ศึกษาการเข้ากันได้ของต้นตอยางพาราที่ทนทาน ต่อโรครากขาวกับพันธุ์ RRIM 600

The Study on Compatibility of White Root Disease Tolerant Rubber Rootstocks with Clone RRIM 600

ณฤทธิ์ คชรัตน์

Narid Khotcharat

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญา
วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต 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
2559

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

ศึกษาการเข้ากันได้ของต้นตอยางพาราที่ทนทาน ต่อโรครากขาวกับพันธุ์ RRIM 600

The Study on Compatibility of White Root Disease Tolerant Rubber Rootstocks with Clone RRIM 600

ณฤทธิ์ คชรัตน์

Narid Khotcharat

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญา
วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต 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
2559

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

ชื่อวิทยานิพนธ์ ศึกษาการเข้ากันได้ของต้นตอยางพาราที่ทนทานต่อโรครากขาวกับพันธุ์ RRIM 600

ผู้เขียน นายณฤทธิ์ คชรัตน์

สาขาวิชา พืชศาสตร์

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

……

(รองศาสตราจารย์ ดร. สายัณห์ สดุดี)

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม

……

(รองศาสตราจารย์ ดร. จรัสศรี นวลศรี)

คณะกรรมการสอบ

……ประธานกรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ระวี เจียรวิภา)

……กรรมการ

(รองศาสตราจารย์ ดร. สายัณห์ สดุดี)

……กรรมการ

(รองศาสตราจารย์ ดร. จรัสศรี นวลศรี)

……กรรมการ

(รองศาสตราจารย์ ดร. สมพร ณ นคร)

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา ตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาพืชศาสตร์

……

(รองศาสตราจารย์ ดร.ธีระพล ศรีชนะ)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

ขอรับรองว่า ผลงานวิจัยนี้มาจากการศึกษาวิจัยของนักศึกษาเอง และได้แสดงความขอบคุณบุคคลที่มีส่วนช่วยเหลือแล้ว

ลงชื่อ.....
(รองศาสตราจารย์ ดร. สายัณห์ สดุดี)
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

ลงชื่อ.....
(นายณฤทธิ์ คชรัตน์)
นักศึกษา

ข้าพเจ้าขอรับรองว่า ผลงานวิจัยนี้ไม่เคยเป็นส่วนหนึ่งในการอนุมัติปริญญาในระดับใดมาก่อน และไม่ได้ถูกใช้ในการยื่นขออนุมัติปริญญาในขณะนี้

ลงชื่อ.....
(นายณฤทธิ์ คชรัตน์)
นักศึกษา

ชื่อวิทยานิพนธ์ ศึกษาการเข้ากันได้ของต้นตอยางพาราที่ทนทานต่อโรครากขาวกับพันธุ์ RRIM 600

ผู้เขียน นายณฤทธิ์ คชรัตน์

สาขาวิชา พืชศาสตร์

ปีการศึกษา 2558

บทคัดย่อ

การศึกษาการเข้ากันได้ของต้นตอยางพาราที่ทนทานต่อโรครากขาวกับพันธุ์ RRIM 600 โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) ค้นหาต้นตอพันธุ์ดั้งเดิมที่มีการเจริญระบบรากที่ดีและต้านทานต่อโรครากขาว 2) ตรวจสอบการเข้ากันได้ระหว่างต้นตอพันธุ์ดั้งเดิมกับกิ่งพันธุ์ดี (RRIM 600) ทำการทดลองที่คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ จังหวัดสงขลา โดยเก็บรวบรวมเมล็ดยางพาราพันธุ์ดั้งเดิม 5 โคลน และนำต้นกล้าที่ได้ทำการคัดเลือกไว้มาปลูกลงในไรโซบ็อกซ์ (10 x 45 x 100 ซ.ม.) ทำการติดตากับพันธุ์ RRIM 600 วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (CRD) 4 ซ้ำ โดยให้ต้นตอแต่ละแหล่งเป็นสิ่งทดลอง จากการศึกษาพบว่า ต้นตอยางพาราโคลนที่ 5 มีความยาวราก ความสูงของลำต้น และขนาดของเส้นผ่านศูนย์กลางสูงสุด (1.26 ซม./ตร.ซม., 182.50 ซม. และ 12.49 มม.) แตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญกับโคลนอื่นๆ จากการประเมินหาอัตราส่วนน้ำหนักแห้งของรากต่อยอดพบว่า ต้นตอพันธุ์ RRIM 600 มีค่าสูงสุด 1.13 ความสำเร็จหลังติดตา 4 สัปดาห์ พบว่า ต้นตอพันธุ์ RRIM 600 และต้นตอโคลนที่ 4 ติดตาสำเร็จ 100 เปอร์เซ็นต์ ส่วนโคลนอื่นๆ 75 เปอร์เซ็นต์ การพัฒนาการของรอยต่อ พบว่าเนื้อเยื่อแคลลัสของรอยต่อถูกสร้างขึ้นเล็กน้อยหลังจากติดตา 5 วัน เนื้อเยื่อตรงบริเวณรอยต่อเจริญแทรกจนเกือบเต็มช่องว่างของบาดแผล เชื่อมต่อกับเนื้อเยื่อเดิมหลังจากติดตา 10 วัน สะพานแคมเบียมและเนื้อเยื่อท่อลำเลียงใหม่ถูกสร้างขึ้นมาเชื่อมต่อกับเนื้อเยื่อแคมเบียมและเนื้อเยื่อท่อลำเลียงของต้นตอและกิ่งพันธุ์ดีหลังจากติดตา 20 วัน การตอบสนองทางสรีรวิทยาของกิ่งพันธุ์ดี RRIM 600 บนต้นตอยางพาราพันธุ์ดั้งเดิมแต่ละโคลนหลังติดตาพบว่า อัตราการสังเคราะห์แสง การชักนำปากใบ และอัตราการคายน้ำไม่มีความแตกต่างทางสถิติ ค่าความเขียวของใบยางพาราของพันธุ์ RRIM 600 บนต้นตอแต่ละโคลนพบว่า ต้นตอโคลนที่ 5 มีค่าความเขียวของใบเฉลี่ยสูงสุด 56.52 แตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญกับโคลนอื่นๆ ดังนั้นจากการศึกษาครั้งนี้ยางพาราที่คาดว่าเหมาะสมสำหรับใช้เป็นต้นตอ คือ ต้นตอโคลนที่ 5

Thesis Title	Study on Compatibility of White Root Disease Tolerant Rubber Rootstocks with Clone RRIM 600
Author	Mr. Narid Khotcharat
Major Program	Plant Science
Academic Year	2015

ABSTRACT

Compatibility of the white root disease tolerant rootstocks of rubber clones with RRIM 600 was investigated. The objectives of this study were 1) to search for rubber rootstocks that exhibit high growth rate with a good root system and tolerance to white root disease, and 2) to determinate the interaction between rootstock and scion (RRIM 600). The experiments were conducted at the Faculty of Natural Resources, Prince of Songkla University, Songkhla Province. Seeds were collected from 5 local rubber clones. Seedlings from each clone were chosen and transferred to rhizoboxes (10x45x100 cm). All rootstocks were budded with RRIM 600. The experimental design was arranged as completely randomized designs (CRD) with 4 replications. It was found that clone#5 gave the highest values of the following characters: high root length density (1.26 cm/cm^2), plant height (182.50 cm) and stem diameter (12.49 mm) with significant differences from other clones. Clone RRIM 600 had the highest root-shoot ratio (1.13). After 4 weeks of budding, the rootstock of the RRIM 600 clone and clone#4 exhibited 100% successful budding, whereas the other clones were 75% successful. The investigation of graft union development showed that callus tissues developed on the graft union after 5 days of budding. Graft union growth was almost fully developed on the wound areas and connected with the old tissues after 10 days of budding. Cambium bridge and new vascular tissues were connected with old cambium and vascular tissues of scion and rootstocks after 20 days of budding. The physiological responses of clone RRIM 600 as scion on the rootstock of local rubber clones after budding showed that average photosynthetic rate, stomatal conductance and transpiration rate were not significantly different among the treatments. However, leaf greenness values were significantly different when compared with the other clones. Clone#5 provided the highest leaf greenness value (56.52). It is suggested clone#5 is most suitable for use as a rootstock.

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์เล่มนี้สำเร็จลุล่วงได้ดี ข้าพเจ้าขอกราบ ขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ ดร. สายัณห์ สดุดี ประธานกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และรองศาสตราจารย์ ดร. จรัสศรี นวลศรี กรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ที่กรุณาให้คำปรึกษา ช่วยชี้แนะแนวทางในการทำวิจัย การเขียนงานวิจัย ให้ความรู้ ให้แง่คิด และตรวจทานแก้ไขวิทยานิพนธ์จนแล้วเสร็จสมบูรณ์ ขอขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ระวี เจียรวิภา ประธานกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ และรองศาสตราจารย์ ดร. สมพร ณ นคร กรรมการสอบวิทยานิพนธ์ที่กรุณาให้คำปรึกษา แนะนำ ตรวจทาน แก้ไขวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ให้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น

ขอขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ ดร.อุปถัมภ์ มีสวัสดิ์ และพี่ละม้าย ทองบุญ ที่ช่วยแนะนำเทคนิคพื้นฐานทางเนื้อเยื่อพืช

ขอขอบพระคุณบัณฑิตวิทยาลัย และสำนักงานโครงการมหาวิทยาลัยวิจัยแห่งชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ ที่ให้ทุนสนับสนุนในการทำวิจัย

ขอขอบคุณ ภาควิชาพืชศาสตร์ ที่กรุณาให้ใช้พื้นที่ในการศึกษา และร่วมทำการวิจัยในครั้งนี้ ขอขอบคุณ ดร.เจษฎา โสภารัตน์ พี่ศักดิ์อนันต์ แซ่ลิ่ม พี่สุณีรัตน์ วัฒนาศิลากรณ์ พี่กษมา เชิงฉลาด พี่ธงชัย ไทรน้อย นางสาวสุนันทา แซ่ลิ่ม นายวีระ มณีเลิศ นายพลนรินทร์ อินแพง นางสาววิภารัตน์ ด้วงเอียด นางสาวเด่นดวง เพชรหิน และนายธนกร เหมรักษ์ รวมถึงคณาจารย์ บุคลากรภาควิชาพืชศาสตร์ทุกท่าน พี่ๆ เพื่อนๆ น้องๆ คณะทรัพยากรธรรมชาติที่มีส่วนร่วมในความสำเร็จของวิทยานิพนธ์เล่มนี้

สุดท้ายนี้ข้าพเจ้าขอขอบพระคุณ คุณพ่อสมนึก คุณแม่ระยอง คชรัตน์ ที่ได้อบรมสั่งสอน ให้ความรัก และกำลังใจตลอดมาจนสำเร็จการศึกษา

ณฤทธิ์ คชรัตน์

สารบัญ

	หน้า
สารบัญ	(8)
สารบัญตาราง	(9)
สารบัญภาพ	(10)
บทที่ 1 บทนำ	1
บทนำต้นเรื่อง	1
การตรวจเอกสาร	2
วัตถุประสงค์	15
บทที่ 2 วัสดุ อุปกรณ์และวิธีการ	16
1. วัสดุและอุปกรณ์	16
2. วิธีการดำเนินการ	18
บทที่ 3 ผล	24
บทที่ 4 วิจารณ์	41
บทที่ 5 สรุป	46
เอกสารอ้างอิง	47
ภาคผนวก	52
ประวัติผู้เขียน	58

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	สถานที่เก็บตัวอย่างเมล็ดพันธุ์ยางพาราดั้งเดิม (อายุ 50 ปีขึ้นไป) และยางพาราพันธุ์ แนะนำที่ใช้ในการศึกษา	19
2	ผลการวิเคราะห์ปริมาณธาตุอาหารไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม ค่าเปอร์เซ็นต์ความเป็นกรด-ด่าง (pH) และลักษณะเนื้อดินที่ใช้ทดลอง	24
3	เส้นผ่านศูนย์กลาง ความสูงและจำนวนใบของต้นตอโคลนต่างๆ ก่อนติดตา	27
4	เส้นผ่านศูนย์กลาง ความสูงและจำนวนใบของกิ่งพันธุ์ดี RRIM 600 หลังติดตา	28
5	การสะสมน้ำหนักแห้งของต้นตอพันธุ์ RRIM 600 บนต้นตอพันธุ์ต่างๆ	29
6	เปอร์เซ็นต์ความสำเร็จของการติดตา	31
7	อัตราการสังเคราะห์แสง การชักนำปากใบ และการคายน้ำของกิ่งพันธุ์ RRIM 600 บนต้นตอยางพาราพันธุ์ดั้งเดิมโคลนต่างๆ หลังจากทำการติดตา	40
8	ค่าความเขียวของสีใบยางพาราพันธุ์ RRIM 600 บนต้นตอยางพาราพันธุ์ดั้งเดิมโคลนต่างๆ ที่วัดได้จากคลอโรฟิลล์มิเตอร์ (SPAD-unit)	40

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
1	ไรโซบ็อกซ์ที่ใช้ปลูกกล้ายางพาราเพื่อศึกษาการเจริญเติบโตของระบบราก	20
2	วิธีการติดตาแบบเพลทในยางพารา	22
3	การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิสูงสุด-ต่ำสุด และความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศในช่วงเดือนมีนาคมถึงเดือนสิงหาคม 2556	25
4	ความหนาแน่นของรากต้นตอยางพาราพันธุ์ดั้งเดิมและพันธุ์ RRIM 600 หลักจากปลูกในไรโซบ็อกซ์เป็นระยะเวลา 3 เดือน	26
5	ความหนาแน่นของรากต้นตอยางพาราพันธุ์ดั้งเดิมและพันธุ์ RRIM 600 ที่ระดับความลึก 0-100 เซนติเมตร หลักจากปลูกในไรโซบ็อกซ์เป็นเวลา 3 เดือน	26
6	ค่าการสะสมน้ำหนักแห้งส่วนรากและยอดของต้นตอยางพาราพันธุ์ RRIM 600 บนต้นตอพันธุ์ดั้งเดิมโคลนต่างๆ และพันธุ์ RRIM 600	30
7	พัฒนาการของรอยต่อระหว่างต้นตอโคลนที่ 1 กับกิ่งพันธุ์ดี RRIM 600 หลังติดตา 5 (ก), 10 (ข) และ 20 (ค) วัน ตัดตามขวางกำลังขยาย 10 X (ซ้าย) และ 40 X (ขวา)	33
8	พัฒนาการของรอยต่อระหว่างต้นตอโคลนที่ 2 กับกิ่งพันธุ์ดี RRIM 600 หลังติดตา 5 (ก), 10 (ข) และ 20 (ค) วัน ตัดตามขวางกำลังขยาย 10 X (ซ้าย) และ 40 X (ขวา)	34
9	พัฒนาการของรอยต่อระหว่างต้นตอโคลนที่ 3 กับกิ่งพันธุ์ดี RRIM 600 หลังติดตา 5 (ก), 10 (ข) และ 20 (ค) วัน ตัดตามขวางกำลังขยาย 10 X (ซ้าย) และ 40 X (ขวา)	35
10	พัฒนาการของรอยต่อระหว่างต้นตอโคลนที่ 4 กับกิ่งพันธุ์ดี RRIM 600 หลังติดตา 5 (ก), 10 (ข) และ 20 (ค) วัน ตัดตามขวางกำลังขยาย 10 X (ซ้าย) และ 40 X (ขวา)	36
11	พัฒนาการของรอยต่อระหว่างต้นตอโคลนที่ 5 กับกิ่งพันธุ์ดี RRIM 600 หลังติดตา 5 (ก), 10 (ข) และ 20 (ค) วัน ตัดตามขวางกำลังขยาย 10 X (ซ้าย) และ 40 X (ขวา)	37
12	พัฒนาการของรอยต่อระหว่างต้นตอพันธุ์ RRIM 600 กับกิ่งพันธุ์ดี RRIM 600 หลังติดตา 5 (ก), 10 (ข) และ 20 (ค) วัน ตัดตามขวางกำลังขยาย 10 X (ซ้าย) และ 40 X (ขวา)	38

บทที่ 1
บทนำ

บทนำต้นเรื่อง

ยางพารา (*Hevea brasiliensis* Muell. Arg.) เป็นพืชที่สำคัญทางเศรษฐกิจของประเทศไทย ปัจจุบันประเทศไทยเป็นผู้ผลิตและส่งออกยางธรรมชาติมากที่สุดในโลก ด้วยปริมาณการผลิต 3.57 ล้านตัน คิดเป็ดสัดส่วนร้อยละ 33.48 ของปริมาณการผลิตยางธรรมชาติของโลก คิดเป็นสัดส่วนร้อยละ 33.48 ของปริมาณการผลิตยางธรรมชาติของโลก 10.66 ล้านตัน ส่งออก 2.95 ล้านตัน คิดเป็นสัดส่วนร้อยละ 36.42 ของปริมาณการส่งออกยางธรรมชาติของโลก ที่มีปริมาณ 8.10 ล้านตัน มีพื้นที่ปลูกยาง 18.76 ล้านไร่ (สถาบันวิจัยยาง, 2558) โดยส่งออกไปยังประเทศจีนเป็นอันดับหนึ่ง รองลงมาคือ ญี่ปุ่น มาเลเซีย และสหรัฐอเมริกา (สมาคมยางพาราไทย, 2557)

การปลูกยางพาราในสมัยแรกๆ นิยมปลูกด้วยเมล็ดซึ่งให้ผลผลิตต่ำ เนื่องจากเมล็ดที่นำมาปลูกนั้นเป็นเมล็ดผสมเปิด อย่างไรก็ตามแม้จะให้ผลผลิตต่ำ แต่ยางพาราพันธุ์ดั้งเดิมที่ปลูกจะมีข้อดีคือ มีระบบรากที่แข็งแรง ปรับตัวเข้ากับสภาพแวดล้อมได้ดี มีความต้านทานต่อการเกิดโรคและแมลง (พงษ์เทพ และคณะ, 2535) วัสดุปลูกที่สำคัญในการปลูกสร้างสวนยางพารามีสองส่วนคือ ส่วนที่เป็นต้นตอและส่วนตาของกิ่งพันธุ์ดี ในอดีตส่วนของต้นตอตานั้นจะใช้เมล็ดจากพันธุ์ดั้งเดิมซึ่งมีความแข็งแรงและมีระบบรากดี แต่ในปัจจุบันยางพาราพันธุ์ดั้งเดิมถูกโค่นเกือบหมด เกษตรกรจึงใช้เมล็ดจากต้นยางพาราพันธุ์ RRIM 600 มาทำเป็นต้นตอ ซึ่งก่อให้เกิดปัญหาสำคัญที่ตามมาคือ ต้นตอเหล่านี้ระบบรากมีความแข็งแรงน้อยกว่าพันธุ์ดั้งเดิม อีกทั้งยังอ่อนแอต่อโรครากขาว (อุไร และคณะ, 2541) จึงได้มีการศึกษาหาพันธุ์ยางดั้งเดิมที่มีความทนทานต่อโรครากขาว (Wattanasilakorn *et al.*, 2012) เพื่อนำมาใช้เป็นต้นตอ แต่ต้นตอเหล่านั้นต้องผ่านการทดสอบการเข้ากันได้กับยางพาราพันธุ์ดีก่อน มิฉะนั้นจะเกิดความเสียหายเช่นกัน การศึกษาในครั้งนี้มุ่งศึกษาความสามารถในการเข้ากันได้ระหว่างต้นตอพันธุ์ดั้งเดิมที่ผ่านการคัดเลือก ว่ามีความสามารถทนทานต่อการเข้าทำลายของโรครากขาวได้ระดับหนึ่งกับพันธุ์ RRIM 600

