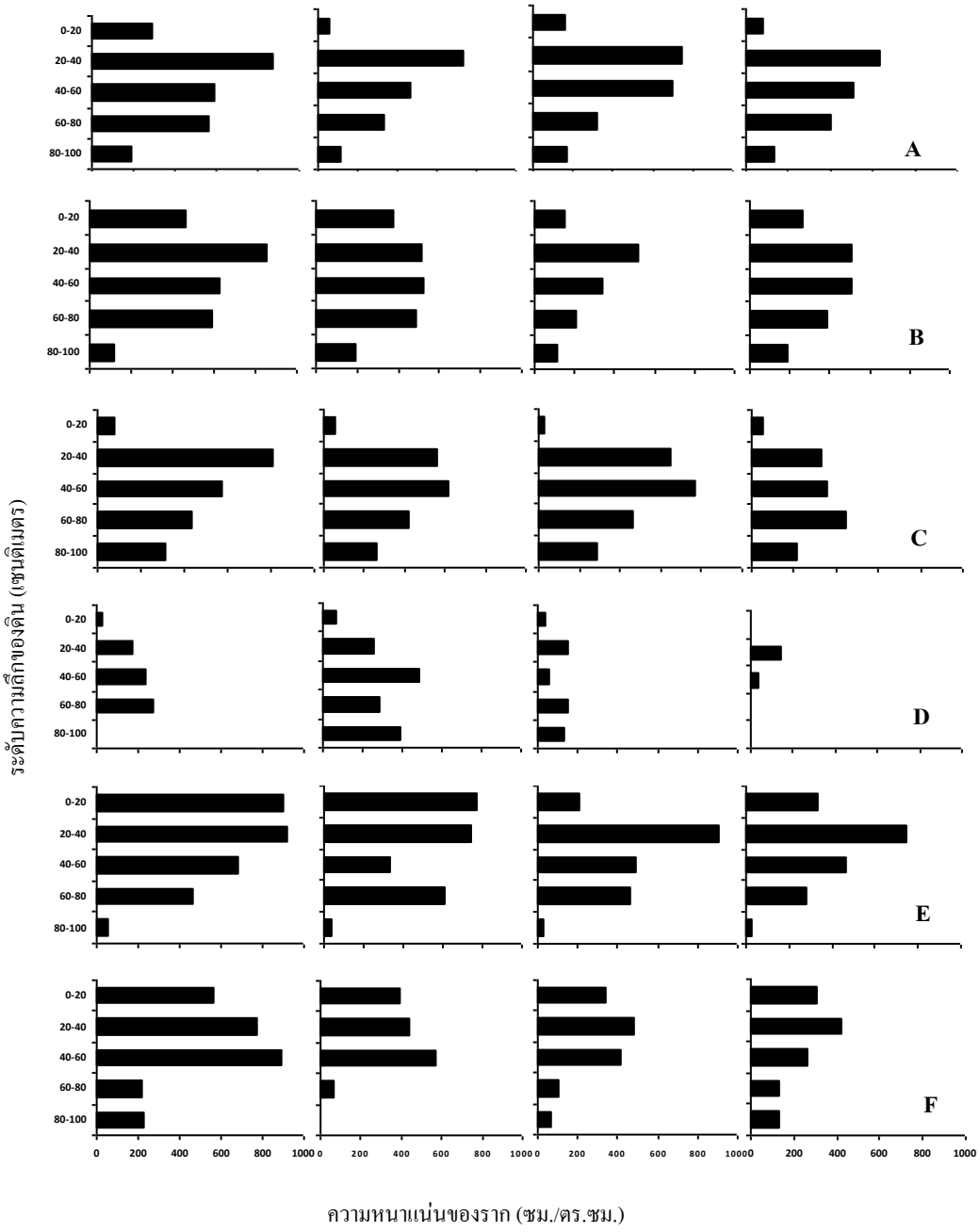
D) โคลน EIRpsu4 E) โคลน EIRpsu5 F) โคลน EIRpsu6



ภาพที่ 4 เปรียบเทียบการเจริญเติบโตของรากต้นกล้ายางพาราพันธุ์ดั้งเดิมที่ปลูกในไรบอดเป็นเวลา 5 เดือน จาก จ.สงขลา และตรัง

A) โคลน EIRkhk 1 B) โคลน EIRkhk 2 C) โคลน EIRp

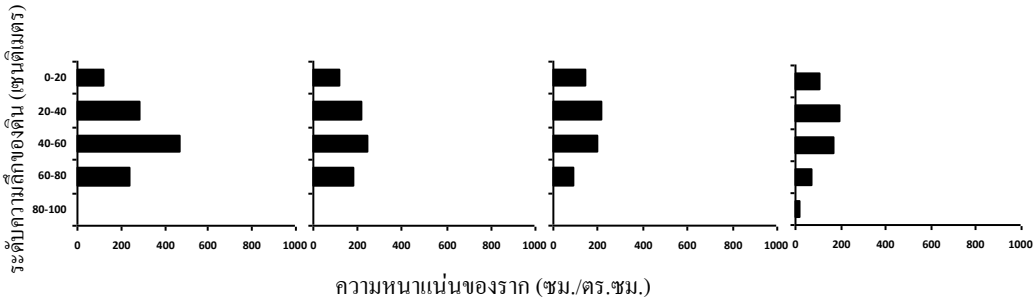
D) โคลน EIRn E) โคลน EIRph F) โคลน EIRtr



ภาพที่ 5 เปรียบเทียบการเจริญเติบโตของรากต้นกล้ายางพาราพันธุ์ดั้งเดิมจากแหล่งต่าง ๆ และพันธุ์แนะนำที่ปลูกในไรโซบอค เป็นเวลา 5 เดือน จาก จ.ตรัง สุราษฎร์ธานี และระนอง

A) โคลน EIRws B) โคลน PB5/51+EIR C) โคลน PB5/51

D) โคลน GT1sk E) โคลน GT1su F) โคลน GT1r



ภาพที่ 6 การเจริญเติบโตของรากต้นกล้ายางพาราพันธุ์ RRIM 600 ที่ปลูกในไรโซบอคเป็นเวลา 5 เดือน

1.2 อัตราส่วนน้ำหนักแห้งรากต่อยอด (root-shoot ratio)

ผลการศึกษาน้ำหนักแห้งของต้นกล้าที่ได้จากการเพาะเมล็ดยางพาราแต่ละชุด โดยพิจารณา ต้นกล้าจากเมล็ดยางพาราพันธุ์ดั้งเดิมภายในมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา (EIRpsu1, EIRpsu3 และ EIRpsu4) มีการสะสมน้ำหนักแห้งค่อนข้างดี คือมีค่าน้ำหนักแห้งเฉลี่ยต่อโคลน เท่ากับ 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 (EIRkhk1และ EIRkhk2) ที่มีการสะสมน้ำหนักแห้งทั้งส่วนยอดและรากได้ดี มีค่าน้ำหนักแห้งรวมคือ 137.81 และ 161.73 กรัมตามลำดับ ต้นกล้าจากยางพาราพันธุ์ดั้งเดิมจากสวนสาธารณะเทศบาลนครหาดใหญ่ (EIRp) มีค่าน้ำหนักแห้งรวมสูงที่สุดทั้งส่วนรากและยอด โดยมีน้ำหนักแห้งรวม 213.21 กรัม และต้นกล้ายางพาราพันธุ์ดั้งเดิมจาก อ.นาหม่อม จ.สงขลา (EIRn) มีค่าน้ำหนักแห้งรวมเท่ากับ 78.95 กรัม ซึ่งถือว่าค่อนข้างต่ำ ต้นกล้าจากเมล็ดยางพาราพันธุ์ดั้งเดิมจังหวัดตรัง ได้แก่ EIRph, EIRtr และ EIRws มีค่าการสะสมน้ำหนักแห้งรวมปานกลาง คือ 104.55, 98.27 และ 96.37 กรัมตามลำดับ ส่วนของต้นกล้าจากเมล็ดยางพาราพันธุ์พันธุ์แนะนำ กลุ่ม RRIM 600 มีน้ำหนักแห้งปานกลาง โดยมีมีค่าน้ำหนักแห้งรวมเท่ากับ 112.9 กรัม 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 แต่ต้นกล้ายางพาราพันธุ์ PB5/51+EIR เป็นต้นกล้าที่ได้จากเมล็ด

ผสมข้ามระหว่างพันธุ์ PB5/51 และยางพาราพันธุ์ดั้งเดิม กลับมีค่าน้ำหนักแห้งรวมค่อนข้างดี คือ 122.18 กรัม (ตารางที่ 4)

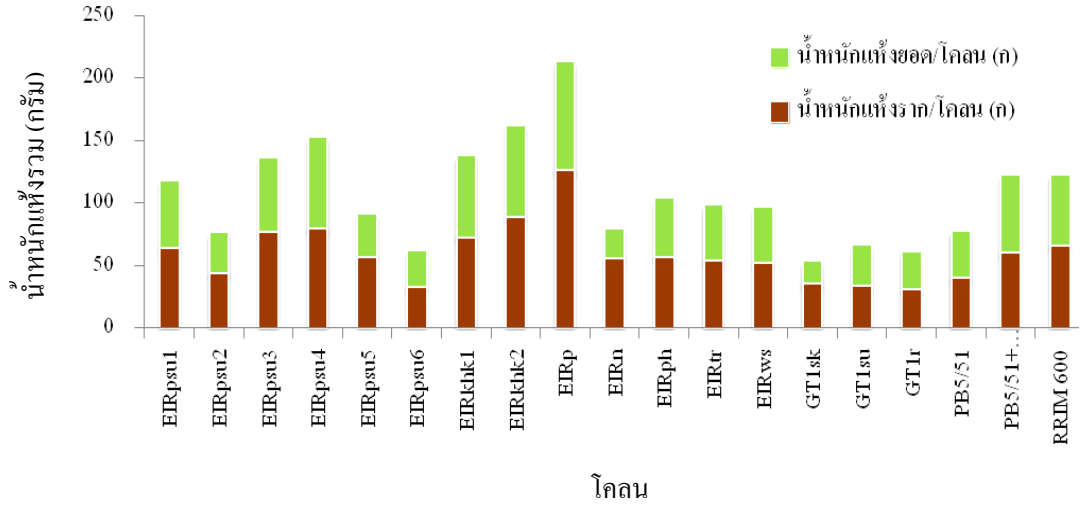
ตารางที่ 4 การสะสมน้ำหนักแห้งของยางพาราพันธุ์ดั้งเดิม และยางพาราพันธุ์แนะนำจากแหล่งต่างๆ ของ จ.สงขลา สุราษฎร์ธานี ตรัง และระนอง

โคลน	น้ำหนักแห้งราก/โคลน (ก)	น้ำหนักแห้งยอด/โคลน (ก)	น้ำหนักแห้งรวม/โคลน (ก)	อัตราส่วนราก-ยอด
EIRpsu1	63.97cdef[1/]	53.88cdef	117.85cde	1.18
EIRpsu2	43.38efgh	32.78ghij	76.16fgh	1.13
EIRpsu3	76.56bcde	59.90bcde	136.46cde	1.28
EIRpsu4	79.01bcd	73.31bcde	152.32bcd	1.08
EIRpsu5	56.54cdefg	34.67ghij	91.21efgh	1.63
EIRpsu6	32.54gh	29.50hij	62.04gh	1.10
EIRkhk1	71.54bcd	66.27bc	137.81bcd	1.08
EIRkhk2	88.47b	73.26ab	161.73b	1.21
EIRp	125.69a	87.52a	213.21a	1.44
EIRn	55.48cdefg	23.47ij	78.95fgh	2.41
EIRph	56.69cdefg	47.86defg	104.55def	1.21
EIRtr	53.73defgh	44.54defg	98.27efg	1.20
EIRws	52.19defgh	44.18efg	96.37efg	1.22
GT1sk	34.90gh	18.61j	53.51h	1.95
GT1su	33.75gh	33.08ghij	66.83fgh	1.06
GT1r	30.53h	30.15ghij	60.68gh	1.04
PB5/51	40.12fgh	37.36fghij	77.48fgh	1.07
PB5/51+ EIR	60.16cdef	62.02bcd	122.18cde	0.98
RRIM 600	65.84bc	57.06ab	112.9bc	1.08
F-test	**	**	**	**
C.V. (%)	19.32	17.48	16.73	15.01

หมายเหตุ: -** มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่งที่ระดับ $p \leq 0.01$

-ค่าเฉลี่ยที่มีตัวอักษรเหมือนกันในแต่ละสดมภ์ไม่มีความแตกต่างทางสถิติจากการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วยวิธี DMRT

เมื่อเปรียบเทียบกันระหว่างค่าน้ำหนักแห้งของส่วนราก และยอดของต้นกล้ายางพาราแต่ละพันธุ์พบว่า มีค่าค่อนข้างใกล้เคียงกัน ยกเว้นในต้นกล้ายางพาราจากแหล่ง EIRn ซึ่งมีค่าน้ำหนักแห้งของรากมากกว่ายอดอย่างชัดเจน (ภาพที่ 7) เมื่อคำนวณหาอัตราส่วนรากต่อยอด พบว่าค่าอัตราส่วนดังกล่าวมีค่าระหว่าง 0.98-2.41 และมีค่าเฉลี่ยของอัตราส่วนรากต่อยอดเท่ากับ 1.29



ภาพที่ 7 ค่าการสะสมน้ำหนักแห้งส่วนยอด และรากของยางพาราพันธุ์ดั้งเดิม และยางพาราพันธุ์แนะนำจากแหล่งต่างๆของ จ.สงขลา สุราษฎร์ธานี ตรัง และระนอง

2. การศึกษาความหลากหลายทางพันธุกรรมของยางพาราพันธุ์ดั้งเดิม และพันธุ์แนะนำ โดยใช้เทคนิคอาร์เอพีดี

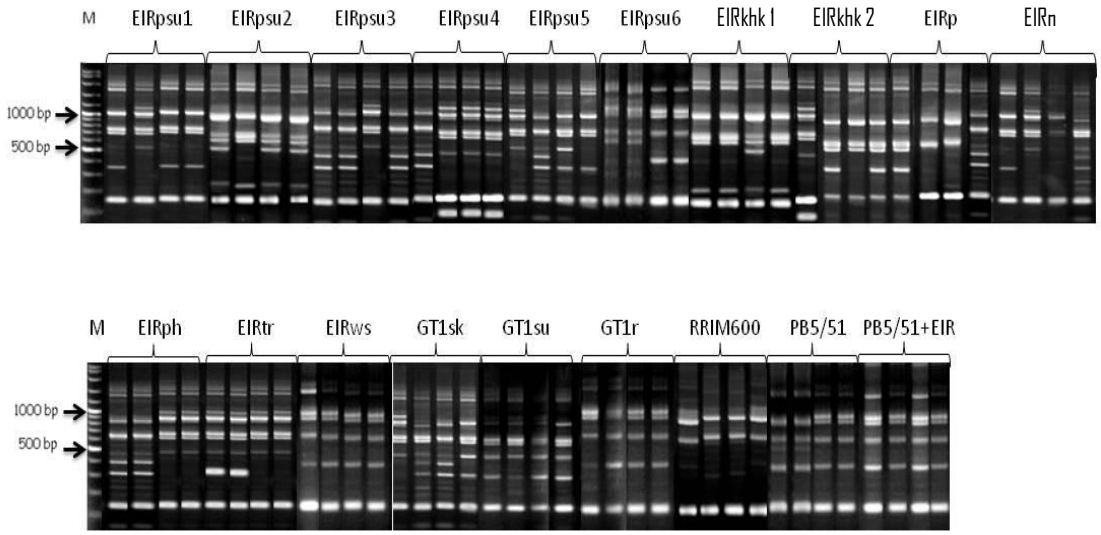
2.1 การคัดเลือกไพรเมอร์ที่ให้แถบดีเอ็นเอที่แตกต่างกันระหว่างตัวแทนประชากรยางพาราโดยปฏิกิริยาพีซีอาร์

การทดสอบเบื้องต้นเพื่อหาไพรเมอร์ที่สามารถแยกความแตกต่างของแถบดีเอ็นเอระหว่างยางพารา โดยใช้ตัวอย่างยางพาราพันธุ์แนะนำ 3 โคลน คือ RRIM 600, PB5/51 และ GT1 ตัวอย่างละ 1 ต้น โดยทดสอบกับไพรเมอร์ขนาด 10 คู่เบส จำนวน 48 ไพรเมอร์ (ตารางภาคผนวกที่ 3) นำมาเพิ่มปริมาณดีเอ็นเอแบบสุ่มโดยปฏิกิริยาพีซีอาร์ จากการทดลองพบว่า ไพรเมอร์ที่ให้ความแตกต่างชัดเจน จำนวน 7 ไพรเมอร์ คือ OPB-17 OPR-02 OPR-11 OPZ-4 OPAD-01 OPAD-10 และ OPAD-12 จากนั้นนำไพรเมอร์ทั้ง 7 มาทดสอบเพิ่มปริมาณดีเอ็นเอของยางพาราที่คาดว่าจะเป็นพันธุ์ดั้งเดิม และพันธุ์แนะนำจากแหล่งปลูกทางภาคใต้ดังที่กล่าวมาข้างต้น 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)

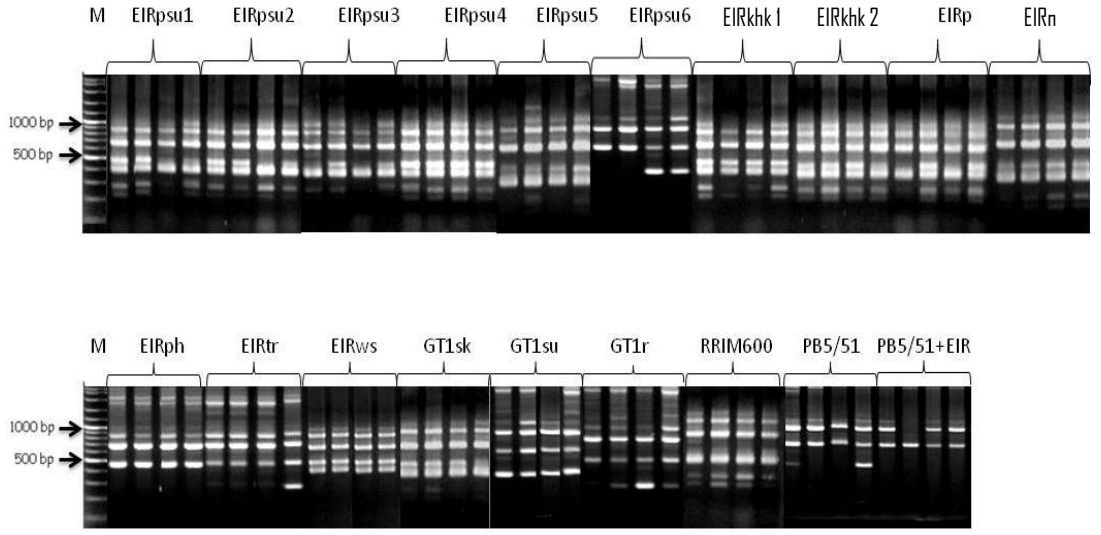
ตารางที่ 5 ชนิดของไพรเมอร์ที่คัดเลือก ลำดับเบส จำนวนแถบดีเอ็นเอทั้งหมด จำนวนแถบดีเอ็นเอที่เหมือนกัน และจำนวนแถบดีเอ็นเอที่ต่างกัน จากการใช้เทคนิคอาร์เอพีดีในการศึกษาพันธุกรรมของยางพารา

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	

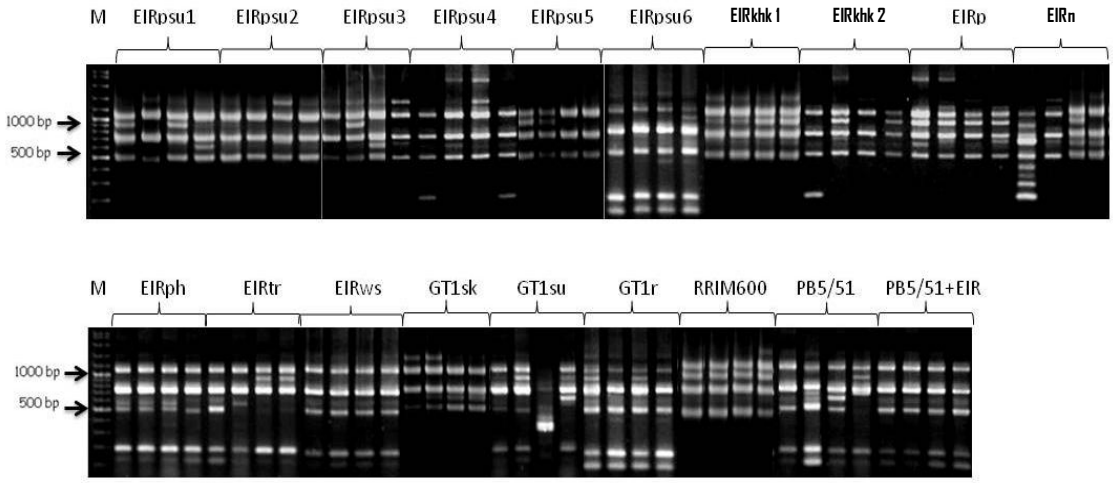
รูปแบบดีเอ็นเอที่ได้จากการทำอาร์เอพีดี - พีซีอาร์ แต่ละไพรเมอร์มีความแตกต่างกันในยางพาราพันธุ์แนะนำต่างๆ และพันธุ์ดั้งเดิม โดยไพรเมอร์ OPB-17 ให้แถบดีเอ็นเอที่เพิ่มปริมาณได้ทั้งหมด 12 แถบ เป็นแถบที่ให้ความแตกต่างจำนวน 9 แถบ (ภาพที่ 8) ไพรเมอร์ OPR-02 ให้แถบดีเอ็นเอที่เพิ่มปริมาณได้ทั้งหมด 9 แถบ เป็นแถบที่ให้ความแตกต่างจำนวน 8 แถบ (ภาพที่ 9) ไพรเมอร์ OPR-11 ให้แถบดีเอ็นเอที่เพิ่มปริมาณได้ทั้งหมด 12 แถบ เป็นแถบที่ให้ความแตกต่างจำนวน 10 แถบ (ภาพที่ 10) ไพรเมอร์ OPZ-04 ให้แถบดีเอ็นเอที่เพิ่มปริมาณได้ทั้งหมด 12 แถบ เป็นแถบที่มีความแตกต่างจำนวน 11 แถบ (ภาพที่ 11) ไพรเมอร์ OPAD-01 ให้แถบดีเอ็นเอที่เพิ่มปริมาณได้ทั้งหมด 16 แถบ แถบที่มีความแตกต่างจำนวน 6 แถบ (ภาพที่ 12) ไพรเมอร์ OPAD-10 ให้แถบดีเอ็นเอที่เพิ่มปริมาณทั้งหมด 10 แถบ มีแถบที่ให้ความแตกต่างจำนวน 7 แถบ (ภาพที่ 13) ไพรเมอร์ OPAD-12 ให้แถบดีเอ็นเอที่เพิ่มปริมาณได้ทั้งหมด 14 แถบ เป็นแถบที่มีความแตกต่างจำนวน 10 แถบ (ภาพที่ 14)



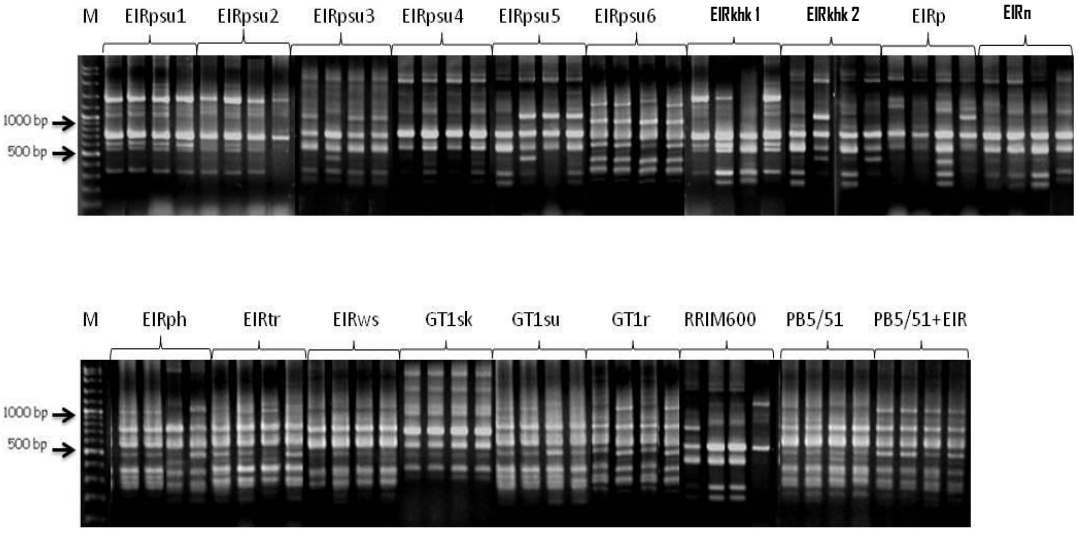
ภาพที่ 8 รูปแบบของแถบดีเอ็นเอจากเทคนิคอาร์เอพีดีของตัวอย่างยางพาราพันธุ์ดั้งเดิมและพันธุ์แนะนำจากแหล่งต่างๆ เมื่อใช้ไพรเมอร์ OPB-17 M คือ DNA Ladder ขนาด 100 คู่เบส



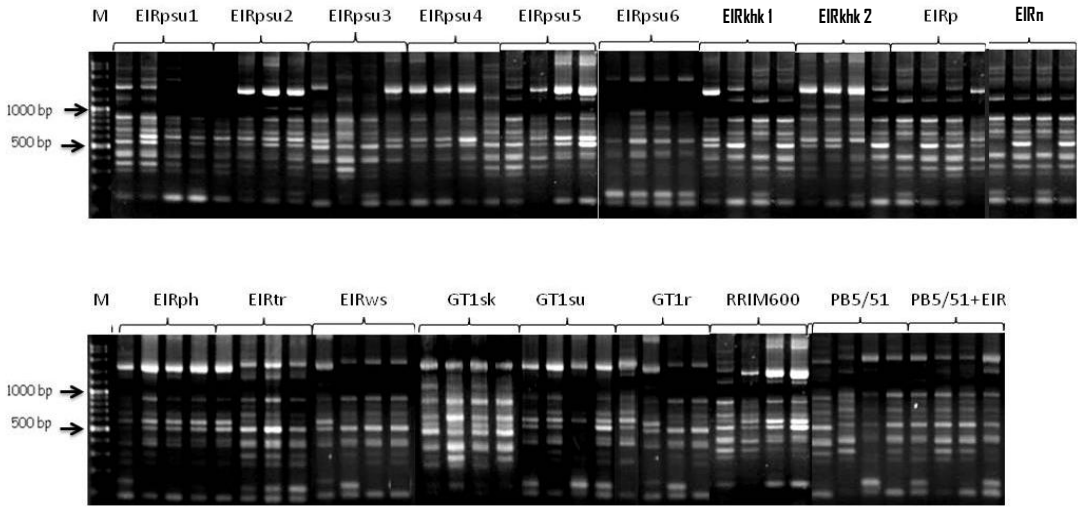
ภาพที่ 9 รูปแบบของแถบดีเอ็นเอจากเทคนิคอาร์เอพีดีของตัวอย่างยางพาราพันธุ์ดั้งเดิมและพันธุ์แนะนำจากแหล่งต่างๆ เมื่อใช้ไพรเมอร์ OPR-02 M คือ DNA Ladder ขนาด 100 คู่เบส



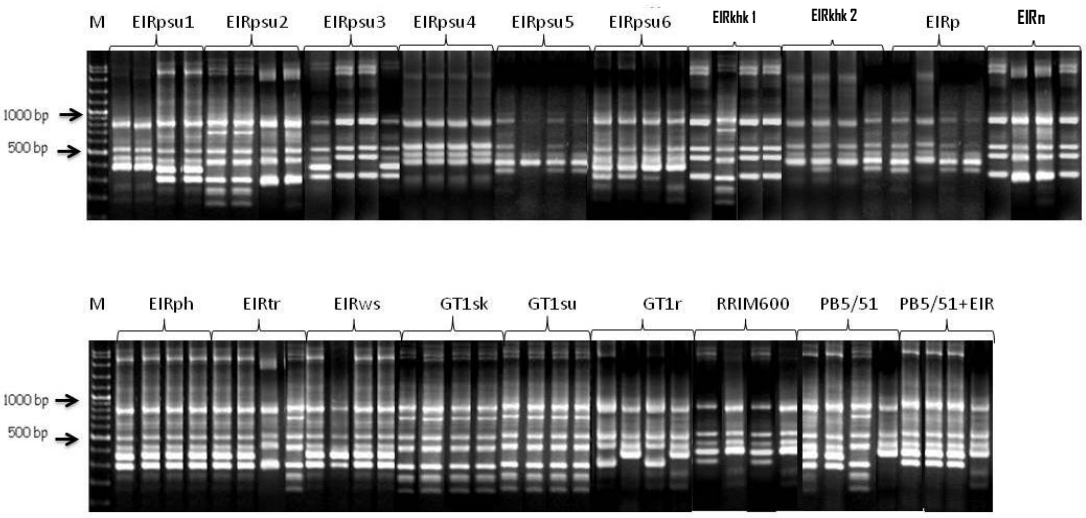
ภาพที่ 10 รูปแบบของแถบดีเอ็นเอจากเทคนิคอาร์เอพีดีของตัวอย่างยางพาราพันธุ์ดั้งเดิมและพันธุ์แนะนำจากแหล่งต่างๆ เมื่อใช้ไพรเมอร์ OPR-11 M คือ DNA Ladder ขนาด 100 คู่เบส



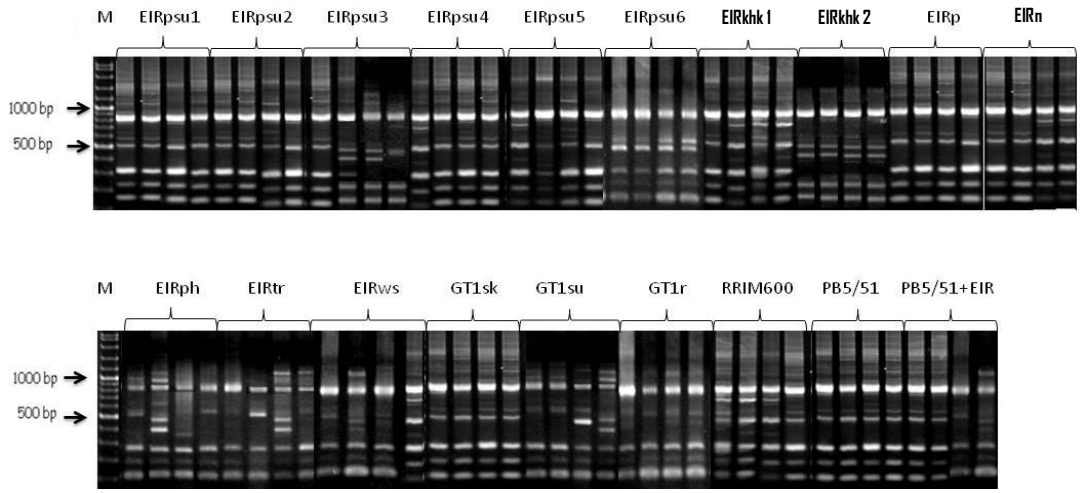
ภาพที่ 11 รูปแบบของแถบดีเอ็นเอจากเทคนิคอาร์เอพีดีของตัวอย่างยางพาราพันธุ์ดั้งเดิมและพันธุ์แนะนำจากแหล่งต่างๆ เมื่อใช้ไพรเมอร์ OPZ-04 M คือ DNA Ladder ขนาด 10 คู่เบส



ภาพที่ 12 รูปแบบของแถบดีเอ็นเอจากเทคนิคอาร์เอพีดีของตัวอย่างยางพาราพันธุ์ดั้งเดิมและพันธุ์แนะนำจากแหล่งต่างๆ เมื่อใช้ไพรเมอร์ OPAD-01 M คือ DNA Ladder ขนาด 100 คู่เบส



ภาพที่ 13 รูปแบบของแถบดีเอ็นเอจากเทคนิคอาร์เอพีดีของตัวอย่างยางพาราพันธุ์ดั้งเดิมและพันธุ์แนะนำจากแหล่งต่างๆ เมื่อใช้ไพรเมอร์ OPAD-10 M คือ DNA Ladder ขนาด 100 คู่เบส



ภาพที่ 14 รูปแบบของแถบดีเอ็นเอจากเทคนิคอาร์เอพีดีของตัวอย่างยางพาราพันธุ์ดั้งเดิมและพันธุ์แนะนำจากแหล่งต่างๆ เมื่อใช้ไพรเมอร์ OPAD-12 M คือ DNA Ladder ขนาด 100 คู่เบส

2.2 การวิเคราะห์แถบดีเอ็นเอที่ได้จากการทำอาร์เอพีดี - พีซีอาร์ ในต้นกล้ายางพาราพันธุ์ดั้งเดิมและยางพาราพันธุ์แนะนำ

ผลจากการวิเคราะห์แถบดีเอ็นเอที่ได้จากการทำอาร์เอพีดี - พีซีอาร์ กับไพรเมอร์จำนวน 7ไพรเมอร์ ในกล้ายางพาราพันธุ์ดั้งเดิมและพันธุ์แนะนำจำนวน 76 ต้น ซึ่งต้นกล้าเหล่านี้ได้มาจากต้นยางพาราจำนวน 19 โคลน (ต้น) พบว่าเกิดแถบดีเอ็นเอในช่วง 100-1,500 คู่เบส ซึ่งการเกิดแถบในแต่ละไพรเมอร์มีตำแหน่งดังนี้ (ตารางที่ 6)

ตารางที่ 6 แถบดีเอ็นเอที่ปรากฏในตัวแทนยางพาราพันธุ์ดั้งเดิมและพันธุ์แนะนำ จำนวน 19 โคลน จากการใช้เทคนิคอาร์เอพีดี

Primer	fragment size (bp)	DNA fragment																		
		EIR psu1	EIR psu2	EIR psu3	EIR psu4	EIR psu5	EIR psu6	EIR khk1	EIR khk2	EIR p	EIR n	EIR ph	EIR tr	EIR ws	GT1 sk	GT1 su	GT1 r	RRIM 600	PB 5/51	PB 5/51+EIR
OPB-17	1,300	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	1,250	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
	1,100	+	-	+	+	+	+	-	+	-	-	+	+	+	+	-	+	+	+	+
	1,000	+	+	+	+	+	+	-	-	-	+	+	+	+	+	-	+	+	+	+
	850	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
	650	+	-	-	+	-	-	+	+	-	-	+	+	-	+	+	-	+	+	-
	500	+	+	+	+	+	+	-	-	+	+	+	+	-	+	+	-	-	-	-
	350	-	-	+	+	-	+	-	-	+	+	+	-	+	+	-	+	-	+	+
	300	+	-	+	+	+	-	-	+	+	+	+	+	-	+	+	-	+	-	-
	200	-	+	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	150	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
	100	-	-	-	+	+	-	-	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-
OPR-02	1,500	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	+	-	-	-	+	+	-	+	-
	1,400	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	+		-	-	+	+	-	-	-
	1,300	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	+	+	-	-	-	-	-	-	-
	1,200	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	+	-	-	+	-	-	-	-
	850	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		-	-	-	-	-
	700	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
	400	+	+	+	+	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	-	+	+	-	-
	300	+	+	+	+	-	-	+	+	+	+	-	-	+	+	-	+	+	-	-

หมายเหตุ เครื่องหมาย + หมายถึง ปรากฏแถบดีเอ็นเอ เครื่องหมาย - หมายถึง ไม่ปรากฏแถบดีเอ็นเอ

ตารางที่ 6 แถบดีเอ็นเอที่ปรากฏในตัวแทนยางพาราพันธุ์ดั้งเดิมและพันธุ์แนะนำ จำนวน 19 โคลน จากการใช้เทคนิคอาร์เอพีดี (ต่อ)

Primer	fragment size (bp)	DNA fragment																		
		EIR psu1	EIR psu2	EIR psu3	EIR psu4	EIR psu5	EIR psu6	EIR khk1	EIR khk2	EIR p	EIR n	EIR ph	EIR tr	EIR ws	GT1 sk	GT1 su	GT1 r	RRIM 600	PB 5/51	PB 5/51+EIR
OPR-02	250	+	+	-	+	+	-	+	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-
OPR-11	1,400	-	+	-	-	-	-	-	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	1,200	-	+	+	+	-	-	+	-	-	-	-	-	-	+	+	+	-	-	-
	1,100	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	1,000	+	-	+	-	+	+	+	+	+	+	-	+	-	-	+	+	+	-	+
	900	+	-	+	-	+	+	+	+	+	+	-	+	-	-	+	+	+	-	+
	700	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
	600	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
	500	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
	400	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	+	-	-	-	-
	300	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	200	-	-	-	+	-	+	-	+	-	+	+	+	+	-	+	+	-	+	+
	100	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	+	+	+	-	-	+	-	+	+
OPZ-04	1,500	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-
	1,300	-	-	-	+	+	-	-	+	+	+	-	-	-	+	-	-	-	-	-
	1,200	+	+	-	-	-	+	+	-	-	-	-	-	-	+	-	-	+	-	-
	1,000	+	+	+	+	+	+	-	-	+	+	+	+	-	+	-	+	-	-	+
	700	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
	500	+	+	+	+	+	+	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+

หมายเหตุ เครื่องหมาย + หมายถึง ปรากฏแถบดีเอ็นเอ เครื่องหมาย - หมายถึง ไม่ปรากฏแถบดีเอ็นเอ

ตารางที่ 6 แถบดีเอ็นเอที่ปรากฏในตัวแทนยางพาราพันธุ์ดั้งเดิมและพันธุ์แนะนำ จำนวน 19 โคลน จากการใช้เทคนิคอาร์เอพีดี (ต่อ)

Primer	fragment size (bp)	DNA fragment																	
		EIR psu1	EIR psu2	EIR psu3	EIR psu4	EIR psu5	EIR psu6	EIR khk1	EIR khk2	EIR p	EIR n	EIR ph	EIR tr	EIR ws	GT1 sk	GT1 su	GT1 r	RRIM 600	PB 5/51	PB 5/51+EIR
OPZ-04	400	-	-	+	+	-	-	-	-	-	-	+	+	+	-	-	-	-	+	+
	350	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	+	+
	300	-	-	+	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	-	+	+	-	+	+
	250	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+	-	+	-	-	-	-
	200	-	-	+	+	+	-	+	+	+	+	+	+	+	-	+	-	+	-	-
OPAD-01	1,500	+	+	-	+	+	-	+	-	+	+	+	-	-	-	-	-	+	+	+
	1,300	+	-	-	-	-	+	+	-	+	+	-	-	-	-	-	-	+	+	+
	1,200	+	+	+	+	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
	1,100	+	-	-	-	+	-	+	+	+	+	-	+	-	+	-	-	+	-	-
	1,000	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
	900	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
	800	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
	700	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
	600	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
	550	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
	500	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
	350	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
	300	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
	200	+	-	-	-	+	-	+	+	+	+	-	+	-	+	-	-	+	-	-

หมายเหตุ เครื่องหมาย + หมายถึง ปรากฏแถบดีเอ็นเอ เครื่องหมาย - หมายถึง ไม่ปรากฏแถบดีเอ็นเอ

ตารางที่ 6 แถบดีเอ็นเอที่ปรากฏในตัวแทนยางพาราพันธุ์ดั้งเดิมและพันธุ์แนะนำ จำนวน 19 โคลน จากการใช้เทคนิคอาร์เอพีดี (ต่อ)