การตรวจเอกสาร

1. ประวัติการปลูกยางพาราในประเทศไทย

ยางพารามีถิ่นกำเนิดอยู่ในป่าเขตร้อน ฝนตกชุก บริเวณลุ่มน้ำอเมซอน ประเทศบราซิล และเปรู ทวีปอเมริกาใต้ (เสาวนีย์, 2546) สำหรับการปลูกยางพาราของประเทศไทย ไม่มีการบันทึกเป็นหลักฐานแน่นอน แต่เข้าใจกันว่าพระยารัษฎานุประดิษฐ์ มหิศรภักดี (คอซิมบี้ ณ ระนอง) ได้นำยางพาราเข้ามาปลูกในประเทศไทยเป็นครั้งแรกเมื่อประมาณปี พ.ศ. 2442-2444 ได้นำยางจากรัฐ เปรัค ประเทศมาเลเซีย มาปลูกที่อำเภอกันตัง จังหวัดตรัง ปี พ.ศ. 2454 นายปูม ปุณศรี (ต่อมาได้เป็นหลวงราชไมตรี) ได้ซื้อเมล็ดยางพาราจากประเทศมาเลเซีย 80 บาท ไปปลูกที่หมู่ 6 ตำบลคมบาง อำเภอเมือง จังหวัดจันทบุรี ในเนื้อที่ประมาณ 100 ไร่ นับเป็นการแพร่กระจายยางพาราเข้าสู่ภาคตะวันออกเป็นครั้งแรก ซึ่งต่อมาเจ้าอาวาสวัดคมบาง ซึ่งเป็นชาวอำเภอแกลง จังหวัดระยอง ได้นำเมล็ดยางจากสวนของหลวงราชไมตรี ไปปลูกที่วัดปากร่ำ อำเภอแกลง จังหวัดระยอง ทำให้ยางแพร่ขยายไปปลูกยังที่ต่างๆ ในภาคตะวันออกทั่วไป โดยเฉพาะในพื้นที่ 5 จังหวัดที่สำคัญ ได้แก่ ฉะเชิงเทรา ระยอง ชลบุรี จันทบุรี และตราด (กรมพัฒนาที่ดิน, 2548)

2. สภาพแวดล้อมที่เหมาะสมต่อการปลูกยางพารา

ประเทศไทยตั้งอยู่ในเขตร้อน ระหว่างละติจูด 5 องศา 37 ลิปดาเหนือ กับ 20 องศา 27 ลิปดาเหนือ และระหว่าง ลองจิจูด 97 องศา 22 ลิปดาตะวันออก กับ 105 องศา 37 ลิปดาตะวันออก มีสภาพเหมาะสมต่อการปลูกยางพารา สำหรับพื้นที่ที่เหมาะสมสำหรับการปลูกยางพารา จะต้องมีความชันไม่เกิน 35 องศา หากปลูกในพื้นที่ที่มีความลาดชันเกิน 15 องศา ต้องทำขั้นบันไดและปลูกพืชคลุมดิน หน้าดินลึกไม่น้อยกว่า 1 เมตร เป็นดินร่วนเหนียวหรือร่วนทราย ไม่มีชั้นหินแข็งหรือชั้นดินดาน มีการระบายน้ำที่ดี ระดับน้ำใต้ดินต่ำกว่า 1 เมตร ไม่เป็นที่ลุ่มน้ำขังหรือพื้นที่นา พื้นที่ควรอยู่สูงกว่าระดับน้ำทะเลไม่เกิน 200 เมตร หากปลูกยางในพื้นที่ที่มีความสูงเกินกว่านี้จะทำให้มีเกิดการเจริญเติบโตช้า ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) ที่เหมาะสมอยู่ระหว่าง 4.5-5.5 ไม่ควรเป็นดินด่าง ดินเค็มหรือดินเกลือ ปริมาณน้ำฝนไม่ต่ำกว่า 1,250 มิลลิเมตรต่อปี โดยปกติยางพาราสามารถเจริญเติบโตได้ดีในแหล่งที่มีฝนตกสม่ำเสมอ และมีปริมาณน้ำฝนเฉลี่ย 2,000 มิลลิเมตรต่อปี (Watson, 1989) การกระจายตัวของปริมาณน้ำฝนดี สม่ำเสมอ จำนวนวัน

ฝนตก 120-150 วัน ช่วงแล้งไม่เกิน 4 เดือน อุณหภูมิที่เหมาะสมอยู่ระหว่าง 26-30 องศาเซลเซียส (สถาบันวิจัยยาง, 2556) เพราะยางพาราต้องการความชื้นสูง

3. พันธุ์ยางพารา

3.1 หลักในการเลือกใช้พันธุ์ยาง

เนื่องจากผลผลิตน้ำยางหรือเนื้อไม้ที่ได้จากการปลูกยาง จะมากน้อยเพียงใดนั้น จะขึ้นกับปัจจัย 3 ประการ คือ พันธุ์ สภาพแวดล้อม และการปรับตัวของพันธุ์เข้ากับสภาพแวดล้อมนั้นๆ ดังนั้นการจะตัดสินใจว่าจะเลือกปลูกยางพันธุ์ใดนั้น ควรยึดถือหลักการว่า จะต้องเป็นพันธุ์ที่ให้ผลผลิตสูงสุดและมีความเหมาะสมกับสภาพแวดล้อมในพื้นที่ของเกษตรกรผู้ปลูก ซึ่งควรมีการพิจารณาตามขั้นตอนดังนี้

- พื้นที่ปลูก มีสภาพแวดล้อมใดที่ไม่เหมาะสม เป็นข้อจำกัดที่มีความรุนแรงมากน้อยเพียงใด สามารถแก้ไขได้หรือไม่ และส่งผลกระทบต่อการให้ผลผลิตมากน้อยเพียงใด เช่น เป็นพื้นที่ที่มีการระบาดของโรคใดรุนแรง พื้นที่ที่มีลมแรง หรือพื้นที่มีความลาดชันสูง หน้าดินตื้น

- ลักษณะประจำพันธุ์แต่ละพันธุ์ จากเอกสารคำแนะนำพันธุ์ยางของสถาบันวิจัยยาง โดยเฉพาะลักษณะที่อ่อนแอต่อสภาพแวดล้อมที่เป็นข้อจำกัด แล้วคัดเลือกพันธุ์ที่สามารถปลูกในพื้นที่นั้นๆ ได้

- เลือกพันธุ์ที่ให้ผลผลิตสูง จากเอกสารตามคำแนะนำพันธุ์ยาง ถือว่าเป็นพันธุ์ที่เหมาะสำหรับปลูกในพื้นที่ดังกล่าว นอกจากนี้การปลูกยางในพื้นที่ปลูกขนาดใหญ่ ควรปลูกยางหลายพันธุ์ แต่ละพันธุ์ไม่น้อยกว่า 14 ไร่ หรือ 1 แปลงกรีด เนื่องจากเมื่อเกิดการระบาดของโรค การปลูกยางเพียงพันธุ์เดียว จะทำให้การระบาดของโรคมีความรุนแรงมากขึ้น (สำนักงานพัฒนาการวิจัยการเกษตร (องค์การมหาชน), 2557)

3.2 พันธุ์ยางที่แนะนำให้ปลูก

พันธุ์ยางที่แนะนำให้ปลูกตามคำแนะนำพันธุ์ยาง 2554 โดยแบ่งออกเป็น 3 ชั้น คือ พันธุ์ยางชั้น 1 เป็นยางพันธุ์ดีที่ผ่านการทดลองและศึกษาลักษณะต่างๆ อย่างละเอียด แนะนำให้ปลูกโดยไม่จำกัดเนื้อที่ปลูก พันธุ์ยางชั้น 2 เป็นยางพันธุ์ดีที่อยู่ระหว่างการทดลองและศึกษา

ลักษณะบางประการเพิ่มเติม แนะนำให้ปลูกได้ไม่เกินร้อยละ 30 ของเนื้อที่ปลูกยางที่ถือครอง แต่ละพันธุ์ควรปลูกไม่น้อยกว่า 7 ไร่ เกษตรกรที่มีความประสงค์จะเลือกปลูกพันธุ์ยางชั้นนี้ ควรปลูกภายใต้การแนะนำจากสถาบันวิจัยยาง พันธุ์ยางชั้น 3 เป็นยางพันธุ์ดีที่อยู่ระหว่างการทดลองและยังมีข้อมูลจำกัด แนะนำให้ปลูกได้ไม่เกินร้อยละ 20 ของเนื้อที่ปลูกยางที่ถือครอง แต่ละพันธุ์ควรปลูกไม่น้อยกว่า 7 ไร่ เกษตรกรที่มีความประสงค์จะเลือกปลูกพันธุ์ยางชั้นนี้ ควรปลูกภายใต้การแนะนำจากสถาบันวิจัยยาง

พันธุ์ยางแนะนำเฉพาะชั้น 1 และชั้น 2 แบ่งเป็น 3 กลุ่ม ตามวัตถุประสงค์ของการปลูกดังนี้

กลุ่ม 1 พันธุ์ยางเพื่อผลผลิตน้ำยาง เป็นพันธุ์ที่ให้ผลผลิตน้ำยางสูงเป็นหลัก การเลือกปลูกพันธุ์ยางในกลุ่มนี้ควรมุ่งเน้นผลผลิตน้ำยาง

กลุ่ม 2 พันธุ์ยางเพื่อผลผลิตน้ำยางและเนื้อไม้เป็นพันธุ์ที่ให้ทั้งผลผลิตน้ำยางและเนื้อไม้ โดยให้ผลผลิตน้ำยางสูงและมีการเจริญเติบโตดีลักษณะลำต้นตรง ให้ปริมาตรเนื้อไม้ในส่วนลำต้นสูง

กลุ่ม 3 พันธุ์ยางเพื่อผลผลิตเนื้อไม้ เป็นพันธุ์ที่ให้ผลผลิตเนื้อไม้สูงเป็นหลัก มีการเจริญเติบโตดีมาก ลักษณะลำต้นตรง ให้ปริมาตรเนื้อไม้ในส่วนลำต้นสูงมาก ผลผลิตน้ำยางจะอยู่ในระดับต่ำกว่าพันธุ์ยางในกลุ่ม 1 และ กลุ่ม 2 เหมาะสำหรับเป็นพันธุ์ที่จะปลูกเป็นสวนป่าเพื่อการผลิตเนื้อไม้ พันธุ์ยางในแต่ละชั้นตามคำแนะนำมีรายละเอียดดังนี้

- พันธุ์ยางชั้น 1

กลุ่ม 1 พันธุ์ยางเพื่อผลผลิตน้ำยาง ได้แก่ สถาบันวิจัยยาง 251, สถาบันวิจัยยาง 226, BPM 24 และ RRIM 600

กลุ่ม 2 พันธุ์ยางเพื่อผลผลิตน้ำยางและเนื้อไม้ ได้แก่ PB 235, PB 255 และ PB 260

กลุ่ม 3 พันธุ์ยางเพื่อผลผลิตเนื้อไม้ ได้แก่ ฉะเชิงเทรา 50, AVROS 2037 และ BPM 1

- พันธุ์ยางชั้น 2

กลุ่ม 1 พันธุ์ยางเพื่อผลผลิตน้ำยาง ได้แก่ สถาบันวิจัยยาง 218, สถาบันวิจัยยาง 250, สถาบันวิจัยยาง 319, สถาบันวิจัยยาง 405, สถาบันวิจัยยาง 406, สถาบันวิจัยยาง 410, สถาบันวิจัยยาง 411, สถาบันวิจัยยาง 416, สถาบันวิจัยยาง 3601, สถาบันวิจัยยาง 3602,

สถาบันวิจัยยาง 3603, สถาบันวิจัยยาง 3605, สถาบันวิจัยยาง 3606, RRIC 100, RRIC 101, Haiken 2, PR 302 และ PR 305

กลุ่ม 2 พันธุ์ยางเพื่อผลผลิตน้ำยางและเนื้อไม้ ได้แก่ สถาบันวิจัยยาง 312, สถาบันวิจัยยาง325, สถาบันวิจัยยาง 403, สถาบันวิจัยยาง 404, สถาบันวิจัยยาง 407, สถาบันวิจัยยาง 409, สถาบันวิจัยยาง 412, สถาบันวิจัยยาง 413, สถาบันวิจัยยาง 3604, สถาบันวิจัยยาง 3607, RRIC 121 และ RRII 203

กลุ่ม 3 พันธุ์ยางเพื่อผลผลิตเนื้อไม้ ได้แก่ สถาบันวิจัยยาง 401, สถาบันวิจัยยาง 414 และสถาบันวิจัยยาง 415

- พันธุ์ยางชั้น 3

สถาบันวิจัยยาง 3701, สถาบันวิจัยยาง 3702, สถาบันวิจัยยาง 3901, สถาบันวิจัยยาง 3902, สถาบันวิจัยยาง 3903, สถาบันวิจัยยาง 3904, สถาบันวิจัยยาง 3905, สถาบันวิจัยยาง 3906 และสถาบันวิจัยยาง 3907 (สถาบันวิจัยยาง, 2554)

4. การปลูกยางพารา

การปลูกยางพาราปัจจุบันพบว่า เกษตรกรนิยมปลูกด้วยกัน 3 ชนิด ได้แก่ ต้นตอตายางพารา ต้นยางพาราชำถุง และต้นยางพาราที่ปลูกด้วยเมล็ดแล้วติดตาในแปลง

ต้นตอตายางพารา หมายถึงต้นกล้ายางที่ได้รับการติดตาด้วยยางพันธุ์ดี แต่ตายังไม่แตกออกมา มีแผ่นตาและตาที่เป็นตุ่มติดอยู่เท่านั้น ขุดถอนแล้วตัดต้นเดิมเหนือแผ่นตาขึ้นไปไม่น้อยกว่า 8 ซม. เพื่อนำไปปลูกในแปลงที่เตรียมพื้นที่ไว้แล้ว ต้นยางพาราชำถุง หมายถึงวัสดุปลูกที่ได้จากการนำเอาต้นตอตามาชำในถุง โดยใช้เวลาชำถุงในถุงประมาณ 2-3 เดือนจนได้ต้นยางชำถุงขนาด 1-2 ฉัตร มีสภาพพร้อมที่จะนำไปปลูกในแปลงได้ ขนาดถุงที่ใช้ชำคือ 5 X 15 นิ้ว สีดำ เจาะรูขนาด 3 มิลลิเมตร ประมาณ 3 แถว ๆ ละ 5-7 รู และต้นยางที่ปลูกด้วยเมล็ดแล้วติดตาในแปลง หมายถึงการปลูกสร้างสวนยางโดยใช้เมล็ดปลูกในแปลงโดยตรง เมื่อเมล็ดเจริญเติบโตเป็นต้นกล้าที่มีขนาดเหมาะสมจึงทำการติดตาในแปลงปลูก วัสดุปลูกแต่ละชนิดมีความเหมาะสมกับพื้นที่และภูมิอากาศที่แตกต่างกัน และมีมาตรฐานตามที่กรมวิชาการเกษตรกำหนด ดังนั้นการเลือกวัสดุปลูกที่เหมาะสมและมีคุณภาพ จึงส่งผลต่อความสำเร็จในการปลูกสร้างสวนยาง (สถาบันวิจัยยาง, 2553)

สำหรับวิธีการปลูกยางพาราในปัจจุบัน แบ่งออกเป็น 3 วิธีด้วยกันดังนี้

- วิธีแรกที่ 1 การปลูกด้วยต้นตอตายางพารา ควรปลูกต้นฤดูฝนวิธีการปลูกใช้เหล็กหรือไม้ปลายแหลมขนาดเล็กกว่าต้นตอตายางที่ปลูกเล็กน้อยแทงลงบนหลุมปลูก ลึกขนาดเกือบเท่าความยาวของรากแก้วต้นตอตา เสียบต้นตอตาตามร่องที่แทงไว้ ให้แผ่นตาอยู่ในแนวทิศทางเหนือ-ใต้ จากนั้นใช้เหล็กหรือไม้ อัดต้นตอตาให้แน่นที่สุดเท่าที่จะทำได้ อย่าให้มีโพรงอากาศบริเวณราก เพราะจะทำให้รากเน่า การกลบดินพยายามให้แนวระดับดินอยู่ตามส่วนรอยต่อของรากกับลำต้น หลังจากการปลูกควรพรวนดินบริเวณโคนต้นตอตาให้สูง เพื่อมิให้โคนต้นตอตาเน่า

- วิธีการที่ 2 การปลูกด้วยต้นยางพาราชำถุง เป็นวิธีที่ประสบความสำเร็จสูงสุดเมื่อเปรียบเทียบกับวิธีการอื่น ต้นยางเจริญเติบโตสม่ำเสมอ ช่วยลดช่วงระยะเวลาดูแลรักษาต้นยางอ่อนให้สั้นลง สามารถกรีดยางได้เร็วกว่าการปลูกด้วยต้นตอตาและการติดตาในแปลง นอกจากนี้ต้นยางชำถุงยังเหมาะสมใช้เป็นต้นปลูกซ่อมได้ดีที่สุดอีกด้วย การปลูกยางด้วยต้นยางชำถุง จะต้องระมัดระวังเรื่องการขนย้าย เพราะหากดินในถุงชำแตกจะทำให้ ต้นยางตายได้ ควรเลือกใช้ต้นยางชำถุงที่มีจำนวน 1-2 ฉัตร และฉัตรจะต้องแก่เต็มที่ หลังจากเลือกต้นได้แล้ว ทำการตัดแต่งรากที่ทะลุถุงชำออก เก็บต้นยางชำถุงไว้ในโรงเรือนที่มีร่มเงารำไรประมาณ 1 สัปดาห์ เพื่อให้ต้นยางปรับตัว และรดน้ำให้ชุ่มอยู่เสมอจึงย้ายปลูก

- วิธีการที่ 3 ต้นยางพาราที่ปลูกด้วยเมล็ดแล้วติดตาในแปลง การปลูกสร้างสวนยางด้วยวิธีการนี้ ต้นยางพาราที่ปลูกจะมีระบบรากแข็งแรง มีความเจริญเติบโตสม่ำเสมอ ไม่ต้องขุดถอนย้ายปลูก ให้ผลผลิตในระยะเวลาใกล้เคียงกับการปลูกโดยใช้ต้นตอตา การปลูกสร้างสวนยางโดยการติดตาในแปลงจะประสบความสำเร็จได้ ขึ้นอยู่กับความสมบูรณ์ของกล้ายาง ความสมบูรณ์ของกิ่งตายาง และความสามารถของคนติดตายาง (สถาบันวิจัยยาง, 2550)

5. **ยางพาราพันธุ์** RRIM 600

ยางพาราพันธุ์ RRIM 600 มีถิ่นกำเนิด ในประเทศมาเลเซีย เกิดจากการผสมระหว่างพันธุ์ Tjir 1 กับ PB 86 การเจริญเติบโตของลำต้น ระยะก่อนเปิดกรีดและระหว่างกรีดเจริญเติบโตปานกลาง ความสม่ำเสมอของขนาดลำต้นทั้งแปลงปานกลาง ใบมีรูปร่างป้อม ปลายใบสีเขียวอมเหลือง ฉัตรใบเป็นรูปกรวยขนาดเล็ก ในระยะ 2 ปีแรกลำต้นจะตั้งตรง แตกกิ่งช้ากิ่งมีขนาดปานกลาง ทิ้งกิ่งมาก ทรงพุ่มมีขนาดปานกลางเป็นรูปพัด เริ่มผลัดใบเร็ว เปลือกเดิมบาง เปลือกงอกใหม่หนาปานกลาง (สถาบันวิจัยยาง, 2546) ในระยะก่อนเปิดกรีดและระหว่างกรีดการ