Primer	fragment size (bp)	DNA fragment																	
		EIR psu1	EIR psu2	EIR psu3	EIR psu4	EIR psu5	EIR psu6	EIR khk1	EIR khk2	EIR p	EIR n	EIR ph	EIR tr	EIR ws	GT1 sk	GT1 su	GT1 r	RRIM 600	PB 5/51	PB 5/51+EIR
OPAD-01	100	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	+	+	-	+	+
OPAD-10	1,500	+	+	+	-	-	-	+	-	-	+	+	+	+	+	+	-	+	+	+
	1,400	+	+	+	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
	800	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
	700	-	+	-	-	-	-	+	-	-	-	-	+	-	+	+	-	-	-	-
	500	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
	400	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
	350	+	+	+	-	+	+	-	+	+	-	+	+	+	-	-	+	+	+	+
	300	+	+	+	+	-	+	+	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
	250	+	+	-	-	-	+	+	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+
	200	-	+	-	-	-	+	+	-	-	-	+	+	-	+	+	+	+	+	+
OPAD-12	1,200	+	+	+	+	+	+	+	-	+	+	-	+	-	+	-	-	+	+	+
	1,100	+	+	-	+	+	-	-	-	+	+	+	+	+	-	+	-	+	+	+
	1,000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	-	+	-	-	-	+
	900	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	+	-	-	-	-
	800	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
	700	-	-	-	-	+	-	+	-	-	+	-	-	+	-	-	-	+	-	-
	650	+	+	+	+	+	-	+	-	+	+	+	-	+	-	-	-	-	-	-
	600	+	+	-	+	-	+	+	-	+	+	+	-	-	+	+	-	+	+	+

หมายเหตุ เครื่องหมาย + หมายถึง ปรากฏแถบดีเอ็นเอ เครื่องหมาย - หมายถึง ไม่ปรากฏแถบดีเอ็นเอ

ตารางที่ 6 แถบดีเอ็นเอที่ปรากฏในตัวแทนยางพาราพันธุ์ดั้งเดิมและพันธุ์แนะนำ จำนวน 19 โคลน จากการใช้เทคนิคอาร์เอพีดี (ต่อ)

Primer	fragment size (bp)	DNA fragment																		
		EIR psu1	EIR psu2	EIR psu3	EIR psu4	EIR psu5	EIR psu6	EIR khk1	EIR khk2	EIR p	EIR n	EIR ph	EIR tr	EIR ws	GT1 sk	GT1 su	GT1 r	RRIM 600	PB 5/51	PB 5/51+EIR
OPAD-12	500	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
	400	-	-	+	-	-	-	-	+	-	-	+	+	+	-	+	-	-	-	-
	300	+	+	+	+	+	+	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
	250	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	200	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
	100	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+

หมายเหตุ เครื่องหมาย + หมายถึง ปรากฏแถบดีเอ็นเอ เครื่องหมาย - หมายถึง ไม่ปรากฏแถบดีเอ็นเอ

ไพรเมอร์ OPB-17 ให้แถบดีเอ็นเอขนาด 100 คู่เบส เฉพาะต้นกล้าจาก EIRpsu4 EIRpsu5 EIRkhk2 EIRp และ EIRn แถบดีเอ็นเอขนาด 200 คู่เบส พบได้เฉพาะในต้นกล้า EIRpsu2 และ EIRkhk1 แถบดีเอ็นเอขนาด 300 คู่เบส พบในต้นกล้าทุกต้น ยกเว้นต้นกล้าจาก EIRpsu2 EIRpsu6 EIRkhk1 EIRws GT1r PB5/51 และ PB5/51+EIR แถบดีเอ็นเอขนาด 350 คู่เบส พบในต้นกล้า EIRpsu3 EIRpsu4 EIRpsu6 EIRp EIRn EIRph EIRws GT1sk GT1r PB5/51 และ PB5/51+EIR แถบดีเอ็นเอขนาด 500 คู่เบส พบในต้นกล้าทุกต้น ยกเว้นต้นกล้าจาก EIRkhk1 EIRkhk2 EIRws GT1r RRIM 600 PB5/51 และ PB5/51+EIR แถบดีเอ็นเอขนาด 650 คู่เบส ปรากฏเฉพาะในต้นกล้าของ EIRpsu1 EIRpsu4 EIRkhk1 EIRkhk2 EIRph EIRtr GT1sk GT1su RRIM600 และ PB5/51 แถบดีเอ็นเอขนาด 1,000 คู่เบส พบในต้นกล้าทุกพันธุ์ ยกเว้นต้นกล้าของ EIRkhk1 EIRkhk2 EIRp และ GT1su แถบดีเอ็นเอขนาด 1,100 คู่เบส ปรากฏเฉพาะในต้นกล้าทุกโคลน ยกเว้น EIRpsu2 EIR EIRkhk 1 EIRp EIRn และ GT1su แถบดีเอ็นเอขนาด 1,300 คู่เบส ปรากฏเฉพาะในต้นกล้าจาก EIRpsu6 เท่านั้น ส่วนแถบดีเอ็นเอขนาด 150, 850 และ 1,250 คู่เบสพบในต้นกล้าทุกแหล่ง

ไพรเมอร์ OPR-02ให้แถบดีเอ็นเอขนาด 250 คู่เบส ในต้นกล้าจาก EIRpsu1 EIRpsu2 EIRpsu4 EIRpsu5 EIRkhk1 EIRkhk2 EIRp และ EIRn แถบดีเอ็นเอขนาด 300 คู่เบส พบในต้นกล้าทุกโคลนแต่ไม่ปรากฏในต้นกล้าของ EIRpsu5 EIRpsu6 EIRph EIRtr GT1su PB5/51 และ PB5/51+EIR ในขณะที่แถบดีเอ็นเอขนาด 400 คู่เบส พบในต้นกล้าทุกพันธุ์ ยกเว้นEIRpsu6 GT1su PB5/51และ PB5/51+EIR แถบดีเอ็นเอขนาด 850 คู่เบส พบในต้นกล้าทุกพันธุ์ ยกเว้น EIRn GT1r PB5/51 และ PB5/51+EIR แถบดีเอ็นเอขนาด 1,200 คู่เบส พบเฉพาะในต้นกล้าจาก EIRpsu5 EIRtr และ GT1su แถบดีเอ็นเอขนาด 1,300 คู่เบส ที่ไม่ปรากฏในโคลนอื่น แต่ปรากฏในโคลน EIRpsu6 EIRph และ EIRtr เช่นเดียวกับแถบดีเอ็นเอขนาด 1,400 คู่เบส ที่ไม่ปรากฏในต้นกล้าพันธุ์อื่น แต่ปรากฏในต้นกล้าจาก EIRpsu6 EIRph GT1su และ GT1r แถบดีเอ็นเอขนาด 1,500 คู่เบส พบเฉพาะในต้นกล้าของ EIRpsu6 EIRph GT1su GT1r และ PB5/51 ส่วนแถบดีเอ็นเอขนาด 700 คู่เบสพบในต้นกล้าทุกแหล่ง

ไพรเมอร์ OPR-11 ให้แถบดีเอ็นเอขนาด 100 คู่เบส เฉพาะในต้นกล้าจาก EIRpsu6 EIRph EIRtr EIRws GT1r PB5/51 และ PB5/51+EIR แถบดีเอ็นเอขนาด 200 คู่เบส พบเฉพาะใน

ต้นกล้าของ EIRpsu4 EIRpsu6 EIRkhk2 EIRn EIRph EIRtr EIRws GT1su GT1r PB5/51 และ PB5/51+EIR แถบดีเอ็นเอขนาด 300 คู่เบส ปรากฏเฉพาะในต้นกล้าโคลน EIRn เท่านั้น แถบดีเอ็นเอขนาด 400 คู่เบส ปรากฏเฉพาะในต้นกล้าจากแหล่ง EIRn และ GT1su เท่านั้น แถบดีเอ็นเอขนาด 600 คู่เบส ปรากฏเฉพาะในต้นกล้าของ EIRpsu1 EIRpsu3 EIRpsu4 EIRp EIRn EIRph EIRtr EIRws GT1sk GT1su และ PB5/51 แถบดีเอ็นเอขนาด 900 และ 1,000 คู่เบส ปรากฏในต้นกล้าทุกแหล่งยกเว้น EIRpsu2 EIRpsu4 EIRph EIRws GT1sk และ PB5/51+EIR แถบดีเอ็นเอขนาด 1,100 คู่เบส ปรากฏเฉพาะในต้นกล้าของ EIRn เท่านั้น แถบดีเอ็นเอขนาด 1,200 คู่เบส ปรากฏเฉพาะในต้นกล้าจาก EIRpsu2 EIRpsu3 EIRpsu4 EIRkhk1 GT1sk GT1su และ GT1r แถบดีเอ็นเอขนาด 1,400 คู่เบส ปรากฏเฉพาะในต้นกล้าของ EIRpsu2 EIRkhk2 และ EIRp ส่วนแถบดีเอ็นเอขนาด 500 และ 700 คู่เบส ปรากฏในต้นกล้าจากทุกแหล่ง

ไพรเมอร์ OPZ-04 ให้แถบดีเอ็นเอขนาด 200 คู่เบส ในต้นกล้าจากทุกแหล่งยกเว้น EIRpsu1 EIRpsu2 EIRpsu6 GT1sk GT1r PB5/51 และ PB5/51+EIR แถบดีเอ็นเอขนาด 250 คู่เบส ในต้นกล้าของ EIRkhk1 EIRkhk2 EIRp EIRn EIRph EIRtr EIRws GT1su GT1r RRIM600 PB5/51 และ PB5/51+EIR แถบดีเอ็นเอขนาด 300 พบเฉพาะต้นกล้าของ EIRpsu3 EIRp EIRn EIRph EIRtr EIRws GT1su GT1r PB5/51 และ PB5/51+EIR แถบดีเอ็นเอขนาด 350 พบในต้นกล้าทุกโคลนยกเว้น RRIM600 แถบดีเอ็นเอขนาด 400 คู่เบส ปรากฏในต้นกล้าจาก EIRpsu3 EIRpsu4 EIRph EIRtr EIRws PB5/51 และ PB5/51+EIR แถบดีเอ็นเอขนาด 500 พบในต้นกล้าทุกพันธุ์ ยกเว้น EIRkhk2 แถบดีเอ็นเอขนาด 600 พบเฉพาะในต้นกล้าจาก EIRpsu1 และ EIRkhk1 แถบดีเอ็นเอขนาด 1,000 คู่เบส ปรากฏในต้นกล้าทุกพันธุ์ ยกเว้นEIRkhk1 EIRkhk2 EIRws GT1su RRIM600 และ PB5/51 แถบดีเอ็นเอขนาด 1,200 คู่เบส ปรากฏในต้นกล้าจาก EIRpsu1 EIRpsu2 EIRpsu6 EIRkhk1 GT1sk และ RRIM600 แถบดีเอ็นเอขนาด 1,300 คู่เบส ปรากฏในต้นกล้าของ EIRpsu4 EIRpsu5 EIRkhk2 EIRp EIRn และ GT1sk แถบดีเอ็นเอขนาด 1,500 คู่เบส พบเฉพาะในต้นกล้าของ GT1sk เท่านั้น ส่วนแถบดีเอ็นเอขนาด 700 คู่เบส ปรากฏในต้นกล้าจากทุกแหล่ง

ไพรเมอร์ OPAD-01 ให้แถบดีเอ็นเอขนาด 100 คู่เบส พบในต้นกล้าทุกพันธุ์ยกเว้น GT1sk และ RRIM600, แถบดีเอ็นเอขนาด 200 คู่เบส พบในต้นทุกพันธุ์ยกเว้น EIRpsu4 แถบดีเอ็นเอขนาด 1,100 คู่เบส พบในต้นกล้าจาก EIRpsu1 EIRpsu5 EIRkhk1 EIRkhk2 EIRp EIRn EIRtr GT1sk และ RRIM600 แถบดีเอ็นเอขนาด 1,200 คู่เบส พบในต้นกล้าทุกแหล่ง ยกเว้น EIRpsu6 แถบดีเอ็นเอขนาด 1,300 คู่เบส พบในต้นกล้าของ EIRpsu1 EIRpsu6 EIRkhk1 EIRp EIRn RRIM600 PB5/51 และ PB5/51+EIR แถบดีเอ็นเอขนาด 1,500 คู่เบส พบในต้นกล้าทุกพันธุ์ ยกเว้น EIRpsu3 EIRpsu6 EIRkhk2 EIRtr EIRws และ GT1จากทุกแหล่ง ส่วนแถบดีเอ็นเอขนาด 300, 350, 400, 500, 550, 600, 700, 800, 900 และ 1,000 คู่เบส พบในต้นกล้าทุกพันธุ์

ไพรเมอร์ OPAD-10 ให้แถบดีเอ็นเอขนาด 200 คู่เบส พบในต้นกล้าจาก EIRpsu2 EIRpsu6 EIRkhk1 EIRtr EIRph GT1จากทุกแหล่ง RRIM600 PB5/51 และ PB5/51+EIR แถบดีเอ็น-เอขนาด 250 คู่เบส พบในต้นกล้าทุกพันธุ์ยกเว้น EIRpsu3 EIRpsu4 EIRpsu5 EIRkhk2 EIRn และ EIRp แถบดีเอ็นเอขนาด 300 คู่เบส พบในต้นกล้าจากทุกแหล่ง ยกเว้น EIRpsu5 EIRkhk 2 และ EIRp แถบดีเอ็นเอขนาด 350 คู่เบส พบในต้นกล้าทุกพันธุ์ยกเว้น EIRpsu4 EIRkhk1 EIRn GT1sk และ GT1su แถบดีเอ็นเอขนาด 700 คู่เบส พบในต้นกล้าของ EIRpsu2 EIRkhk1 EIRtr GT1sk GT1su และ PB5/51 แถบดีเอ็นเอขนาด 1,400 คู่เบส พบในต้นกล้าทุกพันธุ์ ยกเว้น EIRpsu5 แถบดีเอ็นเอขนาด 1,500 คู่เบส พบในต้นกล้าจากทุกแหล่ง ยกเว้น EIRpsu4 EIRpsu5 EIRpsu6 EIRkhk2 EIRp และ GT1r ส่วนแถบดีเอ็นเอขนาด 400, 500 และ 800 คู่เบส พบในต้นกล้าจากทุกแหล่ง

ไพรเมอร์ OPAD-12 ให้แถบดีเอ็นเอขนาด 250 คู่เบส พบเฉพาะต้นกล้าจาก EIRkhk2 แต่แถบดีเอ็นเอขนาด 300 คู่เบส พบในทุกพันธุ์ ยกเว้น EIRkhk2 แถบดีเอ็นเอขนาด 400 คู่เบสพบได้ในต้นกล้าจาก EIRpsu3 EIRkhk2 EIRph EIRtr EIRws และ GT1su แถบดีเอ็นเอขนาด 600 คู่เบส พบได้ในต้นกล้าของ EIRpsu1 EIRpsu2 EIRpsu4 EIRpsu6 EIRkhk1 EIRp EIRn EIRph GT1sk GT1su RRIM600 PB5/51 และ PB5/51+EIR แถบดีเอ็นเอขนาด 650 คู่เบส พบในต้นกล้าของ EIRpsu1 EIRpsu2 EIRpsu3 EIRpsu4 EIRpsu5 EIRkhk1 EIRp EIRn EIRph และ EIRws แถบดีเอ็นเอขนาด 700 คู่เบส พบได้ในต้นกล้าของ EIRpsu5 EIRkhk1 EIRn EIRws และ RRIM600 แถบดีเอ็นเอ

ขนาด 900 คู่เบส พบได้ในต้นกล้าพันธุ์ EIRph และ GT1su เท่านั้น แถบดีเอ็นเอขนาด 1,000 คู่เบส พบได้ในต้นกล้าจาก EIRph EIRtr EIRws GT1su และ PB5/51+EIR แถบดีเอ็นเอขนาด 1,100 คู่เบส พบได้ในต้นกล้าจากทุกแหล่ง ยกเว้น EIRpsu3 EIRpsu6, EIRkhk1 EIRkhk2 GT1sk และ GT1r แถบดีเอ็นเอขนาด 1,200 คู่เบส พบได้ในต้นกล้าทุกพันธุ์ ยกเว้น EIRkhk2 EIRph EIRws GT1su และ GT1r ส่วนแถบดีเอ็นเอขนาด 100, 200, 500 และ 800 คู่เบส พบในต้นกล้าจากทุกแหล่ง

2.3 การวิเคราะห์ความสัมพันธ์และความใกล้ชิดทางพันธุกรรมจากการใช้เทคนิคอาร์เอพีดี

จากการศึกษาความใกล้ชิดทางพันธุกรรมของยางพาราพันธุ์ดั้งเดิมและยางพาราพันธุ์แนะนำ ซึ่งยางพาราพันธุ์แนะนำ ได้แก่ RRIM600 GT1sk GT1su GT1r PB5/51 และPB5/51+EIR ส่วนยางพาราพันธุ์ดั้งเดิม ได้แก่ EIRpsu1 EIRpsu2 EIRpsu3 EIRpsu4 EIRpsu5 EIRpsu6 EIRkhk1 EIRkhk2 EIRp EIRn EIRph EIRtr และ EIRws โดยใช้แถบดีเอ็นเอที่ได้จากการวิเคราะห์ด้วยเทคนิคอาร์เอพีดี ทั้งหมด 85 แถบ นำไปวิเคราะห์หาความสัมพันธ์และความใกล้ชิดทางพันธุกรรม ด้วยการวิเคราะห์ UPGMA cluster analysis หาค่า Similarity coefficient ของ Jaccard โดยโปรแกรม NTSYS ผลจากการวิเคราะห์หาดัชนีความใกล้ชิดทางพันธุกรรม ของยางพาราพันธุ์แนะนำ และยางพาราพันธุ์ดั้งเดิมจากแหล่งต่างๆ ของจังหวัดสงขลา สุราษฎร์ธานี ตรัง และระนอง สามารถจัดกลุ่มตามความสัมพันธ์และความใกล้ชิดทางพันธุกรรมได้เป็นกลุ่ม 4 กลุ่ม (ภาพที่ 15) ดังนี้

กลุ่มที่ 1 กลุ่มต้นกล้ายางพารา RRIM 600 กลุ่มยางพาราพันธุ์ดั้งเดิมภายในมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา EIRpsu1 จำนวน 2 ตัวอย่าง จากทั้งหมด 4 ตัวอย่าง ต้นกล้าทั้งหมดจากต้น EIRpsu3 EIRpsu5 และกลุ่มยางพาราพันธุ์ดั้งเดิมจากสวนสาธารณะเทศบาลนครหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา (EIRp) และกลุ่มยางพาราพันธุ์ดั้งเดิมจากสวนเกษตรกร บ้านไร่ แปลงที่ 2 ต.ทุ่งลาน อ.คลองหอยโข่ง จ.สงขลา (EIRkhk 2)