เจริญเติบโตปานกลางเปลือกเดิมบางเปลือกงอกใหม่หนาปานกลาง ผลผลิตระยะแรกปานกลาง แต่จะเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ ในปีต่อมา ให้ผลผลิตเนื้อยาง 10 ปีกรีดเฉลี่ย 289 กิโลกรัมต่อไร่ต่อปี มีจำนวนต้นเปลือกแห้งน้อย อ่อนแอมากต่อโรคใบร่วงและโรคเส้นดำ ต้านทานโรคราแป้งและใบจุดนูนในระดับปานกลาง อ่อนแอต่อโรคราสีชมพู ต้านทานลมระดับปานกลาง มีลักษณะดีเด่นคือ การปรับตัวและให้ผลผลิตได้ดีในเกือบทุกพื้นที่ ทนทานต่อการกรีดถี่ได้มากกว่าพันธุ์อื่นๆ และมีจำนวนต้นเปลือกแห้งน้อย (กรมพัฒนาที่ดิน, 2548)

6. การเจริญเติบโตของราก

6.1 ราก

ยางพารามีระบบรากที่เรียกว่า ระบบรากแก้ว คือ มีรากแก้ว รากแขนง และรากฝอย รากแก้ว จะมีขนาดไม่ยาวนัก ประมาณ 1.5-2.5 เซนติเมตร ทำหน้าที่ยึดลำต้นเป็นส่วนใหญ่ ส่วนรากแขนง จะแตกออกจากรากแก้วและแผ่กระจายออกไปไกลรอบทรงพุ่มของต้นยาง ทำหน้าที่ยึดลำต้น และดูดซึมธาตุอาหารและน้ำ ส่วนรากฝอย เป็นรากที่แตกออกจากรากแขนง แผ่กระจายทั่วไปบริเวณทรงพุ่ม และอยู่หนาแน่นมากบริเวณผิวดินที่ระดับความลึกไม่เกิน 30 เซนติเมตร ทำหน้าที่ดูดซึมธาตุอาหารและน้ำไปเลี้ยงส่วนต่างๆ (นเรศ, 2551)

6.2 ความสัมพันธ์ระหว่างรากและยอด

นอกเหนือจากหน้าที่หลักของรากที่มีต่อพืชบางประการ เช่น ทำหน้าที่ดูดน้ำและธาตุ อาหาร ทำหน้าที่ยึดเกาะดินให้พืชทรงตัวอยู่ได้ ทำหน้าที่สะสมอาหารและขยายพันธุ์ได้ในพืชบางชนิด และทำหน้าที่เป็นแหล่งเริ่มต้นในการสร้างฮอร์โมนพืช เป็นต้น นอกจากนี้พบว่า การเจริญเติบโตของรากมีความสัมพันธ์กับการเจริญของส่วนยอด Russell (1977) รายงานว่า การเจริญเติบโตของรากและยอดมีความสัมพันธ์กันในสภาพที่มีสภาพแวดล้อมคงที่ แต่เมื่อมีความแปรปรวนของสภาพแวดล้อมจะมีผลทำให้เกิดความแปรปรวนในการกระจายน้ำหนักแห้งในส่วนของรากและลำต้น ดังนั้นในการวิเคราะห์การเจริญเติบโตจึงพิจารณาโดยใช้หลักการของความสัมพันธ์ระหว่าง source และ sink เมื่อพืชมีการเจริญในส่วนยอดคือมีการเจริญของใบที่ทำหน้าที่สังเคราะห์แสงได้ดี ซึ่งถือเป็น source ที่ส่งเสริมให้มีการเจริญของราก คือ sink ได้ดีด้วย

7. **โรครากขาว** (White root disease)

7.1 **เชื้อสาเหตุและการเข้าทำลาย**

โรครากขาวหรือ White root disease เกิดจากเชื้อราที่มีชื่อว่า *Rigidoporus microporus* (Sw) Overeem (Syn. *Rigidoporus lignosus*) มักระบาดหนักในช่วงฤดูฝน ในพื้นที่ที่มีฝนตกชุบและความชื้นสูง ต้นยางที่มีอายุ 1 ปี ต้องคอยระมัดระวังเนื่องจากเชื้อราตัวนี้สามารถทำลายต้นยางได้ทุกระยะการเจริญเติบโต สังเกตเมื่อรากถูกทำลายจะมีเส้นใยสีขาวจำนวนมากปกคลุมและเกาะติดแน่นที่ผิวราก ถ้าเชื้อรามีอายุมากเปลี่ยนกลายเป็นเส้นนูนสีเหลืองซีด และสามารถสังเกตได้อีกที่คือเนื้อไม้ของรากจะแข็งกระด้างและมีสีน้ำตาลซีด ถ้าถึงขั้นรุนแรงจะกลายเป็นสีครีม ถ้าต้นยางอยู่ในที่ชื้นมากเกินไปรากจะอ่อนนิ่ม และมีดอกเห็ดที่มีลักษณะเป็นแผ่นครึ่งวงกลมแผ่นเดียวหรือหลายแผ่นทับซ้อนกันอยู่เป็นชั้นๆ ผิวด้านบนเป็นสีเหลืองส้ม โดยมีสีเข้มอ่อนเรียงสลับกันเป็นวงๆ ผิวด้านล้างเป็นสีส้มแดงหรือน้ำตาล ขอบดอกเห็ดเป็นสีขาว (สถาบันวิจัยยาง, 2550) หากไม่มีการป้องกันกำจัด เชื้อราจะแพร่ขยายไปยังต้นข้างเคียง ทำให้เกิดพื้นที่ว่างมากเป็นทวีคูณ ทำให้เกษตรกรต้องสูญเสียรายได้ส่วนหนึ่งไป เท่ากับอายุการให้ผลผลิตของต้นยาง หากยางพาราต้นหนึ่งให้ผลผลิตได้ถึงอายุ 25 ปี เกษตรกรจะสูญเสียรายได้ จากผลผลิตที่จะได้จากต้นยางไปตลอด 25 ปีเช่นกัน (Nandris *et al*., 1987)

อยุทธ์ และเสมอใจ (2554) ได้ทำการศึกษาความสูญเสียทางเศรษฐกิจที่เกิดจากโรครากขาว โดยได้ทำการศึกษาเก็บข้อมูลในพื้นที่ 8 จังหวัดของภาคใต้ที่มีการปลูกยางอย่างแพร่หลายและมีรายงานการแพร่ระบาดของเชื้อราที่เป็นสาเหตุของโรครากขาว ทำการเก็บรวบรวมข้อมูลโดยเลือกตัวอย่างของเกษตรกร จำนวน 236 ราย โดยใช้แบบสอบถาม ซึ่งเกษตรกรส่วนใหญ่สังเกตเห็นการระบาดของโรครากขาว แต่ไม่ทราบถึงวิธีการแก้ไขปัญหาและไม่ตระหนักถึงความเสียหายตลอดอายุยางมากนัก เนื่องจากการเข้าทำลายมักจะเกิดกับยางรุ่นหลัง เช่น พันธุ์ยาง RRIM 600 และ BPM 24 ส่งผลให้เกิดความสูญเสียทางเศรษฐกิจที่เกิดขึ้นกับครัวเรือนเกษตรกรนั้นขึ้น เท่ากับอายุของยางที่เชื้อราเข้าทำลาย โดยเป็นการสูญเสียต้นยางที่อ่อนแอและตายไปทำให้โอกาสที่จะได้ผลตอบแทนกับยางเหล่านี้ลดลง หากเกิดโรครากขาวตั้งแต่อายุ 1 ปี ความสูญเสียที่เป็นมูลค่าตลอดอายุยาง 25 ปี พบการระบาดในจังหวัดนครศรีธรรมราชมากที่สุด ประมาณ 478,930 บาทต่อไร่ และน้อยที่สุดในจังหวัดระนองประมาณ 24,602 บาทต่อไร่ โดยความสูญเสียจะลดลงเมื่อเข้าทำลายในยางที่มีอายุมากขึ้น

อารมณ์ (2551) รายงานว่า โรครากขาวสามารถแพร่ระบาดและเจริญเติบโตได้อย่างรวดเร็วในช่วงฤดูฝน อากาศมีความชื้นสูง โดยสามารถแพร่กระจายได้ 2 ทาง คือ การสัมผัสกันระหว่างรากที่เป็นโรคกับรากจากต้นปกติ ทำให้เชื้อเจริญลุกลามต่อไป และจากสปอร์เชื้อราที่อาศัยอยู่ในต้นยางพารา มีการสร้างดอกเห็ดที่โคน และรากจะผลิตสปอร์ออกมามากมาย สามารถแพร่กระจายได้โดยน้ำ ลม และแมลง สามารถเจริญเข้าไปทำลายต้นยางได้ทางบาดแผล และทางรอยเปิดธรรมชาติ ทำให้ต้นยางเป็นโรคและกลายเป็นแหล่งเชื้อใหม่ต่อไป

7.2 พืชอาศัยของเชื้อโรครากขาว

พืชอาศัยที่สำคัญ ได้แก่ ทุเรียน ขนุน จำปาดะ มังคุด มะพร้าว ไผ่ ส้ม โกโก้ ชา กาแฟ เนียงนก พริกไทย พริกขี้หนู น้อยหน่า มันสำปะหลัง สะเดาบ้าน สะเดาเทียม ทัง มะเขือเปราะ กระทกรก มันเทศ น้อยหน่า ลองกอง และสะตอ (พงษ์เทพ และคณะ, 2535)

7.3 การควบคุมโรครากขาว

7.3.1 การใช้วิธีเขตกรรมและใช้สารเคมี

ในระยะแรกๆ หรือเมื่อต้นยางพาราอายุประมาณ 1 ปี ถ้าโรคนี้ปรากฏควรกำจัดต้นที่เป็นโรคทิ้ง กำจัดเศษซากไม้ให้หมดจากพื้นที่ก่อนปลูกยางพารา เพื่อลดแหล่งเชื้อสาเหตุโรคในแหล่งที่มีการระบาด ภายหลังจากที่เตรียมดินปลูกแล้วควรปลูกพืชตระกูลถั่วเพื่อปรับสภาพดินให้เหมาะกับการเจริญเติบโตของพืช และจุลินทรีย์ที่มีประโยชน์ต่อพืช หลังปลูกยางแล้วตรวจสอบการเกิดโรคอย่างสม่ำเสมอ ในพื้นที่ที่มีโรคมาก่อนอาจผสมดินปลูกด้วยกำมะถันผง ก่อนปลูกยางพาราปรับสภาพดินไม่ให้มีความเหมาะสมต่อการเจริญของเชื้อสาเหตุ ถ้าพบต้นที่เป็นโรคขุดล้อมรอบๆ ต้นยางพาราที่เป็นโรคเพื่อไม่ให้โรคแพร่กระจายสู่ต้นอื่น และโรยด้วย กำมะถันผง หรือราดโคนต้นด้วย tridermoph, cyproconazole, propiconazole, hexaconazole, หรือ feniclonil (สถาบันวิจัยยาง, 2553) หรือขุดและตัดรากยางที่เป็นโรคนำไปเผาไฟทิ้งและทาบริเวณที่เป็นโรคด้วยสารเคมี เช่น คาร์โบลิเนียม (Nandris *et al.,* 1987; Guyot and Flori, 2002)

Hoong และคณะ (1991) ได้ศึกษาทดลองการใช้สารเคมี 3 ชนิดคือ triadimenol, triadimefon และ propiconazole โดยการผสมน้ำราดบริเวณรอบๆ โคนต้นที่เป็นโรคโดยการขุดรอบๆ โคน ลึก 8-10 เซนติเมตร ห่างรอบโคนต้น 5-8 เซนติเมตร พบว่าสารเคมีช่วยลดความรุนแรง

ของโรคลงได้ แต่ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับระยะความรุนแรงของโรค ระยะเวลาของการใช้สารเคมี และความเข้มข้นของสารเคมี เช่น ใช้ Triadimefon ป้องกันกำจัดโรครากขาวกับยางเล็กได้ผลดี

7.3.2 การใช้ต้นตอที่ต้านทานโรค

การใช้ต้นตอต้านทานต่อโรคนี้ยังไม่ได้ผลเท่าที่ควร เนื่องจากยังไม่มีรายงานพันธุ์ต้านทานที่มีประสิทธิภาพต่อโรคนี้ และพันธุ์ยางแต่ละพันธุ์มีลักษณะต้านทานต่อโรคต่างกัน สภาพแวดล้อมที่เหมาะสมต่อการเกิดโรคช่วยกระตุ้นให้ยางเป็นโรคมากขึ้น หรือพันธุ์ยางที่ต้านทานต่อโรคหนึ่งอาจอ่อนแอต่ออีกโรคหนึ่ง (อารมณ์ และคณะ, 2552) อย่างไรก็ตามมีการพยายามศึกษาวิจัยค้นหาสายพันธุ์ยางที่ให้ผลผลิตดี และสามารถทนทานต่อโรครากขาว เช่น Wattanasilakorn และคณะ (2012) ศึกษาการใช้ยางพาราพันธุ์ดั้งเดิมที่ต้านทานต่อโรครากขาว และใช้สายพันธุ์ GT 1 จากสุราษฎร์ธานี และ RRIM 600 จากสงขลา เป็นตัวเปรียบเทียบ พบว่า GT 1 อ่อนแอต่อโรครากขาวมากกว่าพันธุ์ RRIM 600 ในขณะที่พันธุ์ยางพาราดั้งเดิมภายในมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ คือ PSU 1 และ PSU 2 พันธุ์ยางพารา 2 พันธุ์ จากจังหวัดตรัง มีแนวโน้มในการต้านทานโรคที่ดีกว่า

อย่างไรก็ตามต้นตอพันธุ์ดั้งเดิมอาจมีพันธุกรรมที่แตกต่างกันกับกิ่งพันธุ์ดี ทำให้มีผลต่อการเข้ากันได้กับกิ่งพันธุ์ดี จึงต้องมีการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างต้นตอกับกิ่งพันธุ์ดี ว่ามีปัจจัยอะไรบ้างที่มีผลต่อการเข้ากันระหว่างต้นตอและกิ่งพันธุ์ดี

8. ความสัมพันธ์ของต้นตอกับกิ่งพันธุ์ดี

8.1 การพัฒนาการเชื่อมประสานของรอยต่อ

การขยายพันธุ์พืชโดยการให้เนื้อเยื่อของพืชสองชิ้นเชื่อมต่อกัน ถือหลักเกณฑ์ความใกล้ชิดของกลุ่มในการจัดหมวดหมู่พืชทางพฤกษศาสตร์เป็นสำคัญ พืชที่มีเครือญาติใกล้ชิดกันจะสามารถเข้ากันได้ดี (สุรีรัตน์ และเมืองทอง, 2539) นอกจากนี้ สนั่น (2522) รายงานว่ายังต้องคำนึงถึง การจัดวางเนื้อเยื่อเจริญระหว่างกิ่งพันธุ์ดีและต้นตอด้วย โดยให้วางเนื้อเยื่อเจริญของกิ่งพันธุ์ดีและต้นตอให้ใกล้ชิดกันมากที่สุด เพื่อให้เซลล์พาเรนไคมาที่เกิดจากต้นตอและกิ่งพันธุ์ดีประสานกันได้อย่างรวยเร็วที่สุด เมื่อเซลล์พาเรนไคมาของต้นตอและกิ่งพันธุ์ดีเกิดการประสานรวมตัวกันแล้วจะกลายเป็นท่อน้ำและท่ออาหาร ซึ่งเป็นทางผ่านของน้ำและธาตุอาหาร และในที่สุดเซลล์แคลลัสที่อยู่ด้านนอกจะพัฒนากลายเป็นเปลือกต่อไป

การเชื่อมต่อของรอยประสานหรือการเกิดรอยประสานของรอยต่อ Hartmann และคณะ (2002) ได้ลำดับการเกิดการเชื่อมต่อของรอยประสานว่ามี 3 ระยะด้วยกันคือ ระยะแรกเป็นความใกล้ชิดกันของแนวแคมเบียม ของต้นตอและกิ่งพันธุ์ เป็นผลทำให้เกิดการสร้างรอยเชื่อมของแคลลัสขึ้นอย่างต่อเนื่อง เนื้อเยื่อแคลลัสที่สร้างจากต้นตอและกิ่งพันธุ์สามารถรวมกัน ทำให้แคลลัสเพิ่มจำนวนมากขึ้นและเชื่อมประสานกันจนเป็นเนื้อเดียวกัน เจริญแทรกเข้าไปในช่องว่างระหว่างบาดแผลของต้นตอกับกิ่งพันธุ์ ระยะที่สองเป็นรอยเชื่อมแคมเบียม ที่เกิดจากการเปลี่ยนแปลงของแคลลัส จะเชื่อมติดต่อกับแคมเบียมเดิมของต้นตอและกิ่งพันธุ์ระหว่างรอยต่อ แคมเบียมจะเริ่มสร้างท่อน้ำและ ท่ออาหารใหม่ และระยะสุดท้าย ชั้น แคมเบียมใหม่จะสร้างท่อน้ำและท่ออาหารใหม่ เมื่อเนื้อเยื่อท่อลำเลียงเชื่อมติดต่อกันระหว่างต้นตอและกิ่งพันธุ์ ทำให้กระบวนการสร้างรอยประสานเกิดขึ้นอย่างสมบูรณ์

8.2 ปัจจัยที่มีผลต่อการประสานของรอยต่อ

การติดตาต่อกิ่งจะประสบความสำเร็จขึ้นอยู่กับหลายปัจจัยด้วยกัน ซึ่ง Hartmann และคณะ (2002) ได้รายงานว่ามีปัจจัยที่เกี่ยวข้องดังนี้

8.2.1 ชนิดพืช พืชบางชนิดต่อกันได้ยากแม้ไม่ใช่เพราะการเข้ากันไม่ได้ แต่เมื่อต่อกิ่งได้สำเร็จจะเติบโตดีมากและมีรอยต่อที่ไม่แข็งแรง เช่น โอ๊ค พีช และบางชนิดต่อกิ่งง่าย เช่น แอปเปิ้ล มะม่วง สามารถเปลี่ยนยอดด้วยวิธีง่ายๆ และมีเปอร์เซ็นต์ประสบความสำเร็จสูง

8.2.2 สภาพแวดล้อมระหว่างที่ทำการติดตาหรือภายหลังที่ทำการติดตาแล้ว เช่น อุณหภูมิ ความชื้น ออกซิเจน

8.2.3 การเข้าทำลายของเชื้อไวรัส แมลง และเชื้อโรคต่าง ๆ หากรอยต่อหรือต้นตอ และกิ่งพันธุ์ดีถูกรบกวนจากเชื้อโรค และแมลงก็จะทำให้เปอร์เซ็นต์การติดต่ำลง

8.2.4 การใช้สารเคมีเร่งการประสานของรอยต่อ การใช้สารเคมีเร่งในการเกิดการประสานของรอยต่อสารที่สำคัญเป็นสารในกลุ่มไซโตไคนิน (cytokinin) นอกจากนี้ยังรายงานการให้ออกซิน (auxin) ฉีดพ่นที่แผลของการทาบกิ่งมะม่วงก็มีผลทำให้เกิดแคลลัสได้เช่นกัน แต่อย่างไรก็ตามการใช้ออกซินเพียงอย่างเดียวมักให้ผลไม่ค่อยแน่นอน มีการทดลองใช้สาร BA ซึ่งเป็นสารในกลุ่มไซโตไคนิน ฉีดพ่นตรงบริเวณรอยแผลของต้นตอและกิ่งพันธุ์ดีพบว่ามีการเกิดแคลลัสได้มาก และมีเปอร์เซ็นต์การรอดตายสูงกว่าการไม่ใช้สาร

8.2.5 เทคนิคการติดตา การติดตาต้องวางเนื้อเยื่อเจริญให้แนบกันมากที่สุด ถ้าเนื้อเยื่อเจริญสัมผัสกันน้อยบริเวณนั้นยังคงเกิดการสมานหรือเชื่อมต่อกันของกิ่งพันธุ์ดีและเริ่มเจริญเติบโต แต่เมื่อตาแตกใบและมีพื้นที่ใหญ่ในสภาพอุณหภูมิสูงและมีอัตราการระเหยน้ำสูง การเคลื่อนที่ของน้ำผ่านบริเวณท่อน้ำท่ออาหารที่จำกัดย่อมไม่เพียงพอทำให้กิ่งพันธุ์ดีตายไป

8.2.6 การที่พืชทั้งสองเข้ากันไม่ได้ (incompatibility) ความไม่สามารถเข้ากันได้ระหว่างต้นตอกับกิ่งพันธุ์ดี เป็นผลให้เกิดความไม่เข้ากันหรือไม่รวมกันของรอยต่อ คือจะทำให้ต้นมีเปอร์เซ็นต์การติดน้อย ดังนั้นในทางปฏิบัติควรจะคำนึงเสมอว่าต้นพืชทั้งสองชนิดควรจะต่อกันได้ (compatibility)

การเข้ากันไม่ได้ คือปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นเมื่อ ต่อกิ่งพืชสองต้นเข้าด้วยกันแล้วรอยต่อไม่สามารถเชื่อมกันได้สำเร็จหรือต้นเติบโตไม่ดี พืชบางชนิดเมื่อติดตา หรือต่อกิ่งจะไม่สามารถเชื่อมต่อกันได้ เรียกว่า incompatibility ทั้งนี้เพราะ cambium ของกิ่งพันธุ์และต้นตอไม่สามารถเจริญเชื่อมต่อเป็นต้นเดียวกัน และไม่สร้างท่อน้ำกับท่ออาหาร แต่จะสร้างเป็น parenchyma จำนวนมาก ทำให้รอยต่อนั้นไม่แข็งแรง การสร้างท่อลำเลียงน้ำและท่อลำเลียงอาหารเป็นไปอย่างช้าๆ หรือในบางครั้งรอยต่อเกิดขึ้นอย่างดีในตอนแรกต่อมาเกิดการแยกจากกันในภายหลัง (รวมพร, 2550) นอกจากนี้ความบกพร่องของการเข้ากันไม่ได้ จะเกี่ยวกับการสะสมของสารประกอบฟีนอล ตรงบริเวณรอยต่อ (Gebhardt and Feucht, 1982) สาเหตุของเปอร์เซ็นต์การติดตาต่อกิ่งเกิดขึ้นต่ำ สันนิษฐานได้ว่าเกิดจากการไม่เข้ากันของต้นตอและกิ่งพันธุ์ มีความต่อเนื่องของชั้น cambium ระหว่างต้นตอและกิ่งพันธุ์น้อย (Dhuria *et al*., 1977)

นันทิยา (2542) ได้จัดกลุ่มชนิดของการเข้ากันไม่ได้ว่ามี 3 ชนิดด้วยกัน คือ Translocated Incompatibility เป็นอาการเข้ากันไม่ได้ของรอยประสานชนิดที่เกิดจากการถ่ายทอดสารบางอย่างที่เป็นพิษจากฝ่ายหนึ่งไปยังอีกฝ่าย ทำให้ท่ออาหารเสียเกิดรอยสีน้ำตาลนำไปสู่การลดลงของแป้งในต้นตอหรือการสะสมของสารประกอบฟีโนลิกที่เป็นพิษในบริเวณรอยต่อระหว่างต้นตอกับกิ่งพันธุ์ดี Localized Incompatibility เป็นอาการเข้ากันไม่ได้ของรอยประสานเนื่องจากมีการเสื่อมสลายหรือผิดปกติของเซลล์บริเวณรอยประสานโดยตรง ถ้าใช้อินเตอร์สต็อกซึ่งเข้ากันได้กับทั้งกิ่งพันธุ์และต้นตอก็สามารถแก้ปัญหานี้ได้ และ Virus-Induced Incompatibility ความล้มเหลวในการเกิดรอยต่อ โดยมีอาการเหมือนการเข้ากันไม่ได้อาจมีสาเหตุจากโรค ในบางกรณีความผิดปกติที่เกี่ยวข้องกับการเข้ากันไม่ได้นั้น พบสาเหตุในภายหลังว่าเป็นเพราะโรคไวรัสแฝง (หรือเชื้อโรคคล้ายไมโคพลาสมา) ซึ่งได้มาจากการต่อกิ่งพันธุ์ที่ต้านทานโรคกับต้นตอที่อ่อนแอ

สนั่น (2523) กล่าวไว้ว่า การประเมินความสามารถในการเข้ากันได้หรือไม่ได้ระหว่างต้นตอและกิ่งพันธุ์ดี เพื่อที่จะช่วยในการตัดสินใจก่อนที่คู่ต่อกิ่งทั้งสองว่าสามรถจะเชื่อมต่อกันได้จริง ซึ่งวิธีการใช้คาดคะเนการเข้ากันได้นี้ มีการแบ่งเป็น 2 ประเภทใหญ่ คือ การศึกษาโดยวิธีการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืชและการศึกษาในสภาพแปลงปลูก

การศึกษาโดยวิธีการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืช มักมีจุดมุ่งหมายเพื่อศึกษาถึงกลไกการทำงานของการเข้ากันไม่ได้ เช่น การเพาะเลี้ยงแคลลัส การเพาะเลี้ยงเซลล์ซัสเพนชั่น การเพาะเมล็ดในสภาพปลอดเชื้อและต่อกิ่งในสภาพปลอดเชื้อ (สนั่น, 2523; Copes, 1987) ซึ่งมีรายงานเปรียบเทียบผลของการเพาะเมล็ดในสภาพปลอดเชื้อและการปลูกเลี้ยงในแปลง ซึ่งมีผลที่คล้ายคลึงกันในการตอบสนองต่อการเข้ากันไม่ได้และเข้ากันได้ (Aaouine, 1986)

การศึกษาในสภาพแปลงปลูก โดยเริ่มแรกวิธีนี้จะอาศัยการสังเกตอาการผิดปกติจากลักษณะภายนอก หรือลักษณะทางสัณฐานวิทยาที่ผิดปกติที่เกิดขึ้นภายหลังการต่อกิ่ง ซึ่งถ้าพบอาการผิดปกติที่แสดงการเข้ากันไม่ได้อาจต้องใช้ระยะเวลาหลายปีหรือหลายฤดูกาล (สนั่น, 2523)

Verma และคณะ (2000) รายงานว่าการเข้ากันไม่ได้ (incompatibility) ของพุทรา (*Zizyphus mauritiana*) พันธุ์ Gola กับต้นตอพันธุ์ Jharber นั้นเกิดจากการสร้างแคลลัสไม่เต็มรอยแผล เกิดช่องว่างระหว่างต้นตอกับกิ่งพันธุ์ดี แคลลัสไม่มีการเปลี่ยนแปลงไปเป็นแคมเบียมและเนื้อเยื่อลำเลียงใหม่ ซึ่งอาจส่งผลให้ต้นพืชใหม่ที่ได้มีความอ่อนแอ และมีแนวโน้มเกิดอาการคอขวดเมื่อต้นพืชมีอายุมากขึ้น Unal (1995) และ Ermel และคณะ (1997) รายงานว่า อาการเข้ากันไม่ได้ของรอยประสานเกิดจากแคลลัสไม่มีการเปลี่ยนแปลงพัฒนาหรือเกิดช่องว่างเนื่องจากสร้างแคลลัสไม่เต็มรอยแผล ทำให้แคมเบียมของต้นตอและกิ่งพันธุ์ดีไม่มีการเชื่อมต่อกัน ซึ่งเป็นอาการสำคัญอย่างหนึ่งที่สามารถบ่งบอกถึงการเข้ากันไม่ได้

อย่างไรก็ตาม มณเทียน (2550) ได้อธิบายไว้ว่า กลไกลการประสานของรอยต่อนี้อาจเกิดจากกระบวนการ และระยะเวลาของการพัฒนาที่แตกต่างออกไป ขึ้นอยู่กับชนิดของพืชและปัจจัยภายนอกอื่นๆ ตัวอย่างพืชที่มีการประสานของรอยต่อได้ง่ายรวยเร็ว เช่น แอปเปิล และมะม่วง ซึ่งพืชทั้งสองชนิดมียาง มาอุดท่อน้ำบริเวณแผลที่ถูกเฉือน ทำให้เนื้อเยื่อไม่สูญเสียน้ำมาก และพืชบางชนิดที่การเชื่อมประสานของรอยต่อเกิดขึ้นได้ยาก เช่น วอลนัท ซึ่งจะมียางมาอุดท่อน้ำช้ามาก ทำให้เกิดการสูญเสียน้ำและเนื้อเยื่อบริเวณรอยต่อตายเป็นจำนวนมาก ส่วนปัจจัยที่มีผลต่อการสมานแผลในการต่อกิ่ง ได้แก่ ชนิดของพืช สภาวะอุณหภูมิ ความชื้น ออกซิเจนระหว่างการ

ต่อกิ่งและภายหลังการต่อกิ่ง สภาพการเติบโตของต้นตอ เทคนิคการของต่อกิ่ง การติดเชื้อไวรัส การมีโรคและแมลงรบกวน และการเข้ากันไม่ได้ระหว่างต้นต่อและกิ่งพันธุ์ดี (นันทิยา, 2542)

9. การเข้ากันได้ของต้นตอกับกิ่งพันธุ์ดี

ความสัมพันธ์และการเข้ากันได้ของการประสานและไม่ประสานกันของต้นตอและกิ่งพันธุ์ดีของพืชตระกูลสน พบว่าประมาณ 75% ของการเข้ากันได้ระหว่างต้นตอและกิ่งพันธุ์เกิดจากพันธุกรรมประมาณ 50% ในกรณีต้นตอและกิ่งพันธุ์ไม่มีความสัมพันธ์ทางพันธุกรรมนั้น พบว่าสามารถเข้ากันได้ประมาณ 56% (Donald, 1973) การสร้างแคลลัสเป็นจุดเริ่มต้น โดยพบว่าการสร้างแคลลัสใหม่เกิดขึ้นจากการตอบสนองของการเกิดบาดแผล การตอบสนองนี้ทำให้เกิดการเขากันได้และการเข้ากันไม่ได้ของการติดตา ต่อกิ่ง (Moore and Walker, 1981) นอกจากนี้ยังพบว่าการเข้ากันได้ของการต่อกิ่ง เป็นผลในทางบวกที่ปรากฏขึ้นจากการควบคุมทางพันธุกรรมของยีนจำนวนมาก (Copes, 1987) อุณหภูมิ 8-32 องศาเซลเซียสเหมาะสมสำหรับการติดตาต่อกิ่ง ทำให้เจริญเติบโตดี การติดตาต่อกิ่งในโรงเรือนที่ควบคุมความชื้นและอุณหภูมิจะได้ผลดีอย่างยิ่ง ซึ่งการต่อกิ่งกลางแจ้งควรทำในฤดูที่มีอุณหภูมิเหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของเนื้อเยื่อ (นันทิยา, 2542)

Gonçalves และ Martins (2002) ได้ทำการศึกษาการเข้ากันได้ระหว่างต้นตอและกิ่งพันธุ์ดีของยางพาราจำนวน 5 พันธุ์ ได้แก่ IAN 873, RRIM 600, RRIM 701, PB 235 และ GT 1 โดยใช้วิธีผสมแบบพบกันหมด (diallel cross) พบว่า ต้นตอพันธุ์ RRIM 600 เชื่อมต่อกับกิ่งพันธุ์อื่นๆ ได้ดีที่สุด ตามด้วยพันธุ์ PB 235 ต้นตอมีอิทธิพลต่อกิ่งพันธุ์ดีมากส่งผลต่อการเข้ากันได้ระหว่างต้นตอกับกิ่งพันธุ์ดี การใช้ยางพาราพันธุ์ RRIM 600 และ PB 235 เป็นทั้งกิ่งพันธุ์ดีและต้นตอประสบความสำเร็จในการผลิตตาและให้ผลผลิตสูง สอดคล้องกับ Cardinal และคณะ (2007) รายงานว่า การใช้ต้นตอที่ไม่ได้ผ่านการคัดเลือก จะทำให้เกิดการเข้ากันได้ต่ำมากเมื่อเทียบกับต้นตอที่ผ่านการทดสอบ

รัชนีกร และจรัสศรี (2555) ศึกษาการวิเคราะห์พันธุกรรมของยางพาราพันธุ์ดั้งเดิมโดยใช้เครื่องหมายอาร์เอพีดี และการศึกษาอิทธิพลของต้นตอพันธุ์ดั้งเดิมต่อการเจริญเติบโตของกิ่งพันธุ์ RRIM 600 โดยใช้กิ่งตายางพาราพันธุ์ RRIM 600 ติดตาบนต้นตอที่แตกต่างกัน 5 แหล่ง จากมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ จังหวัดสงขลา 1 แหล่ง และจังหวัดนครศรีธรรมราช 4 แหล่ง พบว่ากลุ่มต้นตอยางพาราที่ได้จากการเพาะเมล็ดที่เก็บมาจากบ้านจันดี

อำเภอนาบอน จังหวัดนครศรีธรรมราช (แหล่งที่ 2) และต้นตอจากมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ ส่งผลต่อการเจริญเติบโตของกิ่งตาพันธุ์ RRIM 600 ดีที่สุด

วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาระบบรากและการเจริญเติบโตของต้นตอยางพาราพันธุ์ดั้งเดิมก่อนนำมาขยายพันธุ์โดยวิธีการติดตา

2. เพื่อศึกษาการเข้ากันได้ของต้นตอยางพาราพันธุ์ดั้งเดิมที่ทนทานต่อโรครากขาวกับกิ่งพันธุ์ดี RRIM 600 โดยดูเปอร์เซ็นต์ความสำเร็จของการติดตาและพัฒนาการของเนื้อเยื่อตรงบริเวณรอยต่อ

3. เพื่อศึกษาการตอบสนองทางสรีรวิทยาของกิ่งพันธุ์ดี RRIM 600 บนต้นตอพันธุ์ดั้งเดิม

บทที่ 2
วัสดุ อุปกรณ์และวิธีการ

1. วัสดุและอุปกรณ์

1.1 วัสดุพืช

- ต้นตอยางพาราพันธุ์ดั้งเดิมที่ผ่านการทดสอบทนทานต่อโรครากขาว
- กิ่งตายางพาราพันธุ์ RRIM 600

1.2 วัสดุสารเคมี

- สารเคมีที่ใช้ในการทำสไลด์ถาวร ได้แก่ แอลกอฮอล์ พาราฟิน กรดอะซิติก เมาท์ติ้งมีเดีย ไซลีน สีซาฟรานิน ฟาสต์กรีน น้ำยายึดเนื้อเยื่อพืชให้ติดแผ่นสไลด์ ตัวกลางสำหรับปิดแผ่นสไลด์ และ clove oil

- สารเคมีสำหรับเตรียมตัดเนื้อเยื่อวิทยาพืช น้ำยาคงสภาพ FAAII (ประกอบด้วย ethanol 70 เปอร์เซ็นต์ 90 มล. glacial acetic acid 5 มล. และ Formalin 5 มล.) น้ำกลั่น แอลกอฮอล์ 50, 70, 95 และ 100 เปอร์เซ็นต์

1.3 วัสดุอื่นๆ

- ดินร่วนเหนียวปนทราย
- กระดาษติดฉลาก
- สายวัดความยาวและตลับเมตร
- กระดาษชั่งสาร
- ถุงมือยาง
- ใบมีดโกน
- พู่กัน

1.4 อุปกรณ์

1.4.1 อุปกรณ์เก็บตัวอย่างพืช

- การไกรตัดกิ่ง
- มีด

- น้ำยาคงสภาพเซลล์ FAAII (Formalin Acetic acid) 70 เปอร์เซ็นต์
- ขวดเก็บตัวอย่าง

1.4.2 อุปกรณ์สำหรับการศึกษาการตอบสนองทางสรีรวิทยา

- เครื่องวัดอัตราการสังเคราะห์แสง รุ่น LCi Photosynthesis system ของ ADC Bio Science Ltd., United Kingdom
- เครื่องวัดปริมาณคลอโรฟิลล์ (Chlorophyll meter-SPAD-502, Minolta Co., Ltd, Japan)
- เครื่องบันทึกข้อมูลสภาพภูมิอากาศ HOBO U23-001 Pro v2

1.4.3 อุปกรณ์สำหรับการศึกษาระบบราก

- ป้ายแสดงหน่วยทดลอง ลวด เชือกฟาง เชือกไนลอน
- สายวัด ไม้เมตร ไม้บรรทัด
- พลาสติกทึบสีดำ
- แผ่นอะคริลิคใสอย่างหนา ขนาด 50 X 100 เซนติเมตร จำนวน 80 แผ่น
- ไม้แข็งกลาง 3.81 X 7.62 เซนติเมตร ยาว 100 เซนติเมตร จำนวน 80 ท่อน
- ไม้แข็งกลาง 3.81 X 7.62 เซนติเมตร ยาว 50 เซนติเมตร จำนวน 40 ท่อน
- ไม้ 2.54 X 5.08 เซนติเมตร ยาว 50 เซนติเมตร จำนวน 80 ท่อน
- น็อตตัวผู้ ยาว 3.81 เซนติเมตร จำนวน 4 ตลับ
- เครื่องสแกนภาพ

1.4.4 อุปกรณ์และเครื่องมือในการศึกษาเนื้อเยื่อวิทยา

- เครื่องฝังเนื้อเยื่อ
- โรตารีไมโครโทม
- เครื่องอุ่นสไลด์
- ตู้อบ
- แผ่นสไลด์แก้ว
- กระจกปิดสไลด์
- กล้องจุลทรรศน์คอมพาวน์ด
- เครื่องชั่งทศนิยม 4 ตำแหน่ง
- น้ำแข็ง
- เครื่องแก้ว

- กล้องถ่ายรูป
- คีมคีบ
- พู่กัน
- ตู้ไมโครเวฟ
- ตู้ดูดควัน

1.5 **อุปกรณ์อื่น ๆ**

- ถุงมือ
- กระดาษชั่งสาร
- กระดาษป้ายชื่อ
- ปากกาเคมี
- กระดาษกรอง
- เวอร์เนีย

2. วิธีการดำเนินการ

2.1 การบันทึกข้อมูลอากาศ

ทำการบันทึกข้อมูลอากาศในแต่ละวันภายในโรงเรือนกระจก โดยใช้ HOBO U23-001 Pro v2 โดยเก็บข้อมูลอุณหภูมิสูงสุด-ต่ำสุด และความชื้นสัมพัทธ์ เก็บบันทึกข้อมูลทุกๆ 3 ชั่วโมง เก็บข้อมูลเป็นระยะเวลา 6 เดือน ตั้งแต่เดือนมีนาคมถึงเดือนสิงหาคม 2556

2.2. วิธีการทดลอง

ทำการเก็บรวบรวมเมล็ดพันธุ์ยางพาราพันธุ์ดั้งเดิมจากสถานที่ต่างๆ ที่ผ่านการทดสอบแล้วตามรายงานของสุณีรัตน์ จำนวน 1 โคลน คือ โคลนที่ 1 มีความทนทานต่อโรครากขาว (Wattanasilakorn และคณะ, 2015) ส่วนโคลนที่ 2, 3, 4 และ 5 ได้ทำการทดสอบเบื้องต้นแล้วว่ามีความทนทานต่อโรครากขาวในระดับหนึ่ง นำเมล็ดมาเพาะที่แปลงทดลองภาควิชาพืชศาสตร์ คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา สำหรับใช้เป็นต้นตอในการศึกษา เมื่อต้นกล้ายางมีอายุประมาณ 2 เดือน ทำการย้ายต้นกล้าไปปลูกในโรงเรือนกระจก เพื่อศึกษาการเจริญเติบโตของราก โดยให้ยางพันธุ์ RRIM 600 เป็นตัวเปรียบเทียบ