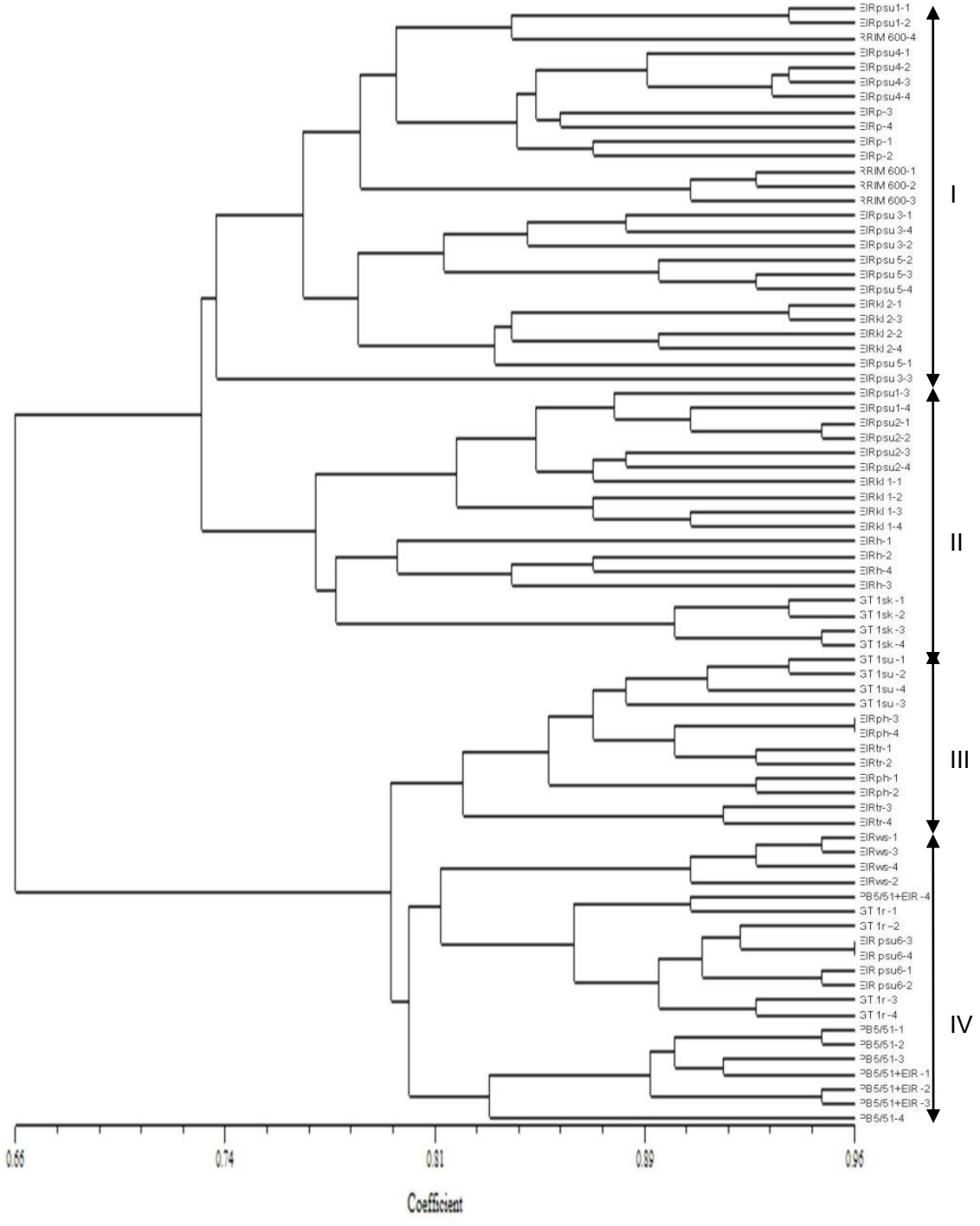
กลุ่มที่ 2 กลุ่มต้นกล้ายางพาราพันธุ์ดั้งเดิมภายในมหาวิทยาลัยสงลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา EIRpsu1 จำนวน 2 ตัวอย่าง จากทั้งหมด 4 ตัวอย่าง ต้นกล้ายางพารา

ทั้งหมดจากต้น EIRpsu 2 และกลุ่มยางพาราพันธุ์ดั้งเดิมจากสวนเกษตรกร บ้านพร้าว ม.3 ต.ทุ่งลาน อ.คลองหอยโข่ง จ.สงขลา (EIRkhk1) กลุ่มยางพาราพันธุ์ดั้งเดิมจากวัดภูเขาล้อม ต.นาหม่อม อ.นาหม่อม จ.สงขลา (EIRn) และกลุ่มยางพาราพันธุ์ GT1 บริเวณหน้าบริษัท Top Glove Technology (Thailand) Co., Ltd. อำเภอสะเดา จังหวัดสงขลา (GT1sk)

กลุ่มที่ 3 กลุ่มต้นกล้ายางพาราพันธุ์ GT1 จากตำบล จ.ป.ร. อ.กระบุรี จ.สุราษฎร์ธานี (GT1su) กลุ่มยางพาราพันธุ์ดั้งเดิมจาก ต.กันตัง อ.กันตัง จ.ตรัง (EIRph) และกลุ่มยางพาราพันธุ์ดั้งเดิมจากสวนเกษตร ต.บางรัก อ.เมือง จ.ตรัง (EIRtr)

กลุ่มที่ 4 กลุ่มต้นกล้ายางพาราพันธุ์ GT1 จากสวน ตำบลละอุ่นใต้ อำเภอละอุ่น จังหวัดระนอง (GT1r) กลุ่มยางพาราพันธุ์ PB 5/51 จาก ต.บางดี อ.ห้วยยอด จ.ตรัง (PB5/51) กลุ่มยางพาราพันธุ์ PB 5/51ปลูกร่วมกับยางพาราพันธุ์ดั้งเดิม จาก อ.ห้วยยอด จ.ตรัง ปลูกร่วมกับพันธุ์ PB5/51 (PB5/51+EIR) กลุ่มยางพาราพันธุ์ดั้งเดิมจากโรงเรียนวังวิเศษ อ.วังวิเศษ จ.ตรัง (EIRws) และกลุ่มยางพาราพันธุ์ดั้งเดิมภายในมหาวิทยาลัยสงลานครินทร์ บริเวณคณะทรัพยากรธรรมชาติ (EIRpsu6)

ผลการวิเคราะห์ค่าดัชนีความใกล้ชิดทางพันธุกรรมของตัวแทนยางพาราพันธุ์แนะนำและพันธุ์ดั้งเดิม จำนวน 19 โคลน มีค่าอยู่ในช่วง 0.4941 - 0.9647 โดยมีค่าเฉลี่ย เท่ากับ 0.7226 (ตารางภาคผนวกที่ 4) แสดงว่าต้นกล้ายางพาราที่นำมาศึกษาครั้งนี้ยังมีฐานพันธุกรรมที่ค่อนข้างกว้าง และจากการวิเคราะห์ค่าดัชนีความใกล้ชิดทางพันธุกรรมของต้นกล้าที่ได้จากการเพาะเมล็ดของยางพาราพันธุ์ดั้งเดิมแต่ละต้น มีค่าเฉลี่ยความใกล้ชิด ตั้งแต่ 0.8255-0.9353 (ตารางที่ 7)



ภาพที่ 15 เดนโดรแกรมแสดงความสัมพันธ์ของต้นกล้ายางพาราจากต้นดั้งเดิมและพันธุ์แนะนำ จำนวน 19 โคลน จากการใช้เทคนิคอาร์เอพีดี ด้วยไพรเมอร์จำนวน 7 ไพรเมอร์

ตารางที่ 7 ค่าดัชนีความใกล้ชิดทางพันธุกรรมของต้นกล้ายางพาราจากต้นแม่ จำนวน 19 โคลน จาก จ.สงขลา 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
RRIM600	0.7765-0.8824	0.8294
PB5/51	0.8824-0.9529	0.8908
PB5/51+EIR	0.8000-0.9412	0.8549

บทที่ 4

วิจารณ์

ในการปลูกสร้างสวนยางพารา สิ่งสำคัญที่สุดคือวัสดุปลูก ซึ่งในปัจจุบันวัสดุปลูกยางพาราสำคัญหลักคือต้นตอตา และยางชำถุง ซึ่งทั้งสองอย่างนี้ต้องใช้ต้นตอที่ดีและมีคุณภาพ ลักษณะต้นตอที่ดีควรมีคุณสมบัติคือ มีระบบรากแข็งแรง เจริญเติบได้ดีในสภาพดิน ที่มีปัญหาต่างๆ เช่นดินเค็ม ดินกรด ทนต่อสภาพน้ำท่วมขัง เป็นต้น (Reynolds and Wardle, 1995) ผลของต้นตอต่อความแข็งแรงและผลผลิตของพืชขึ้นอยู่กับความจำเพาะเจาะจงระหว่างต้นตอและกิ่งพันธุ์ดี ตัวอย่างเช่นการศึกษาในองุ่น (Prakash and Reddy, 1990; Wolf and Pool, 1988; Parejo *et al.* ,1995) ในยาง พาราก็เช่นเดียวกัน มีรายงานว่า ยางพาราพันธุ์ 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 มีรายงานเบื้องต้นว่าต้นตอจากการเพาะเมล็ดพันธุ์ดั้งเดิมมีการเจริญเติบโตของระบบรากที่ดีกว่าต้นกล้าจากเมล็ดพันธุ์ RRIM 600 (กมลรัตน์, 2549) ดังนั้นการคัดเลือกต้นตอในเบื้องต้น จึงน่าจะต้องเริ่มจากการศึกษาการเจริญเติบโตของระบบรากก่อน

การศึกษาการเจริญและพัฒนาของระบบรากต้นกล้ายางพาราจากต้นยางดั้งเดิมที่ปลูกในยุคแรกๆ ซึ่งส่วนใหญ่ได้มาจากการเพาะเมล็ด โดยเทคนิคไรโซตรอน และศึกษาพันธุกรรมของต้นกล้าดังกล่าวโดยใช้เครื่องหมายโมเลกุลอาร์เอพีดี เพื่อใช้เป็นข้อมูลในการคัดเลือกต้นตอที่เหมาะสมของยางพารา

1. การศึกษาการเจริญเติบโตของระบบรากและพัฒนาการต้นกล้ายางพารา

1.1 การเจริญเติบโตของระบบรากต้นกล้ายางพารา

จากการศึกษาการเจริญและพัฒนาการของต้นกล้ายางพาราที่ได้จากการเพาะเมล็ดของต้นพันธุ์ดั้งเดิมจำนวน 19 แหล่ง (รวมพันธุ์ RRIM 600, GT1 3 ต้น และ PB5/51) พบว่าส่วนใหญ่การเจริญเติบโตและความหนาแน่นของระบบรากยางพาราทั้งพันธุ์ดั้งเดิมและพันธุ์แนะนำเจริญได้ดีที่สุดที่ระดับความลึก 20-40 เซนติเมตรจากผิวดิน ยกเว้นต้นกล้าจากพันธุ์ GT1 จ.ระนอง และ PB5/51 ที่มีความหนาแน่นของรากใกล้เคียงกัน ที่ระดับความลึก 20-40 เซนติเมตร และ 40-60 เซนติเมตร ต้นกล้าบางชุดมีการกระจายของรากหนาแน่นบริเวณระดับความลึก 20-60 เซนติเมตร

เช่น EIRp, EIRph, EIRtr, EIRws โดยเฉพาะชุด EIRph ที่พบการเจริญเติบโตของราก และความหนาแน่นสม่ำเสมอตั้งแต่ระดับความลึก 20-80 เซนติเมตร ส่วนพันธุ์ RRIM600 พบความหนาแน่นของรากที่ระดับความลึก 20-60 เซนติเมตรเช่นกัน ส่วนที่ระดับความลึก 80-100 เซนติเมตร พบรากจำนวนน้อย ยกเว้น EIRph ที่ยังพบปริมาณรากที่ระดับความลึกค่อนข้างมาก Samarapuli และคณะ (1996) ทดสอบในประเทศศรีลังกา พบว่าธาตุอาหารของยางพาราประมาณ 75 เปอร์เซ็นต์อยู่ที่บริเวณใกล้ผิวดินที่ระดับความลึก 0-10 เซนติเมตร ที่ระดับความลึก 50-90 เซนติเมตร มีเพียง 2 เปอร์เซ็นต์เท่านั้น และมีรายงานว่าธาตุฟอสฟอรัสมีอิทธิพลต่อความหนาแน่นของระบบรากยางพารา (Varghse *et al*., 1996) ในขณะที่ George และคณะ (2009) ทดสอบกับต้นยางพาราอายุ 18 ปี และรายงานว่าส่วนของรากประมาณ 6 เปอร์เซ็นต์ ของรากทั้งหมดเท่านั้น ที่พบที่ระดับความลึกจากผิวดิน 90 เซนติเมตร ปกติยางพาราเป็นพืชที่มีระบบรากหาอาหารอยู่ในระดับผิวดินตื้น มีรายงานว่าปริมาณรากและความหนาแน่นของรากหาอาหารของยางพาราอายุ 4-5 ปี พบรากมากที่ระดับความลึก 0-15 เซนติเมตร (Soong, 1976; ลิขิตและคณะ, 2535) ส่วนในต้นยางพาราที่เปิดกรีดแล้ว จากการศึกษาของ George และคณะ (2009) ในยางอายุ 18 ปี รากหาอาหารประมาณ 55 เปอร์เซ็นต์ พบที่บริเวณ 10 เซนติเมตรจากผิวดิน

อย่างไรก็ตามการพัฒนาของรากยังขึ้นอยู่กับหลายปัจจัย เช่น พันธุ์ ธาตุอาหาร ลักษณะของดิน รวมไปถึงพันธุกรรมของพืชนั้นๆ (Hambling, 1985) สายัณห์ และนเรศ (2551) ทำการประเมินการเจริญเติบโตของรากยางพาราพันธุ์ RRIM 600 อายุ 12 ปี โดยใช้เทคนิคมินิไรโซตรอน และรายงานว่าความหนาแน่นของรากยางพาราบริเวณผิวดินที่ 0-10 เซนติเมตรสามารถลดลงได้ เมื่อบริเวณผิวดินมีความชื้นต่ำ ซึ่งช่วงที่ดินมีความชื้นสูง ยางพาราสามารถดูดน้ำและแร่ธาตุจากบริเวณผิวดินมาใช้ได้ง่าย แต่เมื่อดินมีความชื้นต่ำ ยางพาราก็จะดึงน้ำจากดินส่วนที่อยู่ลึกลงไป แสดงให้เห็นการปรับตัวของระบบรากยาง โดยการเจริญเติบโตของรากกลับเพิ่มขึ้นในบริเวณที่ต่ำกว่าผิวดินปกติ (Roa *et al*., 1998; Davarkumar *et al*., 1998) สำหรับการศึกษาครั้งนี้ พบว่าส่วนใหญ่รากของกล้ายางพาราที่ทำการทดสอบ จะเจริญได้ดีและหนาแน่นบริเวณระดับความลึกดินต่ำกว่า 20 เซนติเมตร ทั้งนี้อาจเป็นเพราะอิทธิพลของความชื้นเช่นกัน เพราะไร โซบอค ที่ใช้ปลูกยางพารามีระบบการให้น้ำโดยระบบน้ำหยด หัวน้ำหยดปักอยู่ที่ระดับประมาณความลึกประมาณ 5 เซนติเมตรจากผิวดิน และเมื่อน้ำหยดลงไป จะพบว่าบริเวณที่มีความชื้นสูง ซึ่งสังเกตได้โดยสายตาจะอยู่ที่ระดับประมาณ10-20 เซนติเมตร ซึ่งแตกต่างจากในสภาพธรรมชาติ ที่เมื่อมีการรดน้ำ หรือฝนตกบริเวณผิวดิน หรือลึกลงไปใต้ดินเล็กน้อย จะมีความชื้นสูง

นอกจากนี้แล้ว การที่ผลการทดลองแสดงให้เห็นว่าความหนาแน่นรากของยางพาราที่ศึกษาพบมากในระดับความลึกมากกว่าปกติ อาจเนื่องจากในการทดลองเป็นการศึกษาการ

เจริญของรากจากต้นกล้าอายุประมาณ 6 เดือน ซึ่งเป็นต้นกล้าที่ได้จากการเพาะเมล็ดจึงมีระบบราก แก้วสมบูรณ์ ต่างจากต้นที่ปลูกในแปลงที่มีผู้ศึกษาก่อนหน้านี้ ที่เกือบทั้งหมดเป็นต้นตอตา หรือยางชำถุง ที่มีการตัดรากแก้วหลังจากการติดตา ปกติหากมีการตัดรากแก้ว จะเกิดรากแขนงบริเวณรอยตัด หรือใกล้รอยตัด จึงทำให้รากส่วนใหญ่ที่แตกใหม่อยู่ใกล้บริเวณผิวดินมากกว่า (Thaler and Pages, 1997) เมื่อเปรียบเทียบในกลุ่มต้นกล้าจากชุดพันธุ์ดั้งเดิมด้วยกัน พบว่าต้นกล้าที่มีระบบรากลึกและพัฒนาการดี ได้แก่ EIRph, PB5/51+EIR, EIRtr, EIR ws และ EIRkl 1 ส่วนต้นกล้าจากกลุ่มพันธุ์แนะนำที่มีระบบรากลึกและพัฒนาการดี ได้แก่ PB 5/51 และ GT1 ที่เก็บจากจังหวัดสุราษฎร์ธานี (GTsu) สอดคล้องกับ Ahamad (1999) ที่รายงานว่าพันธุ์ GT1 และ RRIM 623 เป็นต้นตอที่ดีและทนทานต่อความแห้งแล้งได้ดีเพราะมีระบบรากลึกกว่า RRIM 600

จากการศึกษาการเจริญเติบโตของรากยางพาราโดยใช้เทคนิคไรโซตรอนพบว่า วิธีดังกล่าวสามารถช่วยการประเมินการเจริญเติบโตของรากในแต่ละระดับความลึกดิน ประหยัดแรงงานกว่าศึกษาการเจริญเติบโตของรากด้วยวิธีอื่นๆ และสามารถศึกษาการเจริญเติบโตได้อย่างต่อเนื่อง ผลจากการศึกษาครั้งนี้สอดคล้องกับงานวิจัยของ Kirham และคณะ (1998) ซึ่งได้ใช้เทคนิคนี้ในการศึกษาระบบรากของข้าวโพดและถั่วเหลือง และงานทดลองของ Iwasa และ Roughgarden (1984) ที่ศึกษาการนำเทคนิคมินิไรโซตรอนไปใช้ศึกษาระบบรากพืชในพื้นที่ชุ่มน้ำ

2.2 การสะสมน้ำหนักแห้ง

พิจารณาค่าน้ำหนักแห้งโดยรวม พบว่า ค่าน้ำหนักแห้งของรากและยอดของยางพาราแต่ละพันธุ์ ทั้งในพันธุ์ดั้งเดิมและพันธุ์แนะนำจะมีค่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.01 (ภาพที่ 14) ซึ่งยางพาราพันธุ์ดั้งเดิมจากสวนสาธารณะ เทศบาลนครหาดใหญ่ มีการกระจายน้ำหนักแห้งของรากสูงที่สุดเป็นไปในทิศทางเดียวกับน้ำหนักแห้งของยอด และมีอัตราส่วนน้ำหนักแห้งระหว่าง รากและยอดในระดับที่เหมาะสม ซึ่งหากเปรียบเทียบ EIRn ที่มีค่าอัตราส่วนรากต่อยอดสูงที่สุดก็จริง แต่พบว่าการเจริญทางลำต้นน้อย น้ำหนักแห้งรากและการแผ่กระจายของรากมีค่าสูงกว่ามาก ซึ่งในทางทฤษฎีความสัมพันธ์ของรากและยอดจะต้องมีค่าเท่ากันหรือใกล้เคียงกัน ขึ้นอยู่กับระยะการเจริญเติบโต และสภาพแวดล้อมที่ปลูกพืชชนิดนั้น ๆ Iwasa และ Roughgarden (1984) รายงานว่า ถ้าอยู่ในพื้นที่ที่มีสภาพแวดล้อมเหมือนกัน แต่ความสัมพันธ์ของการเจริญของรากและยอดแตกต่างจากพืชชนิดเดียวกันแต่ต่างสายพันธุ์ อาจเป็นไปได้ว่าลักษณะดังกล่าวมีความพิเศษเฉพาะประจำพันธุ์ ในการศึกษาครั้งนี้ ต้นกล้ายางพาราที่มีค่าน้ำหนักแห้งค่อนข้างดีรองลงมาจากสวนสาธารณะ เทศบาลนครหาดใหญ่ คือ ยางพาราจาก อ. คลองหอยโข่ง จ.สงขลา (EIRkhk2) และยางพาราภายในมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ (EIRpsu2 และ EIRpsu3) ในยางพาราพันธุ์ GT1 และ

PB5/51 ซึ่งเป็นพันธุ์ที่มีอยู่และนิยมนำไปทำเป็นต้นตอ มีค่าน้ำหนักแห้งค่อนข้างต่ำ ซึ่งหากนำไปใช้เป็นต้นตอจะทำให้ประสบปัญหาด้านการเจริญเติบโตและการผลิตต้นตอมาตรฐาน

2. การศึกษาพันธุกรรมของยางพารา โดยใช้เทคนิคอาร์เอพีดี

เนื่องจากยางพาราที่นำมาศึกษาครั้งนี้เป็นยางพาราพันธุ์ดั้งเดิมที่มีอายุ 40 ปีขึ้นไป ซึ่งขึ้นในพื้นที่สวนยางเก่าปลูกด้วยเมล็ด คาดว่ายางพารากลุ่มนี้น่าจะเป็นยางพาราชุดเดียวกับที่นำเข้ามาปลูกในประเทศไทยช่วงแรกในปี พ.ศ. 2443 ที่อำเภอ กันตัง จ.ตรัง (สถาบันวิจัยยาง, 2538) ดังนั้นจึงนำยางพาราพันธุ์ RRIM 600 ซึ่งเป็นยางพาราพันธุ์แนะนำตั้งแต่อดีตจนถึงปัจจุบันมาใช้เป็นพันธุ์เปรียบเทียบรูปแบบของแถบดีเอ็นเอยางพาราพันธุ์ดั้งเดิมที่ใช้เป็นตัวอย่างที่ศึกษา เมื่อนำตัวอย่างดังกล่าวมาทดสอบกับไพรเมอร์ขนาด 10 คู่เบส จำนวน 48 ไพรเมอร์ นำมาเพิ่มปริมาณดีเอ็นเอแบบสุ่มโดยปฏิกิริยาพีซีอาร์ จากการทดลองพบว่า ไพรเมอร์ที่ให้ความแตกต่างชัดเจน จำนวน 7 ไพรเมอร์ คือ OPB-17, OPR-02, OPR-11, OPZ-4, OPAD-01, OPAD-10 และ OPAD-12 จึงเลือกใช้ไพรเมอร์เหล่านี้ในการศึกษา ไพรเมอร์ให้แถบดีเอ็นเฉลี่ย 12.14 แถบให้แถบดีเอ็นเอที่มีความแตกต่างกัน 71.76 เปอร์เซ็นต์ และไพรเมอร์ OPAD-01 ให้แถบดีเอ็นเอมากที่สุด จำนวน 16 แถบ และไพรเมอร์ OPR-02 ให้แถบน้อยที่สุดจำนวน 9 แถบ

แม้ว่าในการศึกษาครั้งนี้จำนวนไพรเมอร์ที่สามารถจำแนกความแตกต่างเพียง 7 ไพรเมอร์ แต่ยังให้จำนวนแถบดีเอ็นเอค่อนข้างสูงเมื่อเทียบกับงานของผู้ที่เคยศึกษาด้วยวิธีเดียวกันก่อนหน้านี้ เช่น การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางพันธุกรรมของยางพาราจำนวน 25 พันธุ์ ที่ได้จากทวีปอเมริกาใต้ อเมริกากลาง และเอเชีย ด้วยเครื่องหมายอาร์เอพีดี โดย Cesar และคณะ (2006) ใช้ไพรเมอร์จำนวน 23 ไพรเมอร์ ในการศึกษา พบว่า จำนวนของแถบดีเอ็นเอที่ให้ความแตกต่างต่อไพรเมอร์ อยู่ในช่วง 1 - 12 แถบ มีค่าเฉลี่ย 6 แถบต่อไพรเมอร์ แถบดีเอ็นเอที่ได้อยู่ในช่วง 350 - 3,500 คู่เบส Venkatachalam และคณะ (2004) ยังได้ใช้เทคนิคเดียวกันนี้ทำการจำแนกลูกผสมที่ได้จากการผสมข้ามระหว่างยางพาราพันธุ์แคระกับพันธุ์ RRII118 เปรียบเทียบกับการผสมตามธรรมชาติระหว่างสองพันธุ์ที่กล่าวแล้วแบบสุ่ม ได้ลูกผสมจำนวน 22 ต้น ซึ่งมีลักษณะแคระ 13 ต้น และปกติ 9 ต้น ทดสอบกับไพรเมอร์ทั้งหมด 115 ไพรเมอร์ ในจำนวนนี้มีไพรเมอร์ที่สามารถจำแนกลูกผสมที่มีลักษณะแคระได้อย่างชัดเจนจำนวน 4 ไพรเมอร์ คือ OPC-5 OPA-17 OPA-18 และ OPB-12

ในการศึกษาครั้งนี้ต้องการใช้เครื่องหมายโมเลกุลในการศึกษาจีโนไทป์ของต้นกล้าที่ได้จากการเพาะเมล็ด จากต้นแม่เดียวกัน และดูความสัมพันธ์ของต้นแม่จากแต่ละแหล่ง ซึ่งพบว่าต้นกล้าจากต้นแม่เดียวกันมีความแปรปรวนทางพันธุกรรมไม่สูงมาก ยกเว้นต้นกล้าที่เก็บเมล็ดจากสวนเกษตรกร บ้านไร่ อ.คลองหอยโข่ง จ.สงขลา (EIRkhk2) ต้นกล้าจากบริเวณใกล้เคียงพิพิธภัณฑ์พระยารัษฎานุประดิษฐ์มหิศรภักดี ต.กันตัง อ.กันตัง จ.ตรัง (EIRph) และ RRIM 600 จากสวนเกษตรกร ต.ทุ่งลาน อ.คลองหอยโข่ง จ.สงขลา เท่านั้นที่มีความแปรปรวนค่อนข้างสูง (0.7765-0.9249, 0.7647-0.8706 และ 0.7765-0.8824 ตามลำดับ) ทั้งนี้เกิดจากเมล็ดที่ได้มานั้น มีการผสมข้ามระหว่างต้นแม่และละอองเกสรต้นพ่อที่ไม่ทราบแหล่งที่มา ซึ่งส่วนใหญ่มาจากต้นหรือสวนข้างเคียงในบริเวณเดียวกัน ความแปรปรวนจะมากน้อยหรือคงที่ ขึ้นอยู่กับความหลากหลาย และแหล่งที่มาของละอองเกสร

เมื่อพิจารณาร่วมกันทั้งหมด สามารถแบ่งได้เป็นยางพาราในการศึกษาครั้งนี้ได้เป็นกลุ่มใหญ่ 2 กลุ่มอย่างชัดเจน คือกลุ่มแรกเป็นยางพาราพันธุ์ดั้งเดิมและกลุ่มยางพาราพันธุ์แนะนำที่ปลูกภายในจังหวัดสงขลา ส่วนกลุ่มที่ 2 เป็นกลุ่มยางพาราพันธุ์ดั้งเดิมที่มีแหล่งปลูกจากจังหวัด ตรัง สุราษฎร์ธานี และระนอง และจากกลุ่มดังกล่าวสามารถแบ่งได้เป็น 4 กลุ่มย่อย ซึ่งผลการวิเคราะห์ค่าดัชนีความใกล้ชิดทางพันธุกรรมของตัวแทนยางพาราพันธุ์แนะนำและพันธุ์ดั้งเดิม จำนวน 19 โคลน มีค่าอยู่ในช่วง 0.4941 - 0.9647 โดยมีค่าเฉลี่ย เท่ากับ 0.7226 นอกจากนี้จะเห็นได้ว่าต้นกล้าจากต้นแม่เดียวกันส่วนใหญ่จะถูกจัดให้อยู่ในกลุ่มเดียวกัน แสดงให้เห็นความสัมพันธ์ใกล้ชิดกันทางพันธุกรรมมากกว่าต้นกล้าจากต้นแม่ที่แตกต่างกัน จากผลดังกล่าวถือว่าต้นกล้ายางพาราที่นำมาศึกษา มีความหลากหลายทางพันธุกรรมระดับปานกลาง มีฐานพันธุกรรมกว้างพอสมควร หากมีการปรับปรุงและพัฒนาสายพันธุ์ในอนาคตมีโอกาสที่จะประสบความสำเร็จได้สูง หากพิจารณารูปแบบของแถบดีเอ็นเอของต้นกล้าที่มาจากต้นหรือแหล่งเดียวกันพบว่า มีรูปแบบเหมือน หรือใกล้เคียงกัน จึงสามารถใช้เครื่องหมาย RAPD ในการคัดแยกพันธุ์สำหรับใช้เป็นต้นตอได้

บทที่ 5

สรุป

ในการพิจารณาเพื่อคัดเลือกพันธุ์ยางพาราที่เหมาะสมต่อการนำไปใช้เป็นต้นตอ ทดแทนต้นตอยางพาราที่เชื่อว่ากว่า 80 เปอร์เซ็นต์ได้จากเมล็ดยางพาราพันธุ์ RRIM 600 จะต้องพิจารณาจากข้อมูลหลายด้านประกอบกัน ทั้งทางด้านสรีรวิทยาซึ่งประกอบด้วย การเจริญเติบโตของระบบรากและพัฒนาการทางด้านลำต้น การทนทานต่อโรครากต่างๆ และการเข้ากันได้กับต้นตอพันธุ์ดี สำหรับการทดสอบครั้งนี้เป็นการศึกษาการพัฒนาการของระบบรากต้นกล้ายางพารา จากต้นยางพาราพันธุ์ดั้งเดิมแหล่งต่างๆ รวมถึงการศึกษาพันธุกรรมของยางพาราพันธุ์ดั้งเดิมเหล่านั้น จากการศึกษาครั้งนี้ สามารถสรุปผลได้ดังนี้

1. การเจริญเติบโตของรากต้นกล้ายางพาราพบมากที่สุด ที่ระดับความลึกของดิน 20-40 เซนติเมตร ต้นกล้ายางพาราจากต้นดั้งเดิมในสวนสาธารณะ เทศบาลนครหาดใหญ่ จ.สงขลา มีการเจริญเติบโตของรากที่ดีมากกว่าต้นกล้าจากแหล่งอื่น การหาค่าน้ำหนักแห้งโดยรวม พบว่ายางพาราดั้งเดิมจากสวนสาธารณะ เทศบาลนครหาดใหญ่ มีค่าสะสมน้ำหนักแห้งสูงสุด คือ 213.21 กรัม ขณะที่ยางพาราพันธุ์ RRIM 600 มีค่าสะสมน้ำหนักแห้งเพียง 112.9 กรัม

2. การใช้เทคนิคไรโซตรอนยังคงเป็นวิธีที่เหมาะสมในการศึกษาระบบราก เพราะสะดวกในการทำงาน และสามารถใช้ได้กับพืชหลายช่วงอายุ ศึกษาระบบรากได้ต่อเนื่อง และไม่ต้องทำในสภาพแวดล้อมธรรมชาติ ซึ่งเป็นข้อดีสำหรับการศึกษาพืชบางชนิดเมื่อได้รับผลกระทบจากสภาพแวดล้อมระหว่างการศึกษา เช่นเกิดอุทกภัย หรือดินถล่มในพื้นที่ปลูกจริง และอาจมีผลกระทบต่อความแข็งแรงของระบบราก แต่ข้อเสียของการศึกษาด้วยวิธีนี้คือ การเตรียมดินปลูก (กรณีศึกษาการเจริญเติบโตของรากในดิน) ซึ่งต้องใช้ดินที่มีเนื้อดินค่อนข้างละเอียด เพื่อลดการเกิดช่องว่างในกระบะปลูกและอาจทำให้ผลการทดลองคลาดเคลื่อนได้

3. จากการศึกษาทางพันธุกรรมของยางพาราพันธุ์ดั้งเดิมและยางพาราพันธุ์แนะนำ ด้วยเทคนิคอาร์เอพีดี โดยใช้ไพรเมอร์ทั้ง 7 ไพรเมอร์ คือ คือ OPB-17, OPR-02, OPR-11, OPZ-4, OPAD-01, OPAD-10 และ OPAD-12 พบว่ายางพาราพันธุ์ดั้งเดิม ยังคงมีพันธุกรรมที่หลากหลาย

พอสมควร โดยมีค่า Similarity coefficient อยู่ระหว่าง 0.4941-0.9647 ซึ่งสามารถแบ่งเป็นกลุ่มย่อย 4 กลุ่ม ต้นกล้าจากพันธุ์ดั้งเดิมแต่ละต้น เกือบทั้งหมดมีพันธุกรรมที่ใกล้เคียงกัน และความใกล้ชิดทางพันธุกรรมมีความสัมพันธ์กับแหล่งที่มาของต้นกล้า

4. ผลจากการศึกษาครั้งนี้ยางพาราที่คาดว่าเหมาะสมสำหรับใช้เป็นต้นตอ คือยางพาราพันธุ์ดั้งเดิมจากสวนสาธารณะเทศบาลนครหาดใหญ่ รองลงมาคือยางพาราพันธุ์ดั้งเดิมจากจังหวัดตรัง เพราะมีการเจริญเติบโตของรากที่ดี และมีค่าอัตราส่วนระหว่างรากต่อยอดที่ดี มีการสะสมน้ำหนักแห้งที่สม่ำเสมอ หลังจากนี้ควรทำการทดสอบความต้านทานหรือทนทานต่อโรคราก และศึกษาการเข้ากันได้กับกิ่งตาพันธุ์ดี จึงคัดเลือกเพื่อเป็นต้นตอสำหรับการปลูกสร้างสวนยางพาราต่อไป

เอกสารอ้างอิง

กรกช นาคคนอง. 2550. การวิเคราะห์พันธุกรรมของยางพารา (*Hevea brasiliensis* Muell. Arg.) พันธุ์ดั้งเดิมและพันธุ์แนะนำ โดยใช้เครื่องหมายอาร์เอพีดีและไมโครแซทเทลไลท์. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต ภาควิชาพืชศาสตร์ คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

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

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

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

ทรงพล สมศรี, ศุจิรัตน์ สงวนรังศิริกุล, วนิดา งามเงิน และ ธีรวุฒิ วงศ์รัตน์. 2548. การจำแนกชนิดพันธุ์ สายต้นของทุเรียน (*Durio* spp.) ด้วยเทคนิคดีเอ็นเอ Amplification Fingerprinting (DAF). วารสารวิชาการเกษตร 23: 118 – 210.

บัณฑิตา คงพันธุ์, จรัสศรี นวลศรี และอมรรัตน์ บัวคล้าย. 2552. การศึกษาความหลากหลายทางพันธุกรรมของส้มพื้นเมืองภาคใต้โดยใช้เทคนิคอาร์เอพีดี. วารสารวิทยาศาสตร์ เกษตร 40 (3) (พิเศษ): 384-387.

ประสาน สืบสุข. 2544. การเตรียมดีเอ็นเอจากยางพารา. วารสารยางพารา 21: 213 - 130.

พงษ์เทพ ขจรไชยกูล. 2522. โรคและศัตรูยางพารา. เอกสารวิชาการศูนย์วิจัยยางสงขลา กรุงเทพฯ: กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

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

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

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

สถาบันวิจัยยาง กรมวิชาการเกษตร. 2538. 96 ปี ยางพาราในจังหวัดตรัง. เอกสารวิชาการกรมวิชาการเกษตร กรุงเทพฯ: กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

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

สถาบันวิจัยยาง กรมวิชาการเกษตร. 2553. เอกสารวิชาการ ข้อมูลวิชาการยางพารา 2553. กรุงเทพฯ: ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย จำกัด.

สมพงษ์ สุขมาก. 2536. การปรับปรุงพันธุ์ยางพารา. เอกสารวิชาการเรื่องยาง. กรุงเทพฯ: สถาบันวิจัยยาง กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

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

สุภาพร บัวแก้ว, อเนก กุณาละสิริ, พัชรินทร์ ศรีวารินทร์ และสมจิตต์ ศิขรินมาศ. 2549. การผลิตและการใช้ยางของโลก. ว. ยางพารา 22 - 27: 1 - 28.

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

สำนักคุ้มครองพันธุ์พืชแห่งชาติ กรมวิชาการเกษตร. 2545. ฐานข้อมูลเชื้อพันธุ์พืช: ยางพารา. กรุงเทพฯ: ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย จำกัด.

เอกชัย พฤกษ์อำไพ. 2547. คู่มือยางพารา. กรุงเทพฯ: เพ็ท-แพล้น พับลิชชิ่ง.

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

Ahamad, B. 1999. Effect of rootstock on growth and water use efficiency of *Hevea* during water stress. Journal of Rubber Research 2: 99-119.

Bindu R. C., M. A. Nazeer and T. Saha. 2004. Identification of simple sequence repeats in rubber (*Hevea brasiliensis*). Current Science 87: 807-811.

Caldwell, M. M. and R.A. Virginia. 1989. Field Methods and Instrumentation *In* Plant Physiological Ecology (eds. J. Ehleringer, H. A. Mooney, R. W. Pearcy, and P. Rundel) pp. 367-398. London: Chapman and Hall Publ.

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

Cesar, A. H., A. K. Lucia, A. I. Rafael and L. A. Mario. 2006. Analysis of genetic variation in clones of rubber (*Hevea brasiliensis*) from Asian, South and Central American origin using RAPDs markers. Revista Colombiana de Biotecnología 8: 29 – 34.

Chevallier, M. H. 1988. Genetic variability of *Hevea brasiliensis* germplasm using isozyme markers. Journal of Natural Rubber Research 3: 42-53.

Cipriani, G., R. D. Bella and R. Testolin. 1996. Screening RAPD primer for molecular taxonomy and cultivar fingerprint in the genus *Actinidia*. Euphytica 113: 245 - 249.

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

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**.**

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

Garrigues, E., C. Doussan and A. Pierret. 2006. Water uptake by plant root I – formation and propagation of a water extraction front in mature root systems as evidenced by 2D light transmission imaging. Plant and Soil 283: 83–98.

Gollan, T., N.C. Turner and E.D. Schulze. 1985. The response of stomata and leaf gas exchange to vapour pressure deficits and water III in the sclerophyllous woody species *Nerium oleander*. Oecologia 65: 356-362.

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.

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

Hambling, P.A. 1985. influence of soil structure and water movement, crop root growth and water uptake. Advances in Agronomy 38: 95-192.

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: 117-125.

Lespinasse, L., M. Rodier-Ground, L. Grivet, A. Lecote, H. Legnet and M. Seguin. 2000. A saturate linkage map of rubber tree (*Hevea* spp.) based on RFLP, AFLP, microsatellite and isozyme marker. Theoretical and Applied Genetics 100: 121-138.

Low, F. C. and M. D. Gale. 1996. Development of molecular markers for *Hevea*. Journal of Natural Rubber Research 6: 152-157.

Newman, E.I. 1966. A method of estimating the total length of root in sample. Journal of Applied Ecology 3: 139-145.

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

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

Rao, P. S., C. K. Saraswathyamma and M. R. Sethuraj. 1998. Studies on the relationship between yield and meteorological parameters of para rubber (*Hevea brasiliensis*). Agricultural Forest Methorology 90: 235-245.

Reynolds, A.G. and D.A.Wardle. 1995. Performance of 'Gewurztraminer' (*Vitis vinifera* L.) on three 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.

Russell, R.S. 1977. Plant Root Systems: Their function and interaction with the soil 291-298. London: McGraw-Hill.

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.

Sdoodee, S. 1990. Adaptive Mechanisms of Blackgram (*Vigna mungo* (L.) Hepper) and Pigeon pea (*Cajanus cajan* (L.) Millsp.) to Water Stress at Different Growth Stages. Ph.D. Dissertation, University of Queensland, Australia.

Seguin, M., P. Besse, P. Lebrun and M. H. Chevallier. 1995. *Hevea* germplasm characterization using isozymes and RFLP markers. *In* Population Genetics and Genetic Conservation of Forest Trees (eds. P. Baradat, W. T. Adams and G. Muller-Starck), pp. 129-134. Amsterdam: SPB Academic Publications.

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.

Suwanarat, K. and C. Nualsri. 2008. Genetic relationships between 4 Parkia spp. and variation in Parkia speciosa Hassk. based on random amplified polymorphic DNA. Songklanakarin Journal of Science and Technology 30: 433-440.

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.

Turner, N.C., E.D. Schulze and T. Gollan. 1985. The responses of stomata and leaf gas exchange to vapour pressure deficits and soil water content II in the mesophytic herbaceous species *Helianthus annuus***.** Oecologia 65: 348-355.