เมื่อต้นกล้ายางมีอายุได้ประมาณ 8 เดือนหรือเส้นผ่านศูนย์กลางของลำต้นประมาณ 1 เซนติเมตร นำกิ่งตายางพาราพันธุ์ดี RRIM 600 ติดเข้ากับต้นตอที่เตรียมไว้ เมล็ดยางพาราที่ศึกษาครั้งนี้นำมาจากพื้นที่ในมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา และสวนเกษตรกร ม. 3 ต.ทุ่งลาน อ.คลองหอยโข่ง จ.สงขลา (ตารางที่ 1)

วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Completely Randomized Design: CRD) กำหนดให้สิ่งทดลองคือ ต้นตอพันธุ์ดั้งเดิม จำนวน 5 โคลน และพันธุ์RRIM 600 จำนวน 1 โคลน เลือกใช้ต้นกล้าจำนวน 4 ต้น หรือ 4 ซ้ำต่อโคลน โดยคัดเลือกต้นกล้าที่มีขนาดและความสูงใกล้เคียงกัน โดยก่อนปลูกนำดินไปวิเคราะห์ปริมาณธาตุอาหารและชนิดของดิน เพื่อนำมาเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐานของดินที่เหมาะสมกับการปลูกยางพารา

ตารางที่ 1 สถานที่เก็บตัวอย่างเมล็ดพันธุ์ยางพาราดั้งเดิม (อายุ 50 ปีขึ้นไป) และยางพาราพันธุ์แนะนำที่ใช้ในการศึกษา

ชนิด	ชื่อพันธุ์	ตำแหน่งที่ปลูก	สถานที่
ยางพารา พันธุ์ดั้งเดิม	Clone#1	7° 0' 23.1" N 100° 29' 52.8"E	คณะวิทยาการจัดการสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่ จ. สงขลา
	Clone#2	7° 0' 33.1" N 100° 29' 57.2" E	หอประวัติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่ จ. สงขลา
	Clone#3	7° 0' 36.0" N 100° 29' 53.0"E	สำนักงานอธิการบดี มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่ จ. สงขลา
	Clone#4	7° 0' 37.8" N 100° 29' 56.7" E	วงเวียนทางเข้าหอพักนักศึกษา มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่ จ. สงขลา
	Clone#5	7° 0' 29.6" N 100° 30' 2.2" E	อ่างเก็บน้ำ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่ จ. สงขลา
ยางพารา พันธุ์แนะนำ	RRIM 600	6° 8' 64.27" N 100° 42' 69.38" E	สวนเกษตรกร ต.ทุ่งลาน อ.คลองหอยโข่ง จ.สงขลา

2.3 การศึกษาการเจริญเติบโตของต้นตอยางพาราพันธุ์ดั้งเดิมก่อนและหลังติดตา

2.3.1 การเจริญเติบโตของรากยางพารา

ทำการศึกษาการเจริญเติบโตของรากโดยใช้เทคนิคมินิไรโซตรอน (minirhizotron) ตามวิธีการที่รายงานโดย นเรศ (2551) เก็บข้อมูลโดยใช้แผ่นอะคริลิกใส กว้าง 45 เซนติเมตร ยาว 100 เซนติเมตร หนา 4 มิลลิเมตร ทำเป็นไรโซบ็อกซ์ (rhizonbox)ขึ้นมาโดยใช้ไม้ที่มีความหนา 3.81 เซนติเมตร กว้าง 7.62 เซนติเมตร เป็นตัวเชื่อม ระหว่างแผ่นอะคริลิคทั้งสอง ด้านล่างเจาะรูเพื่อทำการระบายน้ำ (ภาพที่ 1) ศึกษาโดยใช้ภาพถ่ายที่ระดับความลึก 0-100 เซนติเมตร จากผิวดิน วัดเป็นระดับความลึกต่างๆ ได้แก่ 0-20, 20-40, 40-60, 60-80 และ 80-100 เซนติเมตรโดยใช้เครื่องสแกนเนอร์ หลังจากนั้นนำภาพที่ได้ไปวิเคราะห์ด้วยโปรแกรมวิเคราะห์ราก (RootFly)

ภาพที่ 1 ไรโซบ็อกซ์ที่ใช้ปลูกกล้ายางพาราเพื่อศึกษาการเจริญเติบโตของระบบราก

2.3.2 การเจริญเติบโตของต้นตอยางพาราก่อนติดตา

ทำการศึกษาการเจริญเติบโตของยางพาราพันธุ์ดั้งเดิมและพันธุ์ RRIM 600 จากสถานที่ต่างๆ หลังจากย้ายปลูกลงในไรโซบ็อกซ์ไป 20 สัปดาห์ โดยวัดขนาดของเส้นผ่านศูนย์กลาง

ของลำต้นก่อนติดตา โดยวัดที่ระดับ 5 เซนติเมตร สูงจากพื้นดิน วัดความสูงของลำต้น ก่อนติดตา (วัดจากโคนต้นถึงปลายยอด) และนับจำนวนใบ (นับจำนวนใบที่เป็นใบเพสลาด)

2.3.3 การเจริญเติบโตของต้นตอยางพาราหลังติดตา

ทำการศึกษาการเจริญเติบโตของกิ่งพันธุ์ดี RRIM 600 บนต้นตอพันธุ์ดั้งเดิมและพันธุ์ RRIM 600 ที่ใช้เปรียบเทียบ หลังจากทำการติดตาไป 20 สัปดาห์ โดยวัดขนาดของเส้นผ่านศูนย์กลางของลำต้น วัดที่ระดับความสูง 5 เซนติเมตรจากแผ่นตา วัดความสูงของลำต้น (วัดจากแผ่นตาจนถึงปลายยอด) และนับจำนวนใบ (นับจำนวนใบที่เป็นใบเพสลาด)

2.3.4 การหาอัตราส่วนน้ำหนักแห้งรากต่อยอด (root-shoot ratio)

หลังจากทำการติดตาเป็นระยะเวลา 20 สัปดาห์ ทำการหาอัตราส่วนของรากต่อยอด ตัดแยกระหว่างส่วนของรากและส่วนของยอดออกจากกัน จำนวน 4 ต้น (1 ต้นต่อ1ซ้ำ) จำนวน 6 ทรีทเมนต์ โดยใช้ระดับคอดินเป็นเกณฑ์ ล้างส่วนของรากให้สะอาด นำทั้งสองส่วนไปอบที่ อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 48 ชั่วโมง แล้วชั่งหาน้ำหนักแห้งเปรียบเทียบอัตราส่วนระหว่างรากต่อยอด

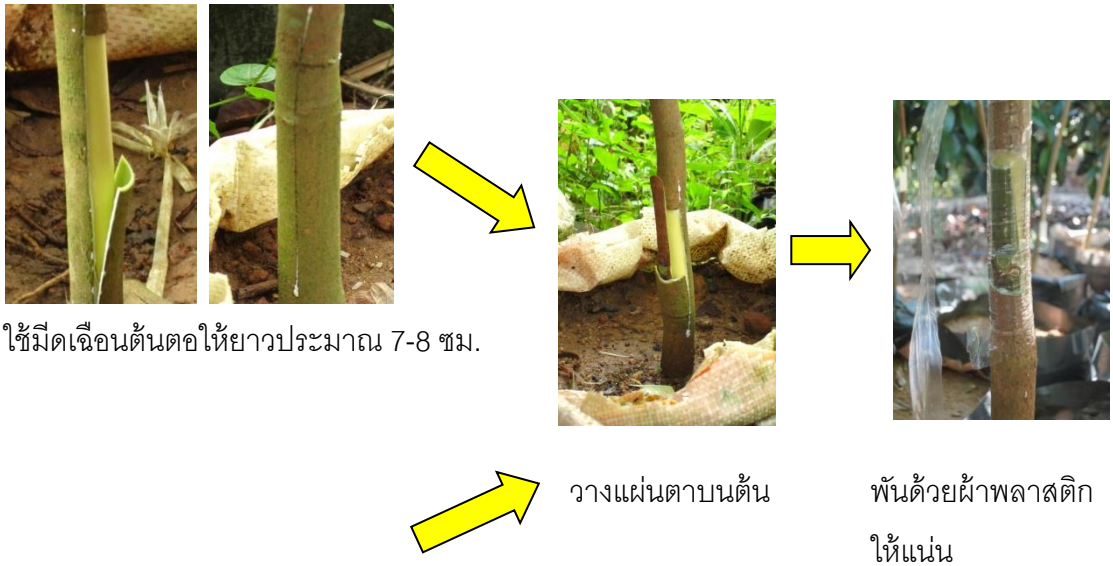
2.4 ศึกษาการเข้ากันได้ของต้นตอยางพาราพันธุ์ดั้งเดิมที่ผ่านการทดสอบทนทานต่อโรครากขาวกับกิ่งพันธุ์ดี RRIM 600

2.4.1 เปอร์เซ็นต์ความสำเร็จของการติดตา

เมื่อต้นตอที่ปลูกในไรโซบ็อกซ์มีอายุได้ 8 เดือน หรือขนาดของเส้นผ่านศูนย์กลางไม่น้อยกว่า 1 เซนติเมตร นำกิ่งพันธุ์ดี RRIM 600 มาติด เข้ากับต้นตอ โดยวิธีการติดตาแบบเพลท (ภาพที่ 2) ใช้มีดกรีดต้นตอจากโคนต้นให้ต่ำที่สุด ขึ้นไปข้างบน 2 รอย ให้รอยห่างกัน 1 ซม. ยาว 7-8 ซม. ตัดขวางรอยกรีดส่วนบน ลอกเปลือกออกจนสุดรอยกรีด ตัดเปลือกที่ลอกให้เหลือเป็นลิ้นประมาณ 1-1.5 ซม. เฉือนกิ่งตาจากปลายไปหาโคน ให้ติดเนื้อไม้บางๆ สม่ำเสมอ ยาวประมาณ 8-9 ซม. ใช้นิ้วชี้และนิ้วหัวแม่มือลอกแผ่นตาออกจากเนื้อไม้ ใช้ริมฝีปากลอกเนื้อไม้ออกจากแผ่นตา สอดแผ่นตาลงในลิ้นของต้นตอเบาๆ ให้แนบกับรอยเปิด เริ่มพันเทปพลาสติกจากด้านล่าง ต่ำกว่าลิ้นเล็กน้อยขึ้นไปข้างบน แต่ละรอบที่พันให้พลาสติกทับกันเล็กน้อย จนได้ครึ่งหนึ่งของแผ่นตา พันพลาสติกต่อจนเลยแผ่นตาไป 2-3 รอบ สอดปลายเข้าไปในห่วงรอบสุดท้าย ดึงให้แน่น คู่ติดตามี 6 คู่ ได้แก่ กิ่งพันธุ์ดี RRIM 600 บนต้นตอพันธุ์ดั้งเดิม จำนวน 5 โคลน และ กิ่งพันธุ์ดี RRIM 600 บนต้นตอพันธุ์ RRIM 600 จำนวน 1 โคลน เพื่อเป็นตัวเปรียบเทียบ

ทำการศึกษาเปอร์เซ็นต์ความสำเร็จของการติดตา หลังจากติดตาไป 4 สัปดาห์ ตามสูตรดังนี้

$$\text{ความสำเร็จของการติดตา (\%)} = \frac{\text{จำนวนต้นที่ติดตาสำเร็จ}}{\text{จำนวนต้นติดตาทั้งหมด}} \times 100$$



ภาพที่ 2 วิธีการติดตาแบบเพลทในยางพารา

2.4.2 พัฒนาการของรอยต่อ

ทำการศึกษาพัฒนาการของรอยต่อที่อายุ 5 วัน 10 วัน และ 20 วัน หลังจากทำการติดตาด้วยกิ่งพันธุ์ดี RRIM 600 ลงบนต้นตอพันธุ์ดั้งเดิมและพันธุ์ RRIM 600 ที่เป็นตัวเปรียบเทียบ สุ่มเก็บตัวอย่างทรีทเมนต์ละ 1 ต้น ทุกๆ อายุของรอยต่อ โดยตัดรอยต่อตามขวางหนา 0.5 เซนติเมตร จำนวน 5 ชิ้นต่อตัวอย่าง ของแต่ละอายุมาเก็บรักษาในน้ำยาคงสภาพสูตร FAA (formalin-acetic-alcohol) นำชิ้นส่วนพืชไปดึงน้ำออกนอกเซลล์ เพื่อเป็นการทำให้ชิ้นส่วนปราศจากน้ำ โดยใช้ T-butyl alcohol จากความเข้มข้นต่ำไปหาความเข้มข้นสูง นำชิ้นส่วนฝังลงในบล็อกพาราฟิน ทำการตัดแต่งบล็อกพาราฟิน นำชิ้นส่วนของพืชที่อยู่ในบล็อกพาราฟินตัดด้วย

เครื่องโรตารีไมโครโทม ให้มีขนาดความหนา 12 ไมโครเมตร ติดชิ้นบางที่ตัดบนสไลด์แก้ว จากนั้นละลายพาราฟินและเอาน้ำเข้าสู่เซลล์ นำไปย้อมสี ซึ่งสีที่ใช้ย้อมมี 2 ชนิด คือซาฟรานิน และฟาสต์กรีน และทำการปิดกระจกปิดสไลด์ โดยใช้ mounting medium เป็นตัวยึด (ละม้าย, 2552) นำไปส่องด้วยกล้องจุลทรรศน์และถ่ายภาพด้วยกล้องดิจิตอล FUJIFILM และเปรียบเทียบการเจริญของเนื้อเยื่อตรงรอยต่อ

2.5 ศึกษาการตอบสนองทางสรีรวิทยาหลังทำการติดตา

2.5.1 วัดอัตราการสังเคราะห์แสง การชักนำปากใบ และการคายน้ำ

ทำการวัดอัตราการสังเคราะห์แสง การชักนำปากใบ และการคายน้ำใน ต้นยางพาราพันธุ์ RRIM 600 ที่แตกใบ 1-2 ฉัตร ภายใต้โรงเรือนกระจกซึ่งอยู่ในสภาพแวดล้อมเดียวกัน ด้วยเครื่องมือวัดการสังเคราะห์แสง (LCi Photosynthesis System) (ACD Bioscience Ltd., United Kingdom) ในช่วงเวลา 9.00 – 14.00 น. เพื่อดูการตอบสนองทางสรีรวิทยา โดยเลือกใบที่ระยะเพสลาดอายุใกล้เคียงกัน จำนวน 3 ใบต่อต้น 4 ซ้ำ 6 ทรีทเมนต์

2.5.2 ประเมินค่าความเขียวสีใบ

ทำการศึกษาค่าความเขียวของใบ (leaf greenness) ในยางพาราพันธุ์ RRIM 600 หลังจากติดตาบนต้นตอโคลนต่างๆ โดยใช้เครื่อง Chlorophyll meter รุ่น SPAD-502 (ยี่ห้อ Minolta) โดยทำการสุ่มใบยางใบที่ 2-3 จากยอดฉัตรใบ จากนั้นทำการหนีบแผ่นใบทำต้นละ 3 ใบ ใบละ 3 ซ้ำ ทุกๆ ทรีทเมนต์ อ่านค่า SPAD จากหน้าจอ SPAD-502

บทที่ 3
ผล

1. ข้อมูลดินที่ใช้ในการทดลอง

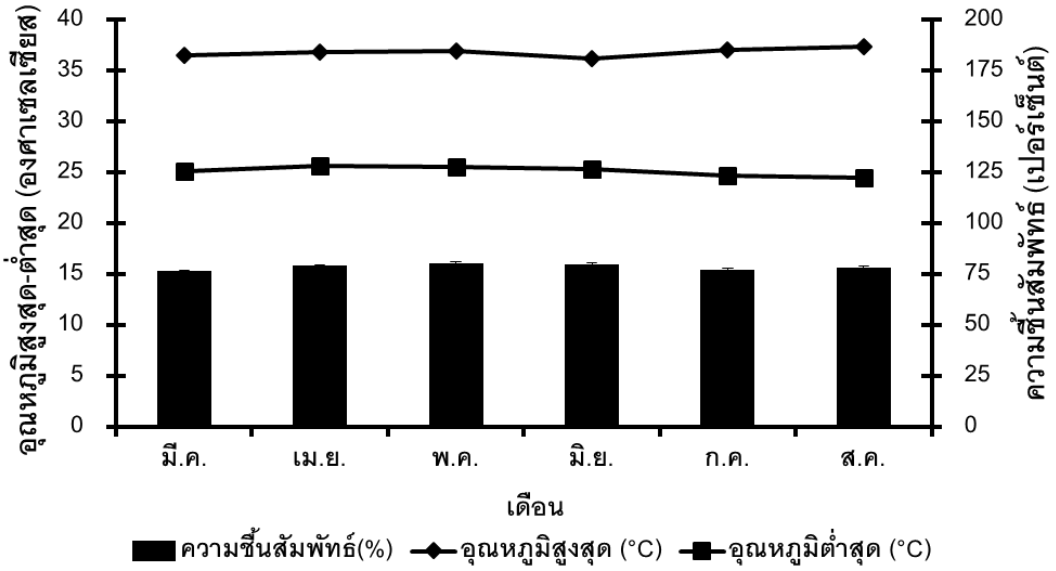
จากการเก็บตัวอย่างดินไปวิเคราะห์ปริมาณธาตุอาหาร ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) และลักษณะเนื้อดิน พบว่า มีปริมาณธาตุอาหารไนโตรเจน 0.06 เปอร์เซ็นต์ ปริมาณธาตุอาหารฟอสฟอรัส 7.07 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมปริมาณธาตุอาหารโพแทสเซียม 65.03 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH 5.45) และลักษณะของเนื้อดินเป็นแบบดินร่วนเหนียวปนทราย ซึ่งเมื่อเทียบกับค่ามาตรฐานของดินที่เหมาะสมกับการปลูกยางพาราโดยภาพรวม พบว่าดินที่นำมาทดลองนี้อยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน (ตารางที่ 2)

ตารางที่ 2 ผลการวิเคราะห์ปริมาณธาตุอาหารไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม ค่าเปอร์เซ็นต์ความเป็นกรด-ด่าง (pH) และลักษณะเนื้อดินที่ใช้ทดลอง

ไนโตรเจนทั้งหมด (%)	ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ (mg/kg)	โพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ (mg/kg)	ความเป็นกรด-ด่าง (pH)	เนื้อดิน
0.06	7.07	65.03	5.45	ดินร่วนเหนียวปนทราย

2 ข้อมูลอากาศระหว่างการทดลอง

จากข้อมูลสภาพอากาศระหว่างการทดลองในเดือนมีนาคมถึงเดือนสิงหาคม 2556 ประกอบด้วยค่า อุณหภูมิสูงสุด-ต่ำสุด และค่าความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศพบว่า อุณหภูมิสูงสุดในแต่ละวันเฉลี่ยเท่ากับ 36.84 องศาเซลเซียส อุณหภูมิต่ำสุดในแต่ละวันเฉลี่ยเท่ากับ 25.15 องศาเซลเซียส และค่าความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศเฉลี่ยอยู่ที่ระดับ 78.48 เปอร์เซ็นต์ (ภาพที่ 3)