Varghese, P., D.V.N. Rao, M. Varghese, K.K. Vinod, J. Pothen and A.K. Krishnakumar. 1996. Spatial distribution of roots and nutrients in soil under rubber plantations in Tripura. Indian Journal of Natural Rubber Reserch 9: 106-111.

Venkatachlam, P., P. Priya, C. K. Saraswathyamma and A. Thulaseedharan. 2004. Identification, cloning and sequence analysis of a dwarf genome-specific RAPD marker in rubber tree (*Hevea brasiliensis* Muell. Arg.). Plant Cell Report 23: 327-332.

Vijayakumar, K.R., S. K. Dey, T.R. Chandrasekhar, A.S. Davarkumar, T.Mohankrishna, P. Sanjeeva Rao and M.R. Sethuraj. 1998. Irrigation requirement of rubber trees (*Hevea brasiliensis*) in the subhumid tropics. Agricultural Water Management 35: 245-259.

Walker R. and P. Clingeleffer. 2009. Rootstock attributes and selection for Australian conditions. Australian Viticulture 13: 70-76.

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

Wolf, T.K. and R.M. Pool. 1988. Effects 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

สารเคมีที่ใช้ในการสกัดดีเอ็นเอจากพืช

1) CTAB บัฟเฟอร์ปริมาตร 100 มิลลิลิตร

PVP-40	1.0	กรัม
$NaCl_2$	8.12	กรัม
0.5M Na_2EDTA (pH 8.0)	4 .0	มิลลิลิตร
1.0M Tris-HCl (pH 8.0)	10.0	มิลลิลิตร

ปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่นให้ได้ 100 มิลลิลิตร จากนั้นจึงเติม CTAB ปริมาณ 2 กรัม หลังจากนั้นบ่มที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส จนกว่าสารละลายได้หมด นำไปนึ่งฆ่าเชื้อ เติมสาร β-mercaptoethanol เข้มข้น 2% ก่อนนำมาใช้

2) TE บัฟเฟอร์ปริมาตร 500 มิลลิลิตร

1.0 M Tris-HCl (pH 7.5)	500	ไมโครลิตร
0.25M Na_2EDTA (pH 7.0)	200	ไมโครลิตร

ปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่นให้ได้ 500 มิลลิลิตร แล้วนำไปนึ่งฆ่าเชื้อ

สารเคมีที่ใช้ในการทำ Agarose gel electrophoresis

1) TAE บัฟเฟอร์เข้มข้น 5 เท่า

Tris Base	121.1	กรัม
Acetic acid	28.5	มิลลิลิตร
0.5M Na_2EDTA (pH 8.0)	50.0	มิลลิลิตร

ปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่นให้ได้ 500 มิลลิลิตร เจือจางความเข้มข้นเป็น 1 เท่า แล้วนำไปนึ่งฆ่าเชื้อก่อนนำมาใช้

2) TBE บัฟเฟอร์เข้มข้น 5 เท่า

Tris Base	216.0	กรัม
Boric acid	110.0	กรัม
0.5M Na_2EDTA (pH 8.0)	80.0	มิลลิลิตร

ปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่นให้ได้ 4 ลิตร เจือจางความเข้มข้นเป็น 1 เท่า และนึ่งฆ่าเชื้อก่อนใช้

3) DNA sample buffer

Bromophenol blue	125.0	มิลลิกรัม
Xylene cyanol FF	125.0	มิลลิกรัม
Glycerol	15.0	มิลลิลิตร

ปรับปริมาตรให้ได้ 50 มิลลิลิตร แล้วนำไปนึ่งฆ่าเชื้อก่อนนำมาใช้

4) Ethidium bromide 10 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร

เติมน้ำกลั่น 100 มิลลิลิตรต่อ Ethidium bromide 1 กรัม

ตารางภาคผนวกที่ 1 แม่พันธุ์ พ่อพันธุ์ และแหล่งกำเนิดของยางพันธุ์แนะนำทั้ง 3 พันธุ์ ที่ใช้ในการศึกษา

Clone	แม่ X พ่อ	แหล่งกำเนิด
PB5/51	PB56 X PB 24	มาเลเซีย
RRIM600	Tjir X PB86	มาเลเซีย
GT1	Primary clone	มาเลเซีย

ตารางภาคผนวกที่ 2 ชื่อเต็มของคำย่อที่ใช้ในการกำหนดชื่อพันธุ์ยางที่ใช้ในการศึกษา

ชื่อพันธุ์	**คำย่อ**
Gondang Tapen	GT
Rubber Research Institute of Malaysia	RRIM
Prang Besar	PB
Early introduced rubber clone	EIR

ตารางภาคผนวกที่ 3 ไพรเมอร์ที่ใช้ทดสอบ ลำดับเบสของไพรเมอร์ และผลที่ได้จากการทดสอบ อาร์เอพีดี - พีซีอาร์ กับดีเอ็นเอของยางพารา

Primer	**Sequences (5'→3')**	**Pattern**
OPA-01	CAGGCCCTTC	monomorphic
OPA-03	AGTCAGCCAC	monomorphic
OPA-04	AATCGGGCTG	not clear
OPA-17	GACCGCTTGT	monomorphic
OPB-04	GGACTGGAGT	not clear
OPB-07	GGTGACGCAG	monomorphic
OPB-10	CTGCTGGGAC	monomorphic
OPB-15	GGAGGGTGTT	not clear
OPB-17	AGGGAACGAG	polymorphic
OPB-20	GGACCCTTAC	monomorphic
OPC-01	TTCGAGCCAG	monomorphic
OPC-02	GTGAGGCGTC	monomorphic
OPC-05	GATGACCGCC	monomorphic
OPC-08	TGGACCGGTG	monomorphic
OPC-09	CTCACCGTCC	monomorphic
OPC-10	TGTCTGGGTG	not clear
OPC-13	AAGCCTCGTC	not clear
OPC-14	TGCGTGCTTG	unamplifiable
OPC-16	CACACTCCAG	monomorphic
OPD-08	GTGTGCCCCA	not clear
OPD-13	GGGGTGACGA	unamplifiable
OPD-15	CATCCGTGCT	unamplifiable
OPD-16	AGGGCGTAAG	not clear
OPD-19	CTGGGGACTT	unamplifiable
OPD-20	ACCCGGTCAC	not clear
OPR-01	TGCGGGTCCT	monomorphic

ตารางภาคผนวกที่ 3 (ต่อ)ไพรเมอร์ที่ใช้ทดสอบ ลำดับเบสของไพรเมอร์ และผลที่ได้จากการทดสอบ อาร์เอพีดี - พีซีอาร์ กับดีเอ็นเอของยางพารา

Primer	**Sequences (5'→3')**	**Pattern**
OPR-02	CACAGCTGCC	polymorphic
OPR-03	ACACAGAGGG	monomorphic
OPR-04	CCCGTAGCAC	not clear
OPR-05	GACCTAGTGG	unamplifiable
OPR-06	GTCTACGGCA	unamplifiable
OPR-07	ACTGGCCTGA	not clear
OPR-08	CCCGTTGCCT	not clear
OPR-09	TGAGCACGAG	monomorphic
OPR-11	GTAGCCGTCT	polymorphic
OPT-06	CAAGGGCAGA	monomorphic
OPT-07	GGCAGGCTGT	monomorphic
OPT-15	GGATGCCACT	unamplifiable
OPT-16	GGTGAACGCT	monomorphic
OPZ-03	CAGCACCGCA	not clear
OPZ-04	AGGCTGTGCT	polymorphic
OPZ-13	GACTAAGCCC	unamplifiable
OPZ-17	CCTTCCCACT	unamplifiable
OPZ-18	AGGGTCTGTG	not clear
OPAD-01	CAAAGGGCGG	polymorphic
OPAD-10	AAGAGGCCA	polymorphic
OPAD-12	AAGAGGGCGT	polymorphic
OPAN-16	AAGCGACCTG	not clear

ตารางภาคผนวกที่ 4 ค่าดัชนีความใกล้ชิดทางพันธุกรรมของตัวแทนประชากรยางพาราพันธุ์ดั้งเดิมและแนะนำ จำนวน 19 โคลน จาก จ.สงขลา ตรัง สุราษฎร์ธานี และระนอง จากการใช้เทคนิคอาร์เอพีดี

	EIRpsu1-1	EIRpsu1-2	EIRpsu1-3	EIRpsu1-4	EIRpsu2-1	EIRpsu2-2	EIRpsu2-3	EIRpsu2-4	EIRpsu3-1	EIRpsu3-2	EIRpsu3-3	EIRpsu3-4
EIRpsu1-1	1.00											
EIRpsu1-2	0.94	1.00										
EIRpsu1-3	0.86	0.80	1.00									
EIRpsu1-4	0.82	0.81	0.89	1.00								
EIRpsu2-1	0.81	0.82	0.86	0.92	1.00							
EIRpsu2-2	0.81	0.82	0.88	0.89	0.95	1.00						
EIRpsu2-3	0.79	0.82	0.79	0.85	0.91	0.88	1.00					
EIRpsu2-4	0.74	0.73	0.81	0.82	0.88	0.88	0.88	1.00				
EIRpsu3-1	0.79	0.78	0.74	0.78	0.76	0.74	0.74	0.69	1.00			
EIRpsu3-2	0.73	0.69	0.73	0.76	0.80	0.75	0.78	0.73	0.87	1.00		
EIRpsu3-3	0.72	0.71	0.76	0.73	0.72	0.72	0.69	0.69	0.79	0.78	1.00	
EIRpsu3-4	0.67	0.66	0.69	0.71	0.67	0.67	0.69	0.67	0.88	0.82	0.84	1.00

ตารางภาคผนวกที่ 4 ค่าดัชนีความใกล้ชิดทางพันธุกรรมของตัวแทนประชากรยางพาราพันธุ์ดั้งเดิมและแนะนำ จำนวน 19 โคลน จาก จ.สงขลา ตรัง สุราษฎร์ธานี และระนอง จากการใช้เทคนิคอาร์เอพีดี (ต่อ)

	EIRpsu1-1	EIRpsu1-2	EIRpsu1-3	EIRpsu1-4	EIRpsu2-1	EIRpsu2-2	EIRpsu2-3	EIRpsu2-4	EIRpsu3-1	EIRpsu3-2	EIRpsu3-3	EIRpsu3-4
EIRpsu4-1	0.75	0.76	0.71	0.74	0.73	0.68	0.75	0.71	0.85	0.76	0.68	0.80
EIRpsu4-2	0.79	0.82	0.72	0.78	0.74	0.69	0.72	0.67	0.86	0.80	0.74	0.76
EIRpsu4-3	0.78	0.84	0.71	0.76	0.73	0.68	0.73	0.68	0.82	0.74	0.71	0.73
EIRpsu4-4	0.81	0.85	0.72	0.78	0.76	0.72	0.74	0.69	0.84	0.78	0.72	0.76
EIRpsu5-1	0.74	0.75	0.74	0.71	0.72	0.72	0.74	0.72	0.79	0.80	0.76	0.76
EIRpsu5-2	0.75	0.72	0.71	0.65	0.66	0.68	0.68	0.68	0.85	0.81	0.71	0.82
EIRpsu5-3	0.73	0.72	0.73	0.69	0.68	0.71	0.73	0.71	0.82	0.76	0.73	0.82
EIRpsu5-4	0.75	0.72	0.73	0.67	0.66	0.71	0.71	0.68	0.85	0.76	0.75	0.85
EIRpsu6-1	0.71	0.74	0.68	0.72	0.68	0.73	0.68	0.64	0.71	0.62	0.73	0.64
EIRpsu6-2	0.66	0.72	0.68	0.72	0.68	0.73	0.71	0.64	0.66	0.62	0.71	0.61
EIRpsu6-3	0.65	0.71	0.65	0.66	0.65	0.67	0.69	0.62	0.69	0.61	0.72	0.65
EIRpsu6-4	0.66	0.69	0.64	0.62	0.61	0.64	0.66	0.61	0.66	0.60	0.68	0.64

ตารางภาคผนวกที่ 4 ค่าดัชนีความใกล้ชิดทางพันธุกรรมของตัวแทนประชากรยางพาราพันธุ์ดั้งเดิมและแนะนำ จำนวน 19 โคลน จาก จ.สงขลา ตรัง สุราษฎร์ธานี และระนอง จากการใช้เทคนิคอาร์เอพีดี (ต่อ)

	EIRpsu1-1	EIRpsu1-2	EIRpsu1-3	EIRpsu1-4	EIRpsu2-1	EIRpsu2-2	EIRpsu2-3	EIRpsu2-4	EIRpsu3-1	EIRpsu3-2	EIRpsu3-3	EIRpsu3-4
EIRkl1-1	0.84	0.82	0.86	0.80	0.84	0.88	0.88	0.86	0.72	0.75	0.72	0.69
EIRkl1-2	0.76	0.78	0.81	0.80	0.86	0.86	0.84	0.81	0.67	0.73	0.67	0.69
EIRkl1-3	0.81	0.82	0.76	0.78	0.86	0.81	0.84	0.74	0.76	0.80	0.74	0.69
EIRkl1-4	0.84	0.85	0.84	0.82	0.84	0.84	0.84	0.74	0.79	0.78	0.72	0.72
EIRkl2-1	0.75	0.79	0.66	0.67	0.68	0.66	0.75	0.71	0.78	0.76	0.75	0.80
EIRkl2-2	0.76	0.73	0.69	0.66	0.62	0.65	0.69	0.67	0.74	0.73	0.74	0.76
EIRkl2-3	0.74	0.78	0.67	0.68	0.69	0.67	0.76	0.69	0.76	0.78	0.74	0.79
EIRkl2-4	0.73	0.69	0.71	0.69	0.66	0.64	0.68	0.68	0.78	0.79	0.75	0.80
EIRp-1	0.80	0.76	0.80	0.81	0.75	0.73	0.73	0.73	0.80	0.76	0.75	0.75
EIRp-2	0.84	0.82	0.74	0.78	0.79	0.76	0.76	0.74	0.84	0.80	0.69	0.74
EIRp-3	0.80	0.81	0.75	0.76	0.75	0.73	0.75	0.68	0.87	0.84	0.68	0.78
EIRp-4	0.80	0.76	0.75	0.72	0.73	0.71	0.73	0.73	0.87	0.79	0.73	0.82

ตารางภาคผนวกที่ 4 ค่าดัชนีความใกล้ชิดทางพันธุกรรมของตัวแทนประชากรยางพาราพันธุ์ดั้งเดิมและแนะนำ จำนวน 19 โคลน จาก จ.สงขลา ตรัง สุราษฎร์ธานี และระนอง จากการใช้เทคนิคอาร์เอพีดี (ต่อ)

	EIRpsu1-1	EIRpsu1-2	EIRpsu1-3	EIRpsu1-4	EIRpsu2-1	EIRpsu2-2	EIRpsu2-3	EIRpsu2-4	EIRpsu3-1	EIRpsu3-2	EIRpsu3-3	EIRpsu3-4
EIRh-1	0.72	0.66	0.76	0.75	0.76	0.74	0.69	0.74	0.72	0.78	0.72	0.69
EIRh-2	0.78	0.84	0.78	0.81	0.85	0.80	0.80	0.78	0.78	0.79	0.75	0.71
EIRh-3	0.72	0.71	0.74	0.75	0.74	0.74	0.72	0.72	0.67	0.73	0.72	0.67
EIRh-4	0.69	0.71	0.72	0.75	0.76	0.74	0.76	0.74	0.76	0.80	0.74	0.76
EIRph-1	0.61	0.62	0.71	0.72	0.73	0.73	0.71	0.71	0.71	0.69	0.64	0.71
EIRph-2	0.61	0.62	0.71	0.72	0.73	0.73	0.71	0.68	0.71	0.69	0.64	0.68
EIRph-3	0.62	0.68	0.72	0.73	0.76	0.76	0.74	0.74	0.67	0.64	0.67	0.67
EIRph-4	0.61	0.67	0.71	0.72	0.75	0.78	0.75	0.75	0.64	0.62	0.64	0.64
EIRtr-1	0.65	0.68	0.72	0.75	0.72	0.74	0.72	0.72	0.65	0.61	0.69	0.67
EIRtr-2	0.65	0.68	0.72	0.71	0.69	0.72	0.69	0.69	0.62	0.59	0.67	0.65
EIRtr-3	0.73	0.76	0.71	0.67	0.68	0.71	0.71	0.64	0.64	0.60	0.71	0.61
EIRtr-4	0.67	0.71	0.72	0.71	0.72	0.74	0.69	0.67	0.60	0.61	0.67	0.60

ตารางภาคผนวกที่ 4 ค่าดัชนีความใกล้ชิดทางพันธุกรรมของตัวแทนประชากรยางพาราพันธุ์ดั้งเดิมและแนะนำ จำนวน 19 โคลน จาก จ.สงขลา ตรัง สุราษฎร์ธานี และระนอง จากการใช้เทคนิคอาร์เอพีดี (ต่อ)

	EIRpsu1-1	EIRpsu1-2	EIRpsu1-3	EIRpsu1-4	EIRpsu2-1	EIRpsu2-2	EIRpsu2-3	EIRpsu2-4	EIRpsu3-1	EIRpsu3-2	EIRpsu3-3	EIRpsu3-4
EIRws-1	0.64	0.67	0.73	0.76	0.75	0.78	0.75	0.75	0.68	0.65	0.68	0.73
EIRws-2	0.68	0.72	0.68	0.72	0.68	0.73	0.71	0.66	0.71	0.65	0.68	0.68
EIRws-3	0.64	0.67	0.73	0.76	0.73	0.78	0.71	0.73	0.66	0.65	0.66	0.68
EIRws-4	0.64	0.67	0.73	0.76	0.73	0.78	0.71	0.73	0.66	0.65	0.68	0.66
GT1sk-1	0.74	0.78	0.76	0.78	0.81	0.81	0.79	0.79	0.72	0.71	0.74	0.65
GT1sk-2	0.73	0.74	0.75	0.79	0.80	0.80	0.78	0.75	0.78	0.76	0.71	0.71
GT1sk-3	0.72	0.68	0.79	0.80	0.81	0.81	0.74	0.79	0.79	0.80	0.74	0.74
GT1sk-4	0.72	0.71	0.81	0.85	0.84	0.84	0.76	0.79	0.79	0.78	0.76	0.74
GT1su-1	0.68	0.72	0.73	0.74	0.78	0.78	0.75	0.73	0.68	0.67	0.73	0.66
GT1su-2	0.69	0.71	0.74	0.71	0.76	0.76	0.72	0.69	0.65	0.66	0.69	0.62
GT1su-3	0.65	0.68	0.69	0.68	0.74	0.76	0.72	0.72	0.62	0.61	0.69	0.62
GT1su-4	0.66	0.62	0.71	0.72	0.73	0.73	0.68	0.68	0.64	0.65	0.71	0.64

ตารางภาคผนวกที่ 4 ค่าดัชนีความใกล้ชิดทางพันธุกรรมของตัวแทนประชากรยางพาราพันธุ์ดั้งเดิมและแนะนำ จำนวน 19 โคลน จาก จ.สงขลา ตรัง สุราษฎร์ธานี และระนอง จากการใช้เทคนิคอาร์เอพีดี (ต่อ)

	EIRpsu1-1	EIRpsu1-2	EIRpsu1-3	EIRpsu1-4	EIRpsu2-1	EIRpsu2-2	EIRpsu2-3	EIRpsu2-4	EIRpsu3-1	EIRpsu3-2	EIRpsu3-3	EIRpsu3-4
GT1r-1	0.64	0.67	0.64	0.67	0.66	0.68	0.68	0.64	0.64	0.65	0.66	0.66
GT1r-2	0.65	0.68	0.62	0.64	0.62	0.65	0.69	0.65	0.67	0.59	0.67	0.67
GT1r-3	0.69	0.71	0.67	0.68	0.69	0.72	0.69	0.65	0.72	0.68	0.69	0.65
GT1r-4	0.67	0.71	0.67	0.71	0.69	0.72	0.65	0.65	0.69	0.61	0.65	0.62
RRIM600-1	0.76	0.75	0.76	0.78	0.74	0.74	0.72	0.69	0.84	0.78	0.74	0.76
RRIM600-2	0.81	0.80	0.74	0.75	0.72	0.72	0.69	0.65	0.86	0.78	0.72	0.76
RRIM600-3	0.74	0.73	0.76	0.73	0.72	0.72	0.72	0.65	0.79	0.78	0.79	0.79
RRIM600-4	0.86	0.82	0.76	0.75	0.74	0.72	0.72	0.72	0.74	0.68	0.65	0.67
PB5/51-1	0.67	0.73	0.76	0.78	0.76	0.76	0.72	0.69	0.67	0.64	0.65	0.62
PB5/51-2	0.67	0.73	0.76	0.80	0.76	0.76	0.72	0.69	0.67	0.64	0.67	0.65
PB5/51-3	0.66	0.72	0.73	0.74	0.75	0.75	0.68	0.66	0.64	0.62	0.68	0.61
PB5/51-4	0.75	0.76	0.73	0.67	0.68	0.68	0.66	0.61	0.68	0.62	0.64	0.61

ตารางภาคผนวกที่ 4 ค่าดัชนีความใกล้ชิดทางพันธุกรรมของตัวแทนประชากรยางพาราพันธุ์ดั้งเดิมและแนะนำ จำนวน 19 โคลน จาก จ.สงขลา ตรัง สุราษฎร์ธานี และระนอง จากการใช้เทคนิคอาร์เอพีดี (ต่อ)

	EIRpsu1-1	EIRpsu1-2	EIRpsu1-3	EIRpsu1-4	EIRpsu2-1	EIRpsu2-2	EIRpsu2-3	EIRpsu2-4	EIRpsu3-1	EIRpsu3-2	EIRpsu3-3	EIRpsu3-4
PB5/51+EIR-1	0.67	0.71	0.74	0.75	0.72	0.72	0.69	0.69	0.65	0.61	0.67	0.62
PB5/51+EIR-2	0.61	0.67	0.73	0.72	0.71	0.71	0.66	0.66	0.61	0.58	0.66	0.66
PB5/51+EIR-3	0.64	0.69	0.75	0.76	0.73	0.73	0.71	0.68	0.66	0.62	0.68	0.68
PB5/51+EIR-4	0.66	0.69	0.64	0.65	0.61	0.64	0.64	0.61	0.66	0.58	0.66	0.68

ตารางภาคผนวกที่ 4 ค่าดัชนีความใกล้ชิดทางพันธุกรรมของตัวแทนประชากรยางพาราพันธุ์ดั้งเดิมและแนะนำ จำนวน 19 โคลน จาก จ.สงขลา ตรัง สุราษฎร์ธานี และระนอง จากการใช้เทคนิคอาร์เอพีดี (ต่อ)

	EIRpsu4-1	EIRpsu4-2	EIRpsu4-3	EIRpsu4-4	EIRpsu5-1	EIRpsu5-2	EIRpsu5-3	EIRpsu5-4	EIRpsu6-1	EIRpsu6-2	EIRpsu6-3	EIRpsu6-4
EIRpsu4-1	1.00											
EIRpsu4-2	0.87	1.00										
EIRpsu4-3	0.91	0.94	1.00									
EIRpsu4-4	0.89	0.93	0.94	1.00								
EIRpsu5-1	0.78	0.81	0.78	0.84	1.00							
EIRpsu5-2	0.81	0.78	0.76	0.8	0.82	1.00						
EIRpsu5-3	0.79	0.75	0.76	0.8	0.85	0.91	1.00					
EIRpsu5-4	0.76	0.75	0.72	0.78	0.82	0.88	0.93	1.00				
EIRpsu6-1	0.62	0.71	0.67	0.68	0.68	0.65	0.67	0.69	1.00			
EIRpsu6-2	0.58	0.66	0.65	0.64	0.66	0.60	0.65	0.65	0.95	1.00		
EIRpsu6-3	0.64	0.67	0.66	0.65	0.67	0.66	0.66	0.66	0.94	0.94	1.00	
EIRpsu6-4	0.62	0.66	0.65	0.64	0.66	0.67	0.62	0.62	0.91	0.91	0.96	1.00

ตารางภาคผนวกที่ 4 ค่าดัชนีความใกล้ชิดทางพันธุกรรมของตัวแทนประชากรยางพาราพันธุ์ดั้งเดิมและแนะนำ จำนวน 19 โคลน จาก จ.สงขลา ตรัง สุราษฎร์ธานี และระนอง จากการใช้เทคนิคอาร์เอพีดี (ต่อ)

	EIRpsu4-1	EIRpsu4-2	EIRpsu4-3	EIRpsu4-4	EIRpsu5-1	EIRpsu5-2	EIRpsu5-3	EIRpsu5-4	EIRpsu6-1	EIRpsu6-2	EIRpsu6-3	EIRpsu6-4
EIRKl1-1	0.71	0.69	0.71	0.72	0.76	0.73	0.73	0.75	0.71	0.73	0.69	0.71
EIRKl1-2	0.68	0.67	0.66	0.69	0.76	0.68	0.66	0.71	0.64	0.64	0.62	0.64
EIRKl1-3	0.73	0.74	0.73	0.76	0.79	0.71	0.68	0.71	0.68	0.68	0.67	0.66
EIRKl1-4	0.78	0.76	0.78	0.79	0.76	0.73	0.71	0.73	0.71	0.71	0.67	0.66
EIRKl2-1	0.79	0.82	0.79	0.82	0.85	0.76	0.79	0.79	0.67	0.62	0.66	0.67
EIRKl2-2	0.73	0.72	0.71	0.69	0.79	0.80	0.80	0.78	0.66	0.61	0.62	0.64
EIRKl2-3	0.78	0.81	0.78	0.79	0.84	0.78	0.78	0.78	0.68	0.66	0.69	0.71
EIRKl2-4	0.79	0.78	0.76	0.78	0.87	0.84	0.81	0.76	0.65	0.60	0.64	0.65
EIRp-1	0.81	0.85	0.86	0.85	0.82	0.79	0.81	0.74	0.67	0.65	0.64	0.62
EIRp-2	0.82	0.84	0.85	0.86	0.81	0.82	0.78	0.78	0.66	0.61	0.60	0.61
EIRp-3	0.84	0.87	0.84	0.85	0.82	0.81	0.74	0.79	0.69	0.67	0.68	0.67
EIRp-4	0.88	0.82	0.84	0.87	0.80	0.88	0.84	0.84	0.62	0.58	0.64	0.62

ตารางภาคผนวกที่ 4 ค่าดัชนีความใกล้ชิดทางพันธุกรรมของตัวแทนประชากรยางพาราพันธุ์ดั้งเดิมและแนะนำ จำนวน 19 โคลน จาก จ.สงขลา ตรัง สุราษฎร์ธานี และระนอง จากการใช้เทคนิคอาร์เอพีดี (ต่อ)

	EIRpsu4-1	EIRpsu4-2	EIRpsu4-3	EIRpsu4-4	EIRpsu5-1	EIRpsu5-2	EIRpsu5-3	EIRpsu5-4	EIRpsu6-1	EIRpsu6-2	EIRpsu6-3	EIRpsu6-4
EIRh-1	0.73	0.74	0.73	0.79	0.72	0.71	0.68	0.71	0.59	0.59	0.55	0.56
EIRh-2	0.76	0.85	0.84	0.87	0.80	0.72	0.72	0.72	0.67	0.67	0.66	0.65
EIRh-3	0.73	0.72	0.68	0.74	0.79	0.71	0.66	0.68	0.66	0.64	0.65	0.66
EIRh-4	0.80	0.79	0.78	0.81	0.81	0.78	0.75	0.78	0.59	0.59	0.60	0.59
EIRph-1	0.62	0.61	0.60	0.61	0.59	0.67	0.65	0.65	0.74	0.79	0.80	0.79
EIRph-2	0.65	0.61	0.60	0.61	0.64	0.67	0.67	0.67	0.76	0.81	0.82	0.79
EIRph-3	0.61	0.62	0.64	0.65	0.65	0.61	0.66	0.66	0.78	0.82	0.81	0.80
EIRph-4	0.58	0.61	0.60	0.61	0.64	0.62	0.65	0.65	0.81	0.86	0.85	0.84
EIRtr-1	0.59	0.65	0.64	0.65	0.62	0.64	0.66	0.66	0.80	0.82	0.84	0.82
EIRtr-2	0.56	0.62	0.61	0.65	0.65	0.66	0.66	0.66	0.78	0.80	0.81	0.80
EIRtr-3	0.62	0.66	0.67	0.71	0.71	0.67	0.65	0.67	0.81	0.81	0.82	0.84
EIRtr-4	0.56	0.62	0.61	0.65	0.62	0.64	0.59	0.61	0.78	0.80	0.79	0.80

ตารางภาคผนวกที่ 4 ค่าดัชนีความใกล้ชิดทางพันธุกรรมของตัวแทนประชากรยางพาราพันธุ์ดั้งเดิมและแนะนำ จำนวน 19 โคลน จาก จ.สงขลา ตรัง สุราษฎร์ธานี และระนอง จากการใช้เทคนิคอาร์เอพีดี (ต่อ)

	EIRpsu4-1	EIRpsu4-2	EIRpsu4-3	EIRpsu4-4	EIRpsu5-1	EIRpsu5-2	EIRpsu5-3	EIRpsu5-4	EIRpsu6-1	EIRpsu6-2	EIRpsu6-3	EIRpsu6-4
EIRws-1	0.67	0.66	0.65	0.68	0.66	0.65	0.72	0.69	0.76	0.76	0.78	0.76
EIRws-2	0.67	0.71	0.67	0.71	0.68	0.69	0.72	0.72	0.86	0.84	0.85	0.81
EIRws-3	0.62	0.66	0.62	0.66	0.64	0.65	0.67	0.67	0.81	0.81	0.80	0.79
EIRws-4	0.62	0.66	0.62	0.66	0.66	0.65	0.67	0.67	0.84	0.84	0.82	0.81
GT1sk-1	0.71	0.76	0.75	0.76	0.67	0.73	0.68	0.71	0.71	0.71	0.69	0.68
GT1sk-2	0.74	0.78	0.76	0.78	0.66	0.79	0.74	0.74	0.67	0.67	0.66	0.65
GT1sk-3	0.73	0.74	0.71	0.74	0.65	0.78	0.73	0.73	0.66	0.66	0.65	0.64
GT1sk-4	0.73	0.76	0.73	0.74	0.67	0.75	0.73	0.71	0.71	0.71	0.67	0.66
GT1su-1	0.62	0.66	0.65	0.66	0.61	0.67	0.65	0.67	0.76	0.79	0.80	0.79
GT1su-2	0.59	0.62	0.61	0.62	0.60	0.66	0.61	0.64	0.75	0.78	0.79	0.80
GT1su-3	0.56	0.60	0.59	0.60	0.58	0.64	0.61	0.64	0.78	0.78	0.79	0.80
GT1su-4	0.60	0.61	0.58	0.61	0.59	0.65	0.60	0.62	0.79	0.79	0.80	0.81

ตารางภาคผนวกที่ 4 ค่าดัชนีความใกล้ชิดทางพันธุกรรมของตัวแทนประชากรยางพาราพันธุ์ดั้งเดิมและแนะนำ จำนวน 19 โคลน จาก จ.สงขลา ตรัง สุราษฎร์ธานี และระนอง จากการใช้เทคนิคอาร์เอพีดี (ต่อ)

	EIRpsu4-1	EIRpsu4-2	EIRpsu4-3	EIRpsu4-4	EIRpsu5-1	EIRpsu5-2	EIRpsu5-3	EIRpsu5-4	EIRpsu6-1	EIRpsu6-2	EIRpsu6-3	EIRpsu6-4
GT1r-1	0.60	0.66	0.65	0.66	0.64	0.65	0.62	0.60	0.81	0.86	0.85	0.88
GT1r-2	0.64	0.65	0.61	0.62	0.62	0.64	0.66	0.66	0.89	0.87	0.93	0.92
GT1r-3	0.64	0.69	0.66	0.67	0.67	0.68	0.66	0.66	0.89	0.87	0.91	0.89
GT1r-4	0.64	0.69	0.66	0.67	0.62	0.66	0.64	0.64	0.89	0.87	0.91	0.89
RRIM600-1	0.78	0.74	0.75	0.76	0.76	0.78	0.75	0.73	0.71	0.68	0.67	0.66
RRIM600-2	0.80	0.81	0.78	0.81	0.81	0.78	0.73	0.75	0.71	0.66	0.67	0.68
RRIM600-3	0.75	0.72	0.68	0.72	0.79	0.73	0.73	0.75	0.68	0.66	0.67	0.66
RRIM600-4	0.80	0.76	0.78	0.79	0.72	0.73	0.71	0.71	0.66	0.61	0.62	0.64
PB5/51-1	0.64	0.69	0.68	0.69	0.69	0.64	0.66	0.64	0.80	0.85	0.81	0.78
PB5/51-2	0.64	0.72	0.71	0.72	0.67	0.64	0.66	0.64	0.82	0.85	0.81	0.79
PB5/51-3	0.62	0.68	0.67	0.68	0.61	0.62	0.62	0.60	0.79	0.81	0.80	0.81
PB5/51-4	0.65	0.71	0.69	0.71	0.68	0.69	0.67	0.67	0.79	0.79	0.80	0.78

ตารางภาคผนวกที่ 4 ค่าดัชนีความใกล้ชิดทางพันธุกรรมของตัวแทนประชากรยางพาราพันธุ์ดั้งเดิมและแนะนำ จำนวน 19 โคลน จาก จ.สงขลา ตรัง สุราษฎร์ธานี และระนอง จากการใช้เทคนิคอาร์เอพีดี (ต่อ)

	EIRpsu4-1	EIRpsu4-2	EIRpsu4-3	EIRpsu4-4	EIRpsu5-1	EIRpsu5-2	EIRpsu5-3	EIRpsu5-4	EIRpsu6-1	EIRpsu6-2	EIRpsu6-3	EIRpsu6-4
PB5/51+EIR-1	0.61	0.67	0.66	0.67	0.62	0.61	0.64	0.64	0.80	0.82	0.81	0.79
PB5/51+EIR-2	0.60	0.64	0.62	0.64	0.61	0.60	0.60	0.58	0.74	0.79	0.80	0.79
PB5/51+EIR-3	0.65	0.68	0.67	0.68	0.66	0.65	0.65	0.62	0.79	0.81	0.82	0.79
PB5/51+EIR-4	0.67	0.71	0.67	0.71	0.68	0.69	0.69	0.67	0.84	0.84	0.87	0.88

ตารางภาคผนวกที่ 4 ค่าดัชนีความใกล้ชิดทางพันธุกรรมของตัวแทนประชากรยางพาราพันธุ์ดั้งเดิมและแนะนำ จำนวน 19 โคลน จาก จ.สงขลา ตรัง สุราษฎร์ธานี และระนอง จากการใช้เทคนิคอาร์เอพีดี (ต่อ)

	EIRKl1-1	EIRKl1-2	EIRKl1-3	EIRKl1-4	EIRKl2-1	EIRKl2-2	EIRKl2-3	EIRKl2-4	EIRp-1	EIRp-2	EIRp-3	EIRp-4
EIRKl1-1	1.00											
EIRKl1-2	0.86	1.00										
EIRKl1-3	0.84	0.88	1.00									
EIRKl1-4	0.88	0.86	0.91	1.00								
EIRKl2-1	0.71	0.71	0.71	0.68	1.00							
EIRKl2-2	0.72	0.69	0.67	0.72	0.82	1.00						
EIRKl2-3	0.74	0.74	0.74	0.72	0.94	0.84	1.00					
EIRKl2-4	0.71	0.73	0.73	0.75	0.84	0.89	0.87	1.00				
EIRp-1	0.75	0.68	0.78	0.80	0.69	0.75	0.71	0.81	1.00			
EIRp-2	0.76	0.74	0.81	0.84	0.75	0.79	0.76	0.80	0.87	1.00		
EIRp-3	0.78	0.78	0.82	0.87	0.74	0.73	0.80	0.81	0.84	0.87	1.00	
EIRp-4	0.78	0.71	0.75	0.80	0.74	0.75	0.73	0.79	0.84	0.85	0.86	1.00

ตารางภาคผนวกที่ 4 ค่าดัชนีความใกล้ชิดทางพันธุกรรมของตัวแทนประชากรยางพาราพันธุ์ดั้งเดิมและแนะนำ จำนวน 19 โคลน จาก จ.สงขลา ตรัง สุราษฎร์ธานี และระนอง จากการใช้เทคนิคอาร์เอพีดี (ต่อ)

	EIRKl1-1	EIRKl1-2	EIRKl1-3	EIRKl1-4	EIRKl2-1	EIRKl2-2	EIRKl2-3	EIRKl2-4	EIRp-1	EIRp-2	EIRp-3	EIRp-4
EIRh-1	0.74	0.72	0.76	0.74	0.64	0.58	0.62	0.64	0.80	0.74	0.73	0.75
EIRh-2	0.78	0.82	0.85	0.85	0.76	0.66	0.78	0.72	0.79	0.82	0.84	0.76
EIRh-3	0.74	0.84	0.79	0.79	0.73	0.69	0.74	0.73	0.73	0.74	0.75	0.73
EIRh-4	0.74	0.84	0.79	0.79	0.78	0.69	0.79	0.78	0.73	0.74	0.78	0.78
EIRph-1	0.71	0.68	0.66	0.64	0.60	0.56	0.64	0.58	0.60	0.56	0.65	0.65
EIRph-2	0.68	0.68	0.66	0.66	0.60	0.59	0.64	0.60	0.58	0.56	0.65	0.65
EIRph-3	0.74	0.72	0.67	0.67	0.61	0.58	0.62	0.56	0.61	0.62	0.64	0.64
EIRph-4	0.75	0.73	0.66	0.66	0.62	0.59	0.66	0.58	0.58	0.59	0.62	0.60
EIRtr-1	0.72	0.72	0.65	0.65	0.64	0.62	0.67	0.61	0.61	0.58	0.61	0.61
EIRtr-2	0.72	0.74	0.69	0.67	0.64	0.62	0.67	0.64	0.64	0.58	0.64	0.61
EIRtr-3	0.75	0.73	0.75	0.75	0.67	0.64	0.68	0.62	0.67	0.68	0.69	0.67
EIRtr-4	0.72	0.74	0.72	0.72	0.59	0.58	0.62	0.56	0.61	0.65	0.66	0.61

ตารางภาคผนวกที่ 4 ค่าดัชนีความใกล้ชิดทางพันธุกรรมของตัวแทนประชากรยางพาราพันธุ์ดั้งเดิมและแนะนำ จำนวน 19 โคลน จาก จ.สงขลา ตรัง สุราษฎร์ธานี และระนอง จากการใช้เทคนิคอาร์เอพีดี (ต่อ)

	EIRKl1-1	EIRKl1-2	EIRKl1-3	EIRKl1-4	EIRKl2-1	EIRKl2-2	EIRKl2-3	EIRKl2-4	EIRp-1	EIRp-2	EIRp-3	EIRp-4
EIRws-1	0.73	0.71	0.64	0.64	0.69	0.61	0.66	0.58	0.62	0.59	0.60	0.67
EIRws-2	0.71	0.64	0.64	0.64	0.67	0.64	0.66	0.60	0.67	0.64	0.67	0.69
EIRws-3	0.73	0.71	0.61	0.64	0.65	0.61	0.64	0.58	0.60	0.59	0.62	0.65
EIRws-4	0.73	0.71	0.64	0.64	0.65	0.61	0.64	0.58	0.62	0.59	0.62	0.65
GT1sk-1	0.79	0.76	0.76	0.79	0.68	0.65	0.72	0.64	0.71	0.72	0.73	0.75
GT1sk-2	0.75	0.75	0.75	0.78	0.69	0.66	0.73	0.67	0.72	0.71	0.74	0.76
GT1sk-3	0.74	0.67	0.69	0.72	0.64	0.60	0.65	0.61	0.73	0.69	0.71	0.78
GT1sk-4	0.74	0.69	0.72	0.76	0.64	0.62	0.67	0.66	0.78	0.72	0.73	0.73
GT1su-1	0.73	0.73	0.73	0.71	0.62	0.59	0.66	0.58	0.62	0.64	0.65	0.62
GT1su-2	0.72	0.74	0.72	0.69	0.59	0.58	0.62	0.56	0.59	0.62	0.64	0.61
GT1su-3	0.72	0.74	0.69	0.65	0.61	0.58	0.65	0.56	0.56	0.58	0.59	0.56
GT1su-4	0.68	0.68	0.68	0.66	0.58	0.59	0.61	0.58	0.62	0.61	0.60	0.62