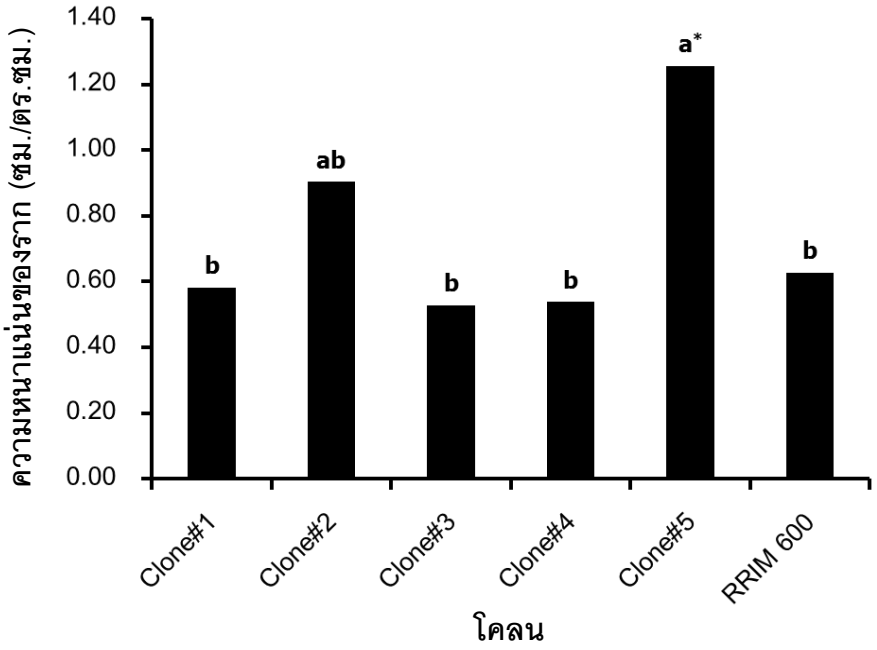


ภาพที่ 3 การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิสูงสุด-ต่ำสุด และความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศ ในช่วงเดือนมีนาคมถึงเดือนสิงหาคม 2556

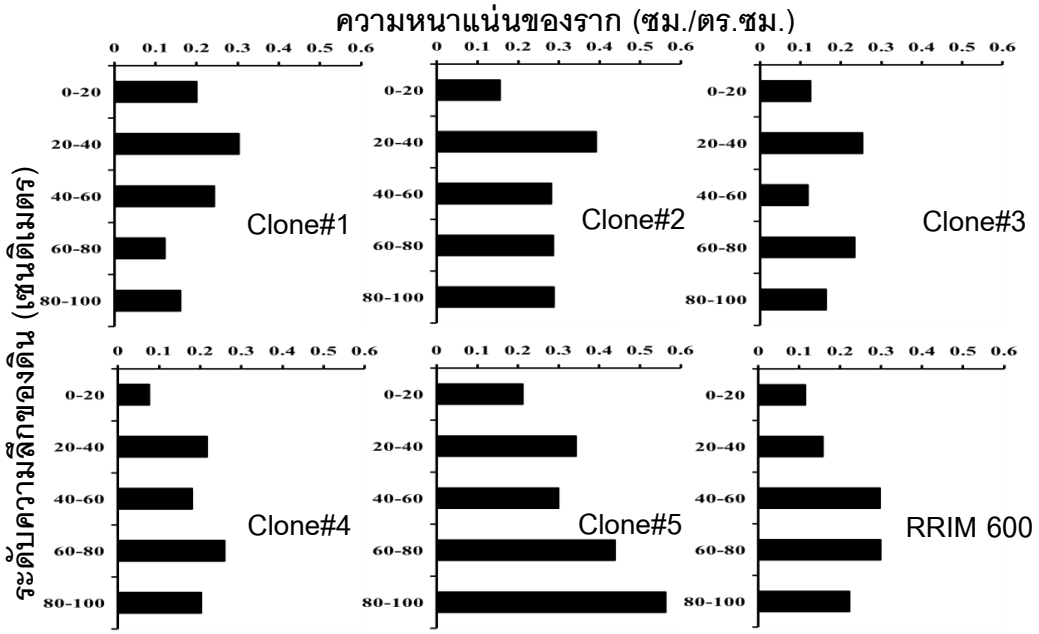
3. การศึกษาระบบรากและการเจริญเติบโตของต้นตอยางพาราพันธุ์ดั้งเดิมและพันธุ์ RRIM 600

3.1 การเจริญเติบโตของรากยางพารา

จากการศึกษาการเจริญเติบโตและความหนาแน่นของระบบรากต้นตอยางพาราจำนวน 6 พันธุ์ (รวมพันธุ์ RRIM 600) หลักจากปลูกในไรโซบ็อกซ์เป็นระยะเวลา 3 เดือน ที่ระดับความลึก 0-100 เซนติเมตร พบว่ายางพาราโคลนที่ 5 มีค่าความหนาแน่นรากรวมเฉลี่ยสูงสุด 1.26 ซม/ตร.ซม. ไม่แตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญกับความหนาแน่นรากของโคลนที่ 2 ซึ่งมีค่าความหนาแน่นรากเฉลี่ย 0.90 ซม/ตร.ซม. แต่แตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญกับต้นตอโคลนอื่นๆ (ภาพที่ 4) ส่วนต้นตอพันธุ์ RRIM 600 พบว่า มีค่าความหนาแน่นรากรวมเฉลี่ย 0.63 ซม/ตร.ซม. เมื่อเปรียบเทียบค่าความหนาแน่นที่ระดับความลึกต่างๆ พบว่า ค่าความหนาแน่นของรากของต้นตอยางพาราพันธุ์ดั้งเดิมส่วนใหญ่เจริญเติบโตดีที่สุดที่ระดับความลึก 20-40 เซนติเมตรจากผิวดิน ได้แก่ โคลนที่ 1 โคลนที่ 2 และโคลนที่ 3 และที่ระดับความลึก 60-100 เซนติเมตรได้แก่ โคลนที่ 4 โคลนที่ 5 สำหรับต้นตอโคลนที่ 5 พบว่า มีความหนาแน่นของรากที่ระดับความลึก 60-100 เซนติเมตร คิดเป็น 65 เปอร์เซ็นต์ของความหนาแน่นรากทั้งหมด ส่วนพันธุ์ RRIM 600 เจริญได้ดีที่ระดับความลึก 40-80 เซนติเมตร (ภาพที่ 5)



ภาพที่ 4 ความหนาแน่นของรากต้นตอยางพาราพันธุ์ดั้งเดิมและพันธุ์ RRIM 600 หลักจากปลูกในไรโซบ็อกซ์เป็นระยะเวลา 3 เดือน



ภาพที่ 5 ความหนาแน่นของรากต้นตอยางพาราพันธุ์ดั้งเดิมและพันธุ์ RRIM 600 ที่ระดับความลึก 0-100 เซนติเมตร หลักจากปลูกในไรโซบ็อกซ์เป็นเวลา 3 เดือน

3.2 การเจริญเติบโตของต้นตอยางพารา

3.2.1 การเจริญเติบโตของต้นตอยางพาราพันธุ์ดั้งเดิมและพันธุ์ RRIM 600 ก่อนติดตา

การเจริญเติบโตของต้นตอยางพาราโคลนต่างๆ หลังจากย้ายปลูกเป็นระยะเวลา 5 เดือน (สิงหาคมถึงธันวาคม 2555) พบว่า ต้นตอยางพารามีขนาดของเส้นผ่านศูนย์กลาง ความสูง และจำนวนใบต่อต้นเจริญเติบโตเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง โดยต้นตอยางพาราโคลนที่ 5 (เมล็ดต้นตอจากบริเวณอ่างเก็บน้ำ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์วิทยาเขตหาดใหญ่ จ. สงขลา) มีขนาดของเส้นผ่านศูนย์กลางเฉลี่ยสูงสุด 12.49 มิลลิเมตร มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญกับต้นตอโคลนอื่นๆ รวมทั้งพันธุ์ RRIM 600 ยกเว้นต้นตอโคลนที่ 2 ที่มีขนาดของเส้นผ่านศูนย์กลาง 11.43 มิลลิเมตร ความสูงของลำต้นพบว่า ต้นตอยางพาราโคลนที่ 5 มีขนาดความสูงของลำต้นเฉลี่ยสูงสุด 182.50 เซนติเมตร ไม่แตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญกับต้นตอยางพาราโคลนอื่นๆ ยกเว้นต้นตอโคลนที่ 1 กับโคลนที่ 4 ส่วนจำนวนใบต่อต้นพบว่า ต้นตอโคลนที่ 2 มีจำนวนใบต่อต้นเฉลี่ยสูงสุด 41.50 ใบ แต่ไม่แตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญกับต้นตอโคลนอื่นๆ ยกเว้นต้นตอโคลนที่ 4 (ตารางที่ 3)

ตารางที่ 3 เส้นผ่านศูนย์กลาง ความสูงและจำนวนใบของต้นตอโคลนต่างๆ ก่อนติดตา

พันธุ์ยางพารา	เส้นผ่านศูนย์กลาง (มม.)	ความสูง (ซม.)	จำนวนใบ/ต้น (ใบ)
Clone#1	9.62 bc	121.50 b	37.00 a
Clone#2	11.43 ab	135.65 ab	41.50 a
Clone#3	8.67 c	137.25 ab	35.75 ab
Clone#4	9.07 c	115.88 b	27.00 b
Clone#5	12.49 a	182.50 a	38.25 a
RRIM 600	9.96 bc	135.75 ab	37.00 a
F-Test	*	*	*
C.V. (%)	12.18	23.48	16.61

หมายเหตุ : * มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ $P \leq 0.05$

ค่าเฉลี่ยที่กำกับด้วยอักษรที่แตกต่างกันในคอลัมน์เดียวกันมีความแตกต่างกันทางสถิติจากการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี DMRT

3.2.2 การเจริญเติบโตของกิ่งพันธุ์ดี RRIM 600 ของต้นตอยางพาราโคลนต่างๆ หลังติดตา

การเจริญเติบโตของกิ่งพันธุ์ดี RRIM 600 บนต้นตอพันธุ์ดั้งเดิมโคลนต่างๆ รวมทั้งพันธุ์ RRIM 600 หลังจากแตกตาเป็นระยะเวลา 20 สัปดาห์พบว่า ต้นตอมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของลำต้น ความสูง และจำนวนใบต่อต้นเจริญเติบโตเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง โดยเส้นผ่านศูนย์กลางและความสูงของกิ่งพันธุ์ดี RRIM 600 บนต้นตอโคลนที่ 5 มีค่าสูงกว่าการใช้ต้นตอพันธุ์อื่นๆ (15.81 มิลลิเมตร และ 215.75 เซนติเมตร ตามลำดับ) แต่ไม่แตกต่างทางสถิติกับต้นตอพันธุ์อื่นๆ ยกเว้นต้นตอโคลนที่ 1 และโคลนที่ 3 ที่มีความแตกต่างทางสถิติในส่วนของเส้นผ่านศูนย์กลาง สำหรับจำนวนใบต่อต้นพบว่า ต้นตอโคลนที่ 2 มีจำนวนใบต่อต้นสูงสุด (61.00 ใบ) แตกต่างทางสถิติกับต้นตอโคลนที่ 1 และโคลนที่ 3 แต่ไม่แตกต่างทางสถิติกับต้นตอพันธุ์อื่นๆ (ตารางที่ 4)

ตารางที่ 4 เส้นผ่านศูนย์กลาง ความสูงและจำนวนใบของกิ่งพันธุ์ดี RRIM 600 หลังติดตา

พันธุ์ยางพารา	เส้นผ่านศูนย์กลาง (มม.)	ความสูง (ซม.)	จำนวนใบ/ต้น (ใบ)
Clone#1	14.53	176.50 b	43.25 bc
Clone#2	13.56	196.13 ab	61.00 a
Clone#3	13.60	178.25 b	36.75 c
Clone#4	13.73	190.38 ab	59.25 ab
Clone#5	15.81	215.75 a	54.75 ab
RRIM 600	13.58	204.67 ab	58.25 ab
F-Test	ns	*	*
C.V. (%)	13.48	10.68	20.14

หมายเหตุ : * มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ $P \leq 0.05$

ns ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

ค่าเฉลี่ยที่กำกับด้วยอักษรที่แตกต่างกันในคอลัมน์เดียวกันมีความแตกต่างกันทางสถิติจากการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี DMRT

3.2.3 น้ำหนักแห้งของต้นติดตายางพารา

ผลจากการศึกษาน้ำหนักแห้งของต้นตอยางพาราที่ได้จากการเพราะเมล็ดและทำการติดตากับกิ่งพันธุ์ดี RRIM 600 โดยพิจารณาต้นตอยางพาราจากเมล็ดยางพาราพันธุ์ดั้งเดิมในมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา อายุ 6 เดือนหลังจากแตกตา พบว่า ต้นตอยางพาราโคลนที่ 5 ที่ติดตาด้วยกิ่งพันธุ์ดี RRIM 600 มีค่าน้ำหนักแห้งยอด และน้ำหนักแห้งรวมสูงสุด (222.04 และ 432.49 กรัม ตามลำดับ) แตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญกับพันธุ์อื่นๆ สำหรับค่าน้ำหนักแห้งรากพบว่า ต้นตอโคลนที่ 5 มีค่าน้ำหนักแห้งรากสูงสุด (210.45 กรัม) รองลงมาคือ ต้นตอโคลนที่ 3 และต้นตอพันธุ์ RRIM 600 ตามลำดับ แต่จะแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญกับโคลนที่ 1, 2 และ 4 (ตารางที่ 5)

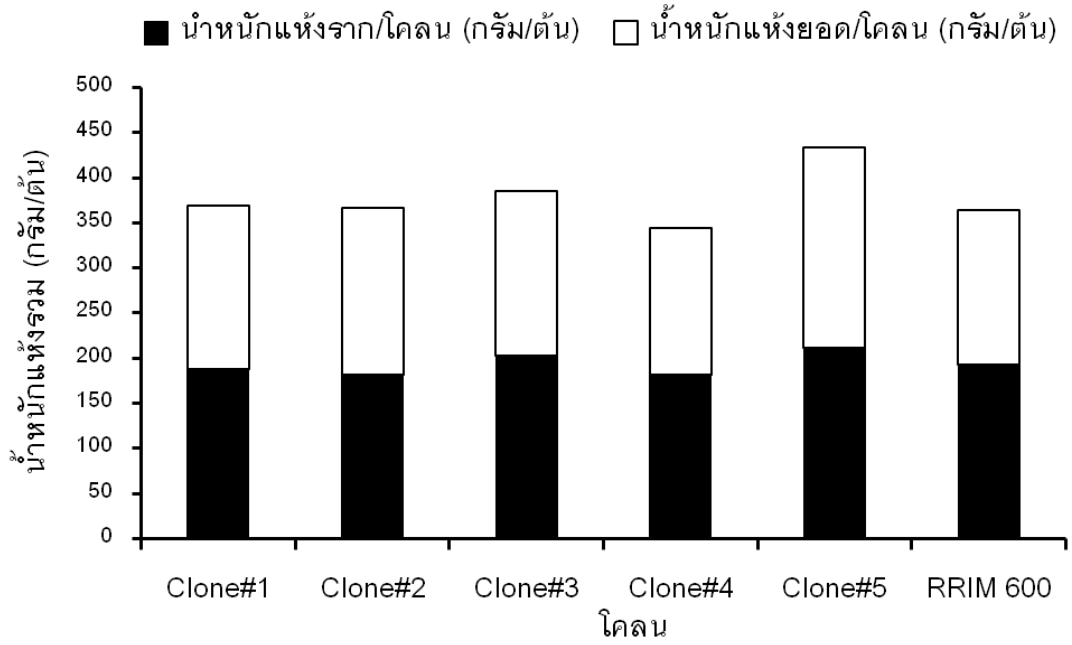
ตารางที่ 5 การสะสมน้ำหนักแห้งของต้นตอพันธุ์ RRIM 600 บนต้นตอพันธุ์ต่างๆ

พันธุ์ยางพารา	น้ำหนักแห้งราก (กรัม)	น้ำหนักแห้งยอด (กรัม)	น้ำหนักแห้งรวม (กรัม)
Clone#1	187.32 bc	181.61 b	368.93 b
Clone#2	180.58 c	158.62 b	366.20 b
Clone#3	202.28 ab	182.62 b	384.91 b
Clone#4	181.04 c	162.42 b	343.46 b
Clone#5	210.45 a	222.04 a	432.49 a
RRIM 600	191.80 abc	172.25 b	364.05 b
F-Test	*	*	*
C.V. (%)	6.75	11.95	6.43

หมายเหตุ :* มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ $P \leq 0.05$

ค่าเฉลี่ยที่กำกับด้วยอักษรที่แตกต่างกันในคอลัมน์เดียวกันมีความแตกต่างกันทางสถิติจากการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี DMRT

เมื่อเปรียบเทียบอัตราส่วนค่าน้ำหนักแห้งส่วนของรากและส่วนของยอดของต้นตอพันธุ์ RRIM 600 บนต้นตอยางพาราพันธุ์ดั้งเดิมโคลนต่างๆ และพันธุ์ RRIM 600 พบว่า มีค่าใกล้เคียงกัน โดยค่าอัตราส่วนดังกล่าวมีค่าอยู่ระหว่าง 0.96-1.13 และมีค่าเฉลี่ยของอัตราส่วนรากต่อยอดเท่ากับ 0.9 (ภาพที่ 6)



ภาพที่ 6 ค่าการสะสมน้ำหนักแห้งส่วนรากและยอดของต้นตอยางพาราพันธุ์ RRIM 600 บนต้นตอพันธุ์ดั้งเดิมโคลนต่างๆ และพันธุ์ RRIM 600

4. ศึกษาการเข้ากันได้ของต้นตอยางพาราพันธุ์ดั้งเดิมโคลนต่าง ๆ กับกิ่งพันธุ์ดี RRIM 600

4.1 เปอร์เซ็นต์ความสำเร็จของการติดตา

จากการศึกษาเปอร์เซ็นต์ความสำเร็จของการติดตา หลังจากติดตาไป 4 สัปดาห์ พบว่า ต้นตอพันธุ์ดั้งเดิมโคลนที่ 4 และต้นตอพันธุ์ RRIM 600 มีเปอร์เซ็นต์ความสำเร็จของการติดตาสูงสุด 100 เปอร์เซ็นต์ ส่วนต้นตอโคลนที่เหลือมีเปอร์เซ็นต์ความสำเร็จของการติดตา 75 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 6)

ตารางที่ 6 เปอร์เซ็นต์ความสำเร็จของการติดตา

พันธุ์ยางพารา	เปอร์เซ็นต์ความสำเร็จ
Clone#1	75
Clone#2	75
Clone#3	75
Clone#4	100
Clone#5	75
RRIM 600	100

4.2 การพัฒนาของรอยต่อ

การพัฒนาการของรอยต่อระหว่างต้นตอยางพาราพันธุ์ดั้งเดิมโคลนต่างๆ กับเนื้อเยื่อของกิ่งพันธุ์ดี RRIM 600 มีรายละเอียดดังนี้

4.2.1 พัฒนาการของรอยต่อที่อายุ 5 วันหลังติดตา

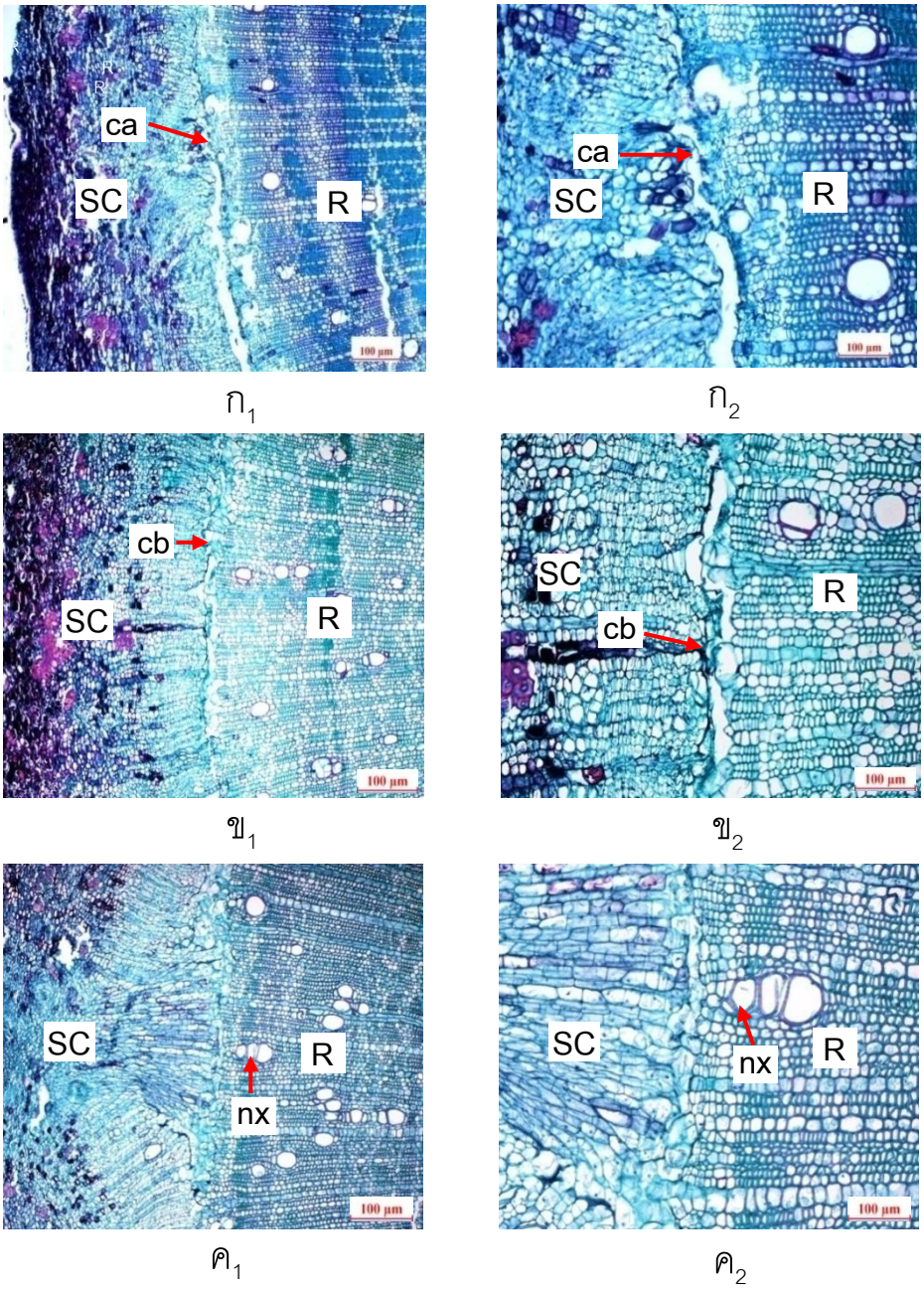
จากการศึกพัฒนาการของรอยต่อระหว่างกิ่งพันธุ์ดี RRIM 600 บนต้นตอพันธุ์ดั้งเดิมและพันธุ์ RRIM 600 พบว่า มีการพัฒนาของเนื้อเยื่อแคลลัสตรงบริเวณรอยต่อเกิดขึ้นเพียงเล็กน้อยซึ่งเกิดจากกิ่งพันธุ์ดีเป็นส่วนใหญ่ เมื่อใช้กิ่งพันธุ์ดี RRIM 600 ติดบนต้นตอพันธุ์ดั้งเดิมทั้งหมด (ภาพที่ 7-11 ก$_1$, ก$_2$) แต่ในทางกลับกันพบว่า เมื่อใช้กิ่งพันธุ์ดี RRIM 600 ติดบนต้นตอพันธุ์ RRIM 600 การพัฒนาการของเนื้อเยื่อแคลลัสเกิดขึ้นได้เร็วโคลนอื่นๆ กว่าจนเกือบเต็มช่องว่างของบาดแผลที่อายุ 5 วัน หลังติดตา (ภาพที่ 12 ก$_1$, ก$_2$)

4.2.2 การพัฒนาการของรอยต่อที่อายุ 10 วันหลังติดตา

หลังจากทำการติดตาไป 10 วัน พบว่า เนื้อเยื่อแคลลัสของต้นตอและกิ่งพันธุ์ดีเพิ่มปริมาณมากขึ้นอย่างรวดเร็วเจริญแทรกเข้าไปในช่องว่างของบาดแผลเกิดเป็นสะพานแคลลัสทำหน้าที่เชื่อมทั้งสองส่วนเข้าด้วยกัน อย่างเห็นได้ชัดเจนระหว่างต้นตอโคลนที่ 2 กับกิ่งพันธุ์ดี RRIM 600 (ภาพที่ 8 ข$_1$, ข$_2$) ส่วนต้นตอโคลนอื่นๆ มีการเจริญของเนื้อเยื่อแคลลัสแทรกเข้าไปจนเต็มช่องว่างของบาดแผล (ภาพที่ 7 และ 9-12 ข$_1$, ข$_2$)

4.2.3 การพัฒนาการของรอยต่อที่อายุ 20 วันหลังติดตา

หลังจากทำการติดตาไป 20 วัน พบว่า เมื่อเกิดเป็นสะพานแคลลัสเชื่อมต้นตอและกิ่งพันธุ์ดีแล้ว แคลลัสบริเวณที่อยู่ใกล้ xylem ของต้นตอและ xylem ของกิ่งพันธุ์ดีเริ่มมีการพัฒนาไปเป็นแคมเบียมแบ่งเซลล์ให้เนื้อเยื่อท่อน้ำใหม่ เพื่อทำหน้าที่ลำเลียงน้ำแต่การพัฒนาของท่อน้ำใหม่บริเวณนี้ยังไม่สมบูรณ์หลังติดตา 20 วัน (ภาพที่ 7-11 ค$_1$, ค$_2$)



ภาพที่ 7 พัฒนาการของรอยต่อระหว่างต้นตอโคลนที่ 1 กับกิ่งพันธุ์ดี RRIM 600 หลังติดตา 5 (ก), 10 (ข) และ 20 (ค) วัน ตัดตามขวางกำลังขยาย 10 X (ซ้าย) และ 40 X (ขวา)

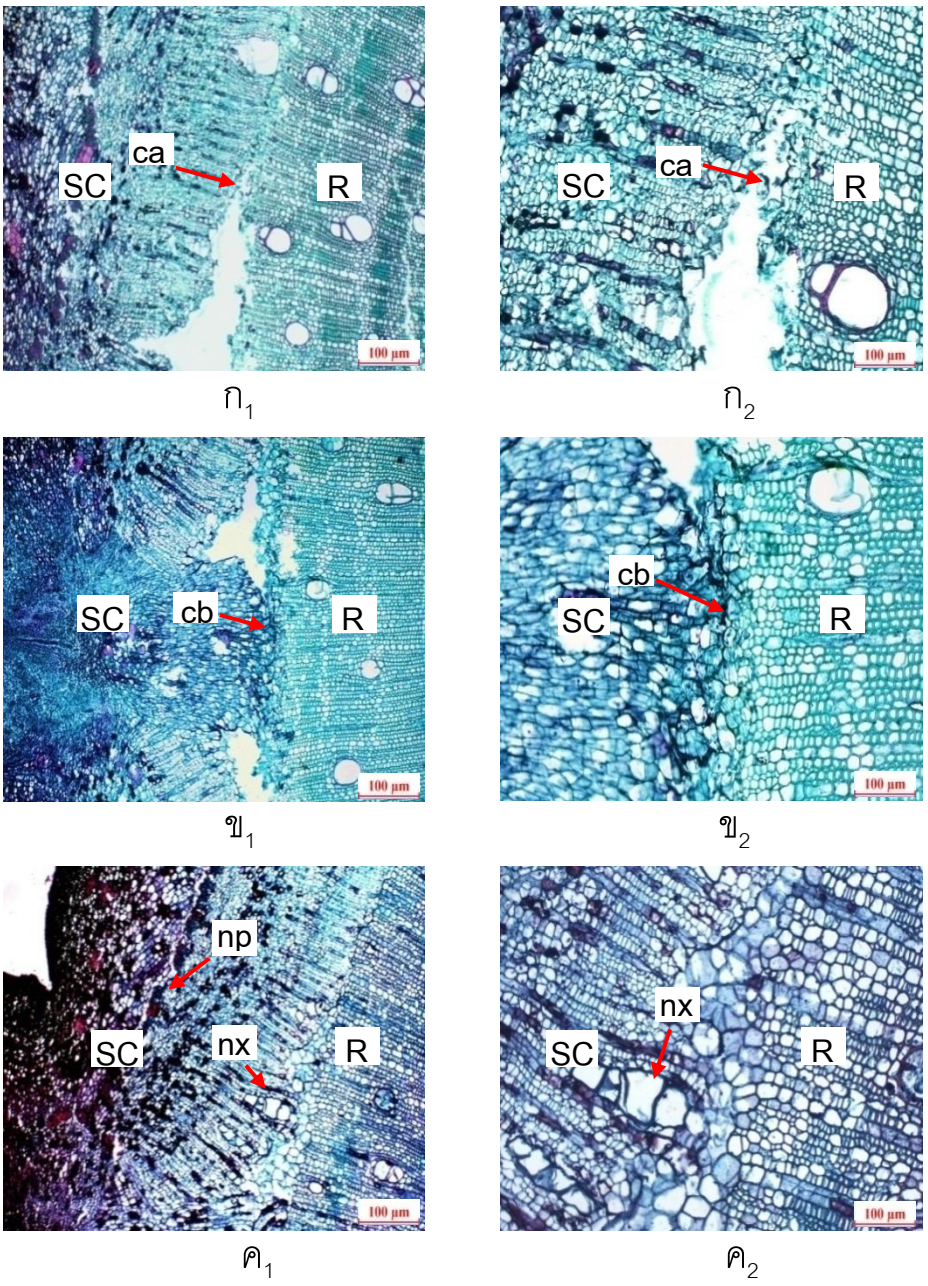
(ก) การสร้างเนื้อเยื่อแคลลัสของรอยต่อมีอายุ 5 วันหลังติดตา

(ข) การเกิดสะพานแคลลัสของรอยต่อมีอายุ 10 วันหลังติดตา

(ค) การสร้างท่อลำเลียงน้ำของรอยต่อมีอายุ 20 วันหลังติดตา

R = rootstock SC = scion ca = callus

cb = callus bridge nx = new xylem



ภาพที่ 8 พัฒนาการของรอยต่อระหว่างต้นตอโคลนที่ 2 กับกิ่งพันธุ์ดี RRIM 600 หลังติดตา 5 (ก), 10 (ข) และ 20 (ค) วัน ตัดตามขวางกำลังขยาย 10 X (ซ้าย) และ 40 X (ขวา)

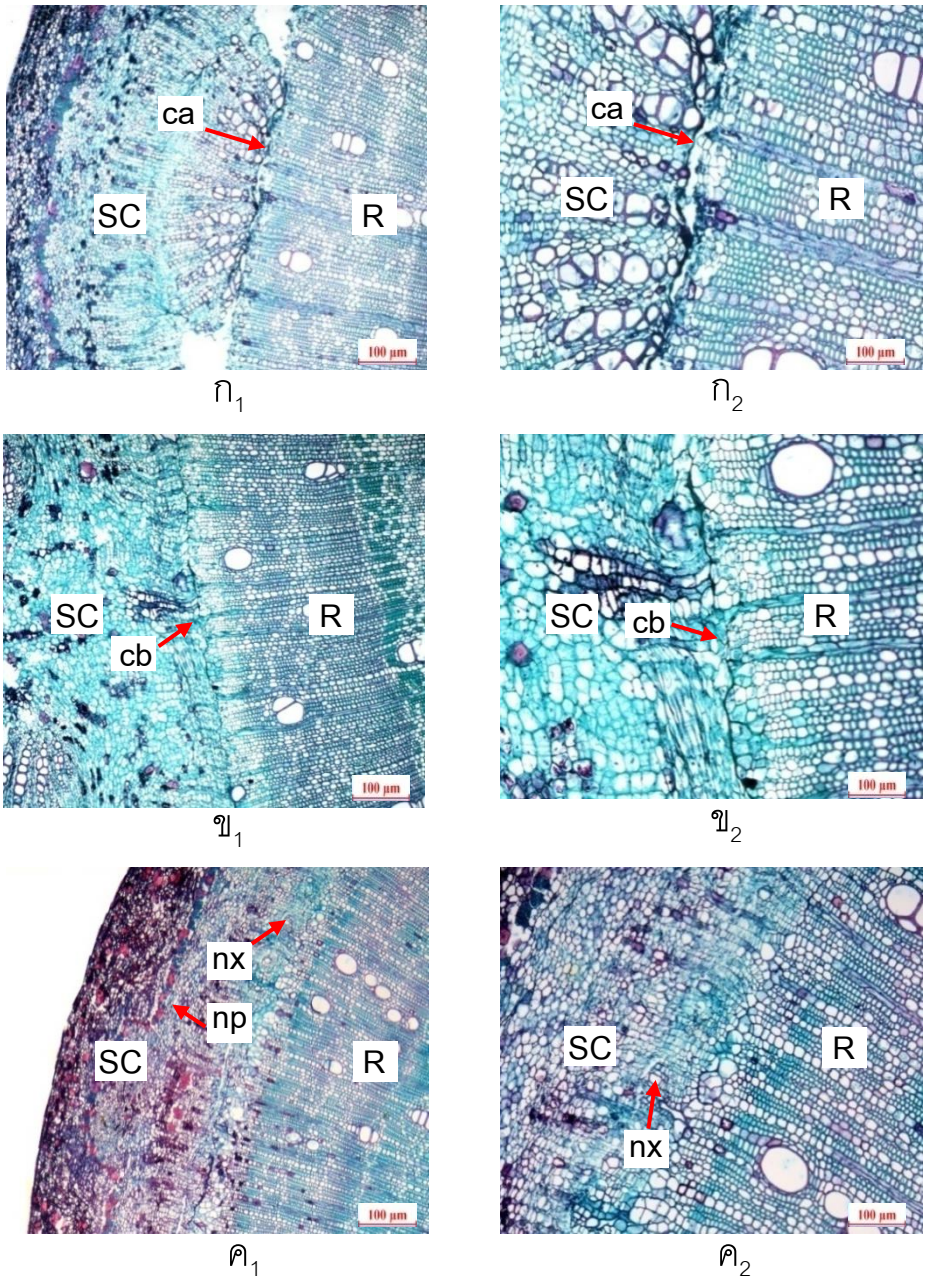
(ก) การสร้างเนื้อเยื่อแคลลัสของรอยต่อมีอายุ 5 วันหลังติดตา

(ข) การเกิดสะพานแคลลัสของรอยต่อมีอายุ 10 วันหลังติดตา

(ค) การสร้างท่อลำเลียงน้ำของรอยต่อมีอายุ 20 วันหลังติดตา

R = rootstock SC = scion ca = callus

cb = callus bridge nx = new xylem np = new phloem



ภาพที่ 9 พัฒนาการของรอยต่อระหว่างต้นตอโคลนที่ 3 กับกิ่งพันธุ์ดี RRIM 600 หลังติดตา 5 (ก), 10 (ข) และ 20 (ค) วัน ตัดตามขวางกำลังขยาย 10 X (ซ้าย) และ 40 X (ขวา)

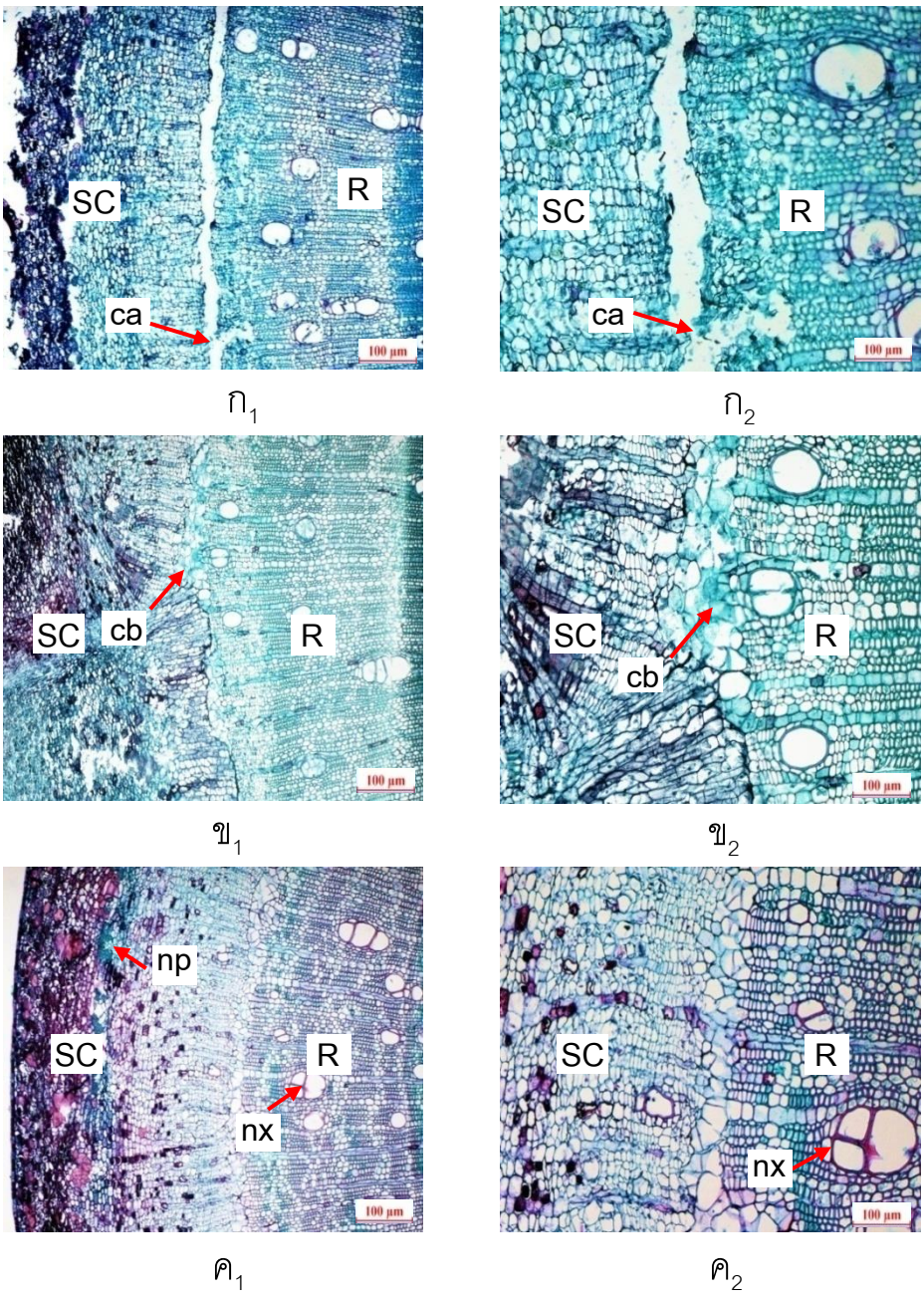
(ก) การสร้างเนื้อเยื่อแคลลัสของรอยต่อมีอายุ 5 วันหลังติดตา

(ข) การเกิดสะพานแคลลัสของรอยต่อมีอายุ 10 วันหลังติดตา

(ค) การสร้างท่อลำเลียงน้ำของรอยต่อมีอายุ 20 วันหลังติดตา

R = rootstock SC = scion ca = callus

cb = callus bridge nx = new xylem np = new phloem



ภาพที่ 10 พัฒนาการของรอยต่อระหว่างต้นตอโคลนที่ 4 กับกิ่งพันธุ์ดี RRIM 600 หลังติดตา 5 (ก), 10 (ข) และ 20 (ค) วัน ตัดตามขวางกำลังขยาย 10 X (ซ้าย) และ 40 X (ขวา)