ตารางภาคผนวกที่ 4 ค่าดัชนีความใกล้ชิดทางพันธุกรรมของตัวแทนประชากรยางพาราพันธุ์ดั้งเดิมและแนะนำ จำนวน 19 โคลน จาก จ.สงขลา ตรัง สุราษฎร์ธานี และระนอง จากการใช้เทคนิคอาร์เอพีดี (ต่อ)

	EIRKl1-1	EIRKl1-2	EIRKl1-3	EIRKl1-4	EIRKl2-1	EIRKl2-2	EIRKl2-3	EIRKl2-4	EIRp-1	EIRp-2	EIRp-3	EIRp-4
GT1r-1	0.73	0.66	0.68	0.71	0.60	0.56	0.64	0.60	0.65	0.61	0.67	0.62
GT1r-2	0.67	0.60	0.62	0.62	0.68	0.65	0.67	0.61	0.61	0.58	0.64	0.61
GT1r-3	0.72	0.65	0.69	0.72	0.64	0.62	0.65	0.64	0.66	0.65	0.71	0.66
GT1r-4	0.65	0.62	0.62	0.65	0.64	0.58	0.65	0.59	0.61	0.62	0.66	0.61
RRIM600-1	0.74	0.72	0.79	0.86	0.66	0.76	0.67	0.78	0.80	0.86	0.82	0.82
RRIM600-2	0.72	0.72	0.79	0.84	0.73	0.74	0.74	0.78	0.80	0.88	0.87	0.80
RRIM600-3	0.72	0.76	0.81	0.81	0.71	0.74	0.72	0.75	0.75	0.79	0.80	0.75
RRIM600-4	0.74	0.72	0.76	0.79	0.71	0.69	0.72	0.73	0.80	0.84	0.82	0.80
PB5/51-1	0.72	0.74	0.74	0.76	0.59	0.58	0.62	0.61	0.68	0.62	0.71	0.64
PB5/51-2	0.72	0.72	0.72	0.74	0.59	0.55	0.62	0.59	0.71	0.62	0.71	0.66
PB5/51-3	0.68	0.71	0.73	0.71	0.55	0.49	0.59	0.53	0.67	0.59	0.67	0.62
PB5/51-4	0.71	0.66	0.71	0.71	0.60	0.56	0.64	0.60	0.69	0.66	0.74	0.69

ตารางภาคผนวกที่ 4 ค่าดัชนีความใกล้ชิดทางพันธุกรรมของตัวแทนประชากรยางพาราพันธุ์ดั้งเดิมและแนะนำ จำนวน 19 โคลน จาก จ.สงขลา ตรัง สุราษฎร์ธานี และระนอง จากการใช้เทคนิคอาร์เอพีดี (ต่อ)

	EIRKl1-1	EIRKl1-2	EIRKl1-3	EIRKl1-4	EIRKl2-1	EIRKl2-2	EIRKl2-3	EIRKl2-4	EIRp-1	EIRp-2	EIRp-3	EIRp-4
PB5/51+EIR-1	0.69	0.67	0.69	0.69	0.56	0.53	0.58	0.54	0.68	0.58	0.68	0.66
PB5/51+EIR-2	0.68	0.71	0.66	0.66	0.58	0.54	0.61	0.58	0.62	0.54	0.65	0.62
PB5/51+EIR-3	0.71	0.71	0.68	0.71	0.60	0.56	0.64	0.60	0.67	0.59	0.69	0.67
PB5/51+EIR-4	0.68	0.61	0.64	0.64	0.67	0.61	0.68	0.65	0.69	0.61	0.67	0.67

ตารางภาคผนวกที่ 4 ค่าดัชนีความใกล้ชิดทางพันธุกรรมของตัวแทนประชากรยางพาราพันธุ์ดั้งเดิมและแนะนำ จำนวน 19 โคลน จาก จ.สงขลา ตรัง สุราษฎร์ธานี และระนอง จากการใช้เทคนิคอาร์เอพีดี (ต่อ)

	EIRh-1	EIRh-2	EIRh-3	EIRh-4	EIRph-1	EIRph-2	EIRph-3	EIRph-4	EIRtr-1	EIRtr-2	EIRtr-3	EIRtr-4
EIRh-1	1.00											
EIRh-2	0.82	1.00										
EIRh-3	0.76	0.82	1.00									
EIRh-4	0.81	0.87	0.86	1.00								
EIRph-1	0.66	0.65	0.59	0.66	1.00							
EIRph-2	0.64	0.65	0.61	0.71	0.93	1.00						
EIRph-3	0.65	0.73	0.58	0.65	0.89	0.87	1.00					
EIRph-4	0.61	0.69	0.59	0.64	0.91	0.88	0.96	1.00				
EIRtr-1	0.62	0.71	0.62	0.67	0.87	0.85	0.91	0.94	1.00			
EIRtr-2	0.65	0.73	0.65	0.67	0.87	0.80	0.86	0.89	0.93	1.00		
EIRtr-3	0.66	0.74	0.71	0.66	0.74	0.74	0.78	0.76	0.78	0.85	1.00	
EIRtr-4	0.67	0.75	0.69	0.65	0.82	0.78	0.84	0.85	0.86	0.91	0.92	1.00

ตารางภาคผนวกที่ 4 ค่าดัชนีความใกล้ชิดทางพันธุกรรมของตัวแทนประชากรยางพาราพันธุ์ดั้งเดิมและแนะนำ จำนวน 19 โคลน จาก จ.สงขลา ตรัง สุราษฎร์ธานี และระนอง จากการใช้เทคนิคอาร์เอพีดี (ต่อ)

	EIRh-1	EIRh-2	EIRh-3	EIRh-4	EIRph-1	EIRph-2	EIRph-3	EIRph-4	EIRtr-1	EIRtr-2	EIRtr-3	EIRtr-4
EIRws-1	0.66	0.69	0.66	0.66	0.84	0.81	0.87	0.88	0.89	0.82	0.72	0.78
EIRws-2	0.61	0.62	0.66	0.59	0.79	0.76	0.78	0.81	0.82	0.78	0.76	0.78
EIRws-3	0.64	0.67	0.68	0.64	0.84	0.81	0.85	0.88	0.89	0.82	0.72	0.80
EIRws-4	0.66	0.67	0.73	0.66	0.81	0.81	0.80	0.84	0.85	0.80	0.74	0.78
GT1sk-1	0.76	0.85	0.76	0.79	0.71	0.68	0.72	0.75	0.76	0.76	0.73	0.76
GT1sk-2	0.78	0.81	0.75	0.85	0.76	0.74	0.68	0.72	0.75	0.75	0.69	0.73
GT1sk-3	0.81	0.75	0.72	0.76	0.80	0.78	0.69	0.71	0.72	0.69	0.66	0.72
GT1sk-4	0.79	0.78	0.72	0.76	0.78	0.75	0.72	0.73	0.74	0.72	0.68	0.74
GT1su-1	0.71	0.76	0.66	0.71	0.86	0.84	0.87	0.88	0.89	0.87	0.81	0.89
GT1su-2	0.67	0.73	0.62	0.67	0.85	0.85	0.88	0.89	0.91	0.86	0.82	0.91
GT1su-3	0.67	0.71	0.62	0.67	0.82	0.80	0.84	0.87	0.88	0.88	0.80	0.86
GT1su-4	0.71	0.67	0.68	0.68	0.86	0.86	0.85	0.86	0.87	0.82	0.81	0.87

ตารางภาคผนวกที่ 4 ค่าดัชนีความใกล้ชิดทางพันธุกรรมของตัวแทนประชากรยางพาราพันธุ์ดั้งเดิมและแนะนำ จำนวน 19 โคลน จาก จ.สงขลา ตรัง สุราษฎร์ธานี และระนอง จากการใช้เทคนิคอาร์เอพีดี (ต่อ)

	EIRh-1	EIRh-2	EIRh-3	EIRh-4	EIRph-1	EIRph-2	EIRph-3	EIRph-4	EIRtr-1	EIRtr-2	EIRtr-3	EIRtr-4
GT1r-1	0.64	0.69	0.66	0.61	0.76	0.74	0.80	0.84	0.85	0.80	0.79	0.82
GT1r-2	0.53	0.61	0.60	0.53	0.80	0.75	0.81	0.85	0.84	0.81	0.75	0.76
GT1r-3	0.60	0.68	0.65	0.58	0.75	0.75	0.79	0.82	0.84	0.79	0.80	0.81
GT1r-4	0.60	0.71	0.65	0.60	0.80	0.80	0.84	0.87	0.86	0.81	0.75	0.81
RRIM600-1	0.67	0.78	0.79	0.69	0.59	0.61	0.62	0.59	0.60	0.60	0.66	0.65
RRIM600-2	0.69	0.80	0.81	0.72	0.56	0.59	0.60	0.56	0.58	0.58	0.68	0.65
RRIM600-3	0.67	0.75	0.84	0.72	0.59	0.59	0.60	0.56	0.58	0.60	0.66	0.65
RRIM600-4	0.67	0.75	0.76	0.65	0.52	0.52	0.53	0.52	0.53	0.55	0.66	0.60
PB5/51-1	0.67	0.78	0.67	0.67	0.80	0.82	0.84	0.85	0.81	0.84	0.78	0.81
PB5/51-2	0.69	0.78	0.67	0.67	0.80	0.80	0.84	0.85	0.84	0.84	0.78	0.81
PB5/51-3	0.71	0.76	0.68	0.66	0.79	0.79	0.80	0.81	0.80	0.80	0.79	0.82
PB5/51-4	0.64	0.69	0.61	0.56	0.69	0.72	0.73	0.74	0.71	0.73	0.79	0.75

ตารางภาคผนวกที่ 4 ค่าดัชนีความใกล้ชิดทางพันธุกรรมของตัวแทนประชากรยางพาราพันธุ์ดั้งเดิมและแนะนำ จำนวน 19 โคลน จาก จ.สงขลา ตรัง สุราษฎร์ธานี และระนอง จากการใช้เทคนิคอาร์เอพีดี (ต่อ)

	EIRh-1	EIRh-2	EIRh-3	EIRh-4	EIRph-1	EIRph-2	EIRph-3	EIRph-4	EIRtr-1	EIRtr-2	EIRtr-3	EIRtr-4
PB5/51+EIR-1	0.69	0.73	0.67	0.62	0.78	0.78	0.79	0.80	0.81	0.81	0.75	0.79
PB5/51+EIR-2	0.61	0.69	0.64	0.61	0.84	0.79	0.85	0.86	0.87	0.87	0.76	0.82
PB5/51+EIR-3	0.66	0.74	0.68	0.66	0.84	0.81	0.85	0.86	0.87	0.87	0.79	0.85
PB5/51+EIR-4	0.61	0.65	0.66	0.59	0.76	0.72	0.78	0.81	0.82	0.82	0.79	0.78

ตารางภาคผนวกที่ 4 ค่าดัชนีความใกล้ชิดทางพันธุกรรมของตัวแทนประชากรยางพาราพันธุ์ดั้งเดิมและแนะนำ จำนวน 19 โคลน จาก จ.สงขลา ตรัง สุราษฎร์ธานี และระนอง จากการใช้เทคนิคอาร์เอพีดี (ต่อ)

	EIRws-1	EIRws-2	EIRws-3	EIRws-4	GT1sk-1	GT1sk-2	GT1sk-3	GT1sk-4	GT1su-1	GT1su-2	GT1su-3	GT1su-4
EIRws-1	1.00											
EIRws-2	0.88	1.00										
EIRws-3	0.95	0.93	1.00									
EIRws-4	0.91	0.91	0.95	1.00								
GT1sk-1	0.73	0.71	0.73	0.75	1.00							
GT1sk-2	0.72	0.69	0.72	0.74	0.94	1.00						
GT1sk-3	0.75	0.73	0.75	0.78	0.88	0.92	1.00					
GT1sk-4	0.73	0.71	0.73	0.75	0.88	0.92	0.95	1.00				
GT1su-1	0.81	0.79	0.81	0.79	0.82	0.81	0.80	0.82	1.00			
GT1su-2	0.80	0.75	0.80	0.75	0.76	0.75	0.74	0.76	0.94	1.00		
GT1su-3	0.80	0.75	0.80	0.80	0.79	0.78	0.74	0.76	0.89	0.91	1.00	
GT1su-4	0.79	0.76	0.79	0.79	0.75	0.76	0.78	0.80	0.91	0.92	0.85	1.00

ตารางภาคผนวกที่ 4 ค่าดัชนีความใกล้ชิดทางพันธุกรรมของตัวแทนประชากรยางพาราพันธุ์ดั้งเดิมและแนะนำ จำนวน 19 โคลน จาก จ.สงขลา ตรัง สุราษฎร์ธานี และระนอง จากการใช้เทคนิคอาร์เอพีดี (ต่อ)

	EIRws-1	EIRws-2	EIRws-3	EIRws-4	GT1sk-1	GT1sk-2	GT1sk-3	GT1sk-4	GT1su-1	GT1su-2	GT1su-3	GT1su-4
GT1r-1	0.81	0.81	0.84	0.79	0.71	0.67	0.68	0.71	0.79	0.82	0.78	0.79
GT1r-2	0.82	0.85	0.82	0.80	0.65	0.61	0.62	0.65	0.78	0.76	0.76	0.78
GT1r-3	0.80	0.85	0.82	0.78	0.69	0.66	0.67	0.69	0.80	0.84	0.76	0.80
GT1r-4	0.82	0.82	0.85	0.80	0.72	0.68	0.69	0.72	0.82	0.84	0.79	0.82
RRIM600-1	0.64	0.66	0.66	0.66	0.69	0.68	0.69	0.72	0.61	0.60	0.55	0.59
RRIM600-2	0.61	0.68	0.64	0.64	0.67	0.66	0.67	0.69	0.61	0.60	0.55	0.59
RRIM600-3	0.64	0.66	0.64	0.66	0.65	0.64	0.65	0.67	0.61	0.60	0.58	0.59
RRIM600-4	0.59	0.64	0.59	0.59	0.67	0.64	0.65	0.65	0.56	0.58	0.53	0.54
PB5/51-1	0.78	0.75	0.80	0.80	0.76	0.73	0.72	0.76	0.80	0.79	0.74	0.75
PB5/51-2	0.80	0.78	0.82	0.82	0.79	0.75	0.74	0.79	0.78	0.79	0.76	0.78
PB5/51-3	0.79	0.76	0.79	0.81	0.80	0.76	0.78	0.80	0.81	0.82	0.82	0.81
PB5/51-4	0.72	0.79	0.74	0.74	0.71	0.65	0.68	0.68	0.72	0.75	0.73	0.69

ตารางภาคผนวกที่ 4 ค่าดัชนีความใกล้ชิดทางพันธุกรรมของตัวแทนประชากรยางพาราพันธุ์ดั้งเดิมและแนะนำ จำนวน 19 โคลน จาก จ.สงขลา ตรัง สุราษฎร์ธานี และระนอง จากการใช้เทคนิคอาร์เอพีดี (ต่อ)

	EIRws-1	EIRws-2	EIRws-3	EIRws-4	GT1sk-1	GT1sk-2	GT1sk-3	GT1sk-4	GT1su-1	GT1su-2	GT1su-3	GT1su-4
PB5/51+EIR-1	0.80	0.80	0.82	0.85	0.79	0.73	0.76	0.76	0.78	0.76	0.76	0.75
PB5/51+EIR-2	0.84	0.79	0.86	0.81	0.71	0.67	0.68	0.71	0.79	0.82	0.78	0.76
PB5/51+EIR-3	0.86	0.84	0.88	0.84	0.75	0.72	0.73	0.75	0.81	0.82	0.78	0.79
PB5/51+EIR-4	0.81	0.88	0.84	0.81	0.68	0.65	0.66	0.68	0.76	0.75	0.75	0.76

ตารางภาคผนวกที่ 4 ค่าดัชนีความใกล้ชิดทางพันธุกรรมของตัวแทนประชากรยางพาราพันธุ์ดั้งเดิมและแนะนำ จำนวน 19 โคลน จาก จ.สงขลา ตรัง สุราษฎร์ธานี และระนอง จากการใช้เทคนิคอาร์เอพีดี (ต่อ)

	GT1r-1	GT1r-2	GT1r-3	GT1r-4	RRIM600-1	RRIM600-2	RRIM600-3	RRIM600-4	PB5/51-1	PB5/51-2	PB5/51-3	PB5/51-4
GT1r-1	1.00											
GT1r-2	0.85	1.00										
GT1r-3	0.92	0.91	1.00									
GT1r-4	0.87	0.91	0.93	1.00								
RRIM600-1	0.68	0.65	0.72	0.67	1.00							
RRIM600-2	0.68	0.65	0.72	0.69	0.93	1.00						
RRIM600-3	0.64	0.67	0.67	0.62	0.91	0.91	1.00					
RRIM600-4	0.64	0.62	0.67	0.65	0.84	0.86	0.81	1.00				
PB5/51-1	0.80	0.76	0.79	0.84	0.72	0.69	0.67	0.65	1.00			
PB5/51-2	0.82	0.76	0.79	0.84	0.69	0.67	0.65	0.65	0.95	1.00		
PB5/51-3	0.84	0.75	0.78	0.82	0.64	0.64	0.64	0.64	0.87	0.92	1.00	
PB5/51-4	0.81	0.75	0.8	0.8	0.68	0.73	0.66	0.75	0.85	0.85	0.86	1.00

ตารางที่ 4 ค่าดัชนีความใกล้ชิดทางพันธุกรรมของตัวแทนประชากรยางพาราพันธุ์ดั้งเดิมและแนะนำ จำนวน 19 โคลน จาก จ.สงขลา ตรัง สุราษฎร์ธานี และระนอง จากการใช้เทคนิคอาร์เอพีดี (ต่อ)

	GT1r-1	GT1r-2	GT1r-3	GT1r-4	RRIM600-1	RRIM600-2	RRIM600-3	RRIM600-4	PB5/51-1	PB5/51-2	PB5/51-3	PB5/51-4
PB5/51+EIR-1	0.82	0.79	0.79	0.81	0.67	0.65	0.65	0.65	0.88	0.93	0.92	0.85
PB5/51+EIR-2	0.86	0.80	0.8	0.82	0.64	0.61	0.64	0.61	0.87	0.89	0.86	0.79
PB5/51+EIR-3	0.86	0.80	0.82	0.85	0.68	0.66	0.66	0.64	0.89	0.94	0.88	0.81
PB5/51+EIR-4	0.91	0.89	0.87	0.87	0.64	0.68	0.64	0.66	0.78	0.80	0.81	0.81

	PB5/51+EIR-1	PB5/51+EIR-2	PB5/51+EIR-3	PB5/51+EIR-4
PB5/51+EIR-1	1.00			
PB5/51+EIR-2	0.87	1.00		
PB5/51+EIR-3	0.92	0.95	1.00	
PB5/51+EIR-4	0.82	0.86	0.86	1.00

ตารางภาคผนวกที่ 5 ผลการวิเคราะห์ดินที่ใช้ในการปลูกทดสอบต้นกล้ายางพาราในไรโซบอค

รายละเอียด	ผลการวิเคราะห์
Total N%	0.05
Available P (mg/kg)	4.13
K: NH_4 OAc Extract (meq/100g)	0.15
pH (1:5 H_2O)	5.18
%Clay	29.11
%Silt	24.6
%Sand	46.22
Texture	Sandy clay loam