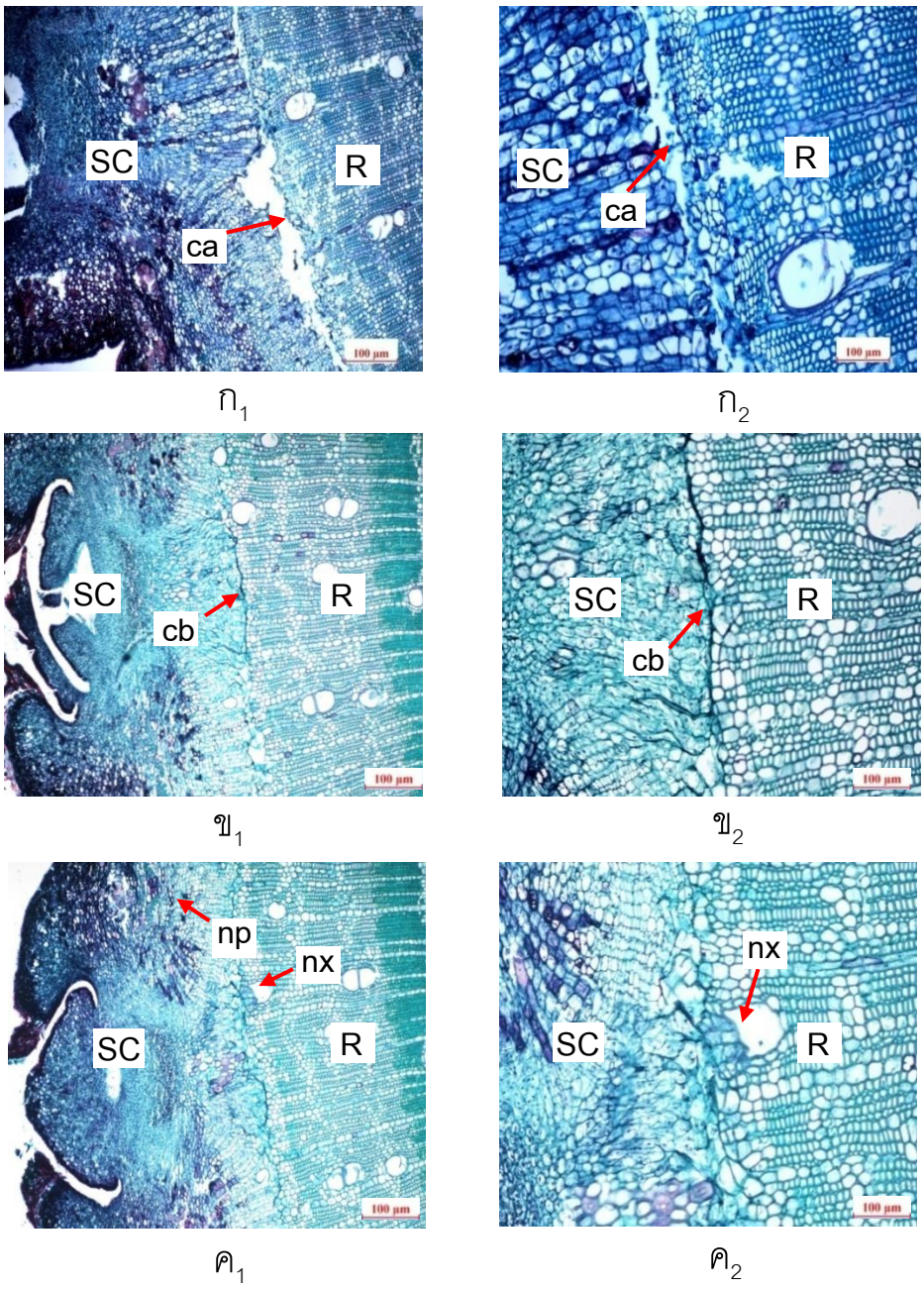
(ก) การสร้างเนื้อเยื่อแคลลัสของรอยต่อมีอายุ 5 วันหลังติดตา

(ข) การเกิดสะพานแคลลัสของรอยต่อมีอายุ 10 วันหลังติดตา

(ค) การสร้างท่อลำเลียงน้ำของรอยต่อมีอายุ 20 วันหลังติดตา

R = rootstock SC = scion ca = callus

cb = callus bridge nx = new xylem np = new phloem



ภาพที่ 11 พัฒนาการของรอยต่อระหว่างต้นตอโคลนที่ 5 กับกิ่งพันธุ์ดี RRIM 600 หลังติดตา 5 (ก), 10 (ข) และ 20 (ค) วัน ตัดตามขวางกำลังขยาย 10 X (ซ้าย) และ 40 X (ขวา)

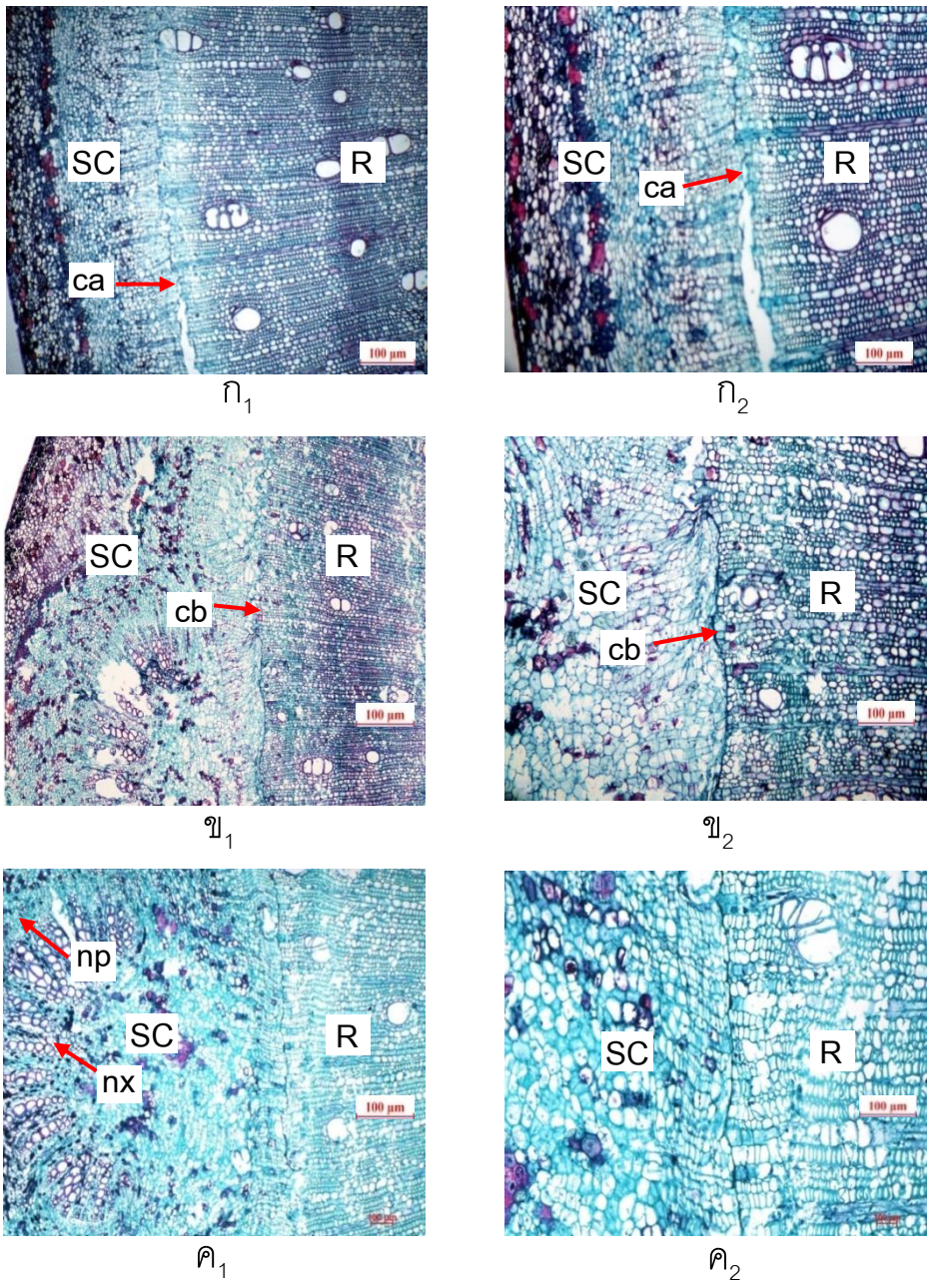
(ก) การสร้างเนื้อเยื่อแคลลัสของรอยต่อมีอายุ 5 วันหลังติดตา

(ข) การเกิดสะพานแคลลัสของรอยต่อมีอายุ 10 วันหลังติดตา

(ค) การสร้างท่อลำเลียงน้ำของรอยต่อมีอายุ 20 วันหลังติดตา

R = rootstock SC = scion ca = callus

cb = callus bridge nx = new xylem np = new phloem



ภาพที่ 12 พัฒนาการของรอยต่อระหว่างต้นตอพันธุ์ RRIM 600 กับกิ่งพันธุ์ดี RRIM 600 หลังติดตา 5 (ก), 10 (ข) และ 20 (ค) วัน ตัดตามขวางกำลังขยาย 10 X (ซ้าย) และ 40 X (ขวา)

(ก) การสร้างเนื้อเยื่อแคลลัสของรอยต่อมีอายุ 5 วันหลังติดตา

(ข) การเกิดสะพานแคลลัสของรอยต่อมีอายุ 10 วันหลังติดตา

(ค) การสร้างท่อลำเลียงน้ำของรอยต่อมีอายุ 20 วันหลังติดตา

R = rootstock SC = scion ca = callus

cb = callus bridge nx = new xylem np = new phloem

5. อัตราการสังเคราะห์แสง การชักนำปากใบ การคายน้ำ และค่าคลอโรฟิลล์มิเตอร์ในต้นยางพารา

5.1 อัตราการสังเคราะห์แสง การชักนำปากใบ และการคายน้ำ

เมื่อนำกิ่งพันธุ์ RRIM 600 มาติดบนต้นตอยางพาราโคลนต่างๆ และเปรียบเทียบการตอบสนองทางสรีรวิทยา พบว่าต้นตอยางพันธุ์ RRIM 600 บนต้นตอยางพาราโคลนที่ 1 มีอัตราการสังเคราะห์แสง การชักนำปากใบเฉลี่ยสูงสุด (7.58 μmol $m^{-2}s^{-1}$และ 271.2 mmol $m^{-2}s^{-1}$) ส่วนค่าการคายน้ำพบว่า กิ่งพันธุ์ RRIM 600 บนต้นตอยางพาราโคลนที่ 4 มีค่าการคายน้ำเฉลี่ยสูงสุด (5.21 mmol H_2O $m^{-2}s^{-1}$) แต่ไม่มีความแตกต่างทางสถิติกับต้นตอยางพาราพันธุ์อื่นๆ (ตารางที่ 3) ค่าอัตราการสังเคราะห์แสงยางพาราในแต่ละพันธุ์จะอยู่ในช่วง 6.5-7.5 μmol $m^{-2}s^{-1}$ ค่าการชักนำปากใบจะอยู่ในช่วง 200-300 mmol m^{-2} s^{-1}และการคายน้ำจะอยู่ในช่วง 4.5-5.5 mmol H_2O $m^{-2}s^{-1}$

5.2 ปริมาณความเขียวสีใบ (SPAD-unit) ในใบยางพาราพันธุ์ RRIM 600

จากการทดลองพบว่า ค่าความเขียวของใบยางพาราพันธุ์ RRIM 600 บนต้นตอยางพาราพันธุ์ดั้งเดิมโคลนที่ 5 มีค่าสูงสุด (56.52 SPAD-unit) แตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญกับต้นตอโคลนอื่นๆ ยกเว้นโคลนที่ 2 (53.82 SPAD-unit) ภาพรวมค่าความเขียวของใบมีแนวโน้มไปในทิศทางเดียวกัน (ภาพที่ 13)

ตารางที่ 7 อัตราการสังเคราะห์แสง การชักนำปากใบ และการคายน้ำของกิ่งพันธุ์ RRIM 600 บนต้นตอยางพาราพันธุ์ดั้งเดิมโคลนต่างๆ หลังจากทำการติดตา

พันธุ์	อัตราการสังเคราะห์แสง ($\mu mol\ m^{-2}s^{-1}$)	การชักนำปากใบ ($mmol\ m^{-2}\ s^{-1}$)	อัตราการคายน้ำ ($mmol\ H_2O\ m^{-2}s^{-1}$)
Clone#1	7.58	271.2	5.11
Clone#2	7.40	236.4	5.18
Clone#3	6.76	219.8	5.19
Clone#4	7.19	243.8	5.21
Clone#5	6.60	230.2	4.95
RRIM 600	7.19	228.0	5.17
F-Test	ns	ns	ns
C.V. (%)	20.26	23.06	21.91

หมายเหตุ : ns ไม่มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ $P \leq 0.05$

ตารางที่ 8 ค่าความเขียวของสีใบยางพาราพันธุ์ RRIM 600 บนต้นตอยางพาราพันธุ์ดั้งเดิมโคลนต่างๆ ที่วัดได้จากคลอโรฟิลล์มิเตอร์ (SPAD-unit)

พันธุ์	ความเขียวของใบ (SPAD-unit)
Clone#1	52.97 b
Clone#2	53.82 ab
Clone#3	51.50 b
Clone#4	53.53 b
Clone#5	56.52 a
RRIM 600	52.87 b
F-Test	*
C.V. (%)	3.89

หมายเหตุ :* มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ $P \leq 0.05$

ค่าเฉลี่ยที่กำกับด้วยอักษรที่แตกต่างกันในคอลัมน์เดียวกันมีความแตกต่างกันทางสถิติจากการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี DMRT

บทที่ 4
วิจารณ์

1. การศึกษาการเจริญเติบโตของต้นตอยางพาราพันธุ์ดั้งเดิมก่อนติดตา

จากการศึกษาการเจริญเติบโตของรากต้นยางพาราพันธุ์ดั้งเดิมจำนวน 5 แหล่ง เปรียบเทียบกับต้นกล้าพันธุ์ RRIM 600 ที่อายุ 3 เดือนหลังจากย้ายปลูกซึ่งทำการทดลองในช่วงเดือนกันยายนถึงเดือนพฤศจิกายน 2555 โดยใช้เทคนิคมินิไรโซตรอนซึ่งเป็นวิธีการที่สามารถศึกษารากได้โดยไม่ทำลายระบบราก พบว่าการเจริญเติบโตและความหนาแน่นของรากยางพาราทั้งพันธุ์ดั้งเดิมและพันธุ์ RRIM 600 ส่วนใหญ่เจริญได้ดีที่สุดในช่วงระดับความลึก 20-40 เซนติเมตรจากผิวดิน ส่วนพันธุ์ RRIM 600 มีการเจริญเติบโตและความหนาแน่นของรากที่ระดับความลึก 40-60 เซนติเมตร สอดคล้องกับการทดลองของ กษมา (2555) ที่รายงานว่า การเจริญเติบโตของรากยางพาราพันธุ์ดั้งเดิมจำนวน18 โคลน และพันธุ์ RRIM 600 เจริญได้ดีที่สุดที่ระดับความลึก 20-40 เซนติเมตร ในขณะเดียวกัน George และคณะ (2009) ทดสอบกับต้นยางที่มีอายุ 18 ปี รายงานว่า มีเพียง 6 เปอร์เซ็นต์ของรากทั้งหมดเท่านั้น ที่พบที่ระดับความลึกจากผิวดิน 90 เซนติเมตร ส่วนใหญ่รากยางพาราจะอยู่ที่ระดับความลึกไม่เกิน 50 เซนติเมตร จากผิวดิน แต่จากการศึกษาครั้งนี้พบว่า ระบบรากของยางพาราโคลนที่ 5 มีความหนาแน่นมากบริเวณที่ระดับความลึกที่ 80-100 เซนติเมตร

เมื่อพิจารณาถึงการเจริญเติบโตของรากต้นยางพาราสามารถแบ่งแยกออกได้เป็น 2 กลุ่มดังนี้ กลุ่มที่มีการเจริญเติบโตสูงกว่าพันธุ์ RRIM 600 ได้แก่ โคลนที่ 2 และโคลนที่ 5 และกลุ่มที่มีการเจริญเติบโตใกล้เคียงกับพันธุ์ RRIM 600 ได้แก่ โคลนที่ 1 โคลนที่ 3 และโคลนที่ 4

จากการศึกษาการเจริญเติบโตของต้นกล้ายางพาราพันธุ์ดั้งเดิมก่อนติดตาพบว่าต้นตอยางพารามีขนาดของเส้นผ่านศูนย์กลาง ความสูง และจำนวนใบต่อต้นเจริญเติบโตเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง โดยต้นตอยางพาราพันธุ์ดั้งเดิมโคลนที่ 5 (เมล็ดต้นตอจากสถานที่ อ่างเก็บน้ำมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่ จ. สงขลา) มีการเจริญเติบโตดีที่สุด เนื่องจากต้นตอพันธุ์ดั้งเดิมโคลนที่ 5 มีการเจริญเติบโตของระบบรากที่ดี ส่งผลต่อการเจริญเติบโตทางด้านลำต้นสูงด้วย Russell (1977) กล่าวว่าการเจริญเติบโตของรากและยอดมีความสัมพันธ์กันในสภาพที่สภาพแวดล้อมคงที่ แต่เมื่อมีความแปรปรวนของสภาพแวดล้อมจะมีผลทำให้เกิดความแปรปรวนในการกระจายน้ำหนักแห้งในส่วนของรากและต้น ดังนั้นในการวิเคราะห์การเจริญเติบโตจึง

พิจารณาโดยใช้หลักการของความสัมพันธ์ระหว่าง source และ sink เมื่อพืชมีการเจริญในส่วนยอดคือ มีการเจริญของใบที่ทำหน้าที่สังเคราะห์แสงได้ดี ซึ่งถือเป็น source ที่ส่งเสริมให้มีการเจริญของราก คือ sink ได้ดีด้วย

2. ศึกษาการเข้ากันได้ของต้นตอยางพาราพันธุ์ดั้งเดิมที่ผ่านการทดสอบทนทานต่อโรครากขาวกับพันธุ์ RRIM 600

จากผลสำเร็จของการติดตายางพาราพันธุ์ RRIM 600 บนต้นตอพันธุ์ดั้งเดิม 5 โคลน และพันธุ์ RRIM 600 เป็นพันธุ์เปรียบเทียบ พบว่า การติดตาประสบความสำเร็จครั้งที่แรก 100 เปอร์เซ็นต์ ระหว่างต้นตอพันธุ์ RRIM 600 กับกิ่งพันธุ์ RRIM 600 และระหว่างต้นตอโคลนที่ 4 กับกิ่งพันธุ์ RRIM 600 ส่วนโคลนอื่นๆ ให้ความสำเร็จเพียง 75 เปอร์เซ็นต์ ทั้งนี้เนื่องจากขณะทำการติดตาต้นตอพันธุ์ RRIM 600 และต้นตอโคลนที่ 4 มีความสมบูรณ์ทางลำต้นสูง เปลือกล่อนง่าย แต่ในขณะเดียวกันต้นตอโคลนอื่นๆ มีต้นตอบางต้นมีความสมบูรณ์ไม่เพียงพอเปลือกไม่ล่อน ส่งผลให้การติดตาไม่ประสบความสำเร็จ และเมื่อทำการติดตาครั้งที่สองในส่วนของต้นตอที่ติดตาไม่ประสบความสำเร็จครั้งแรกพบว่า ติดตาสำเร็จทุกต้น นอกจากนี้ยังมีปัจจัยอื่นที่เกี่ยวข้องกับผลสำเร็จของการติดตาเช่น ชนิดพืช อุณหภูมิ ความชื้น ออกซิเจนระหว่างและหลังการติดตา เทคนิคการติดตา การติดเชื้อไวรัสมีโรคและแมลงรบกวน สารควบคุมการเจริญเติบโตกับสมานรอยต่อเป็นต้น (นันทิยา, 2542) สำหรับเปอร์เซ็นต์ความสำเร็จของการติดตานี้เป็นเพียงการทดลองแรกที่แสดงถึงการเข้ากันได้ระหว่างต้นตอและกิ่งพันธุ์ดี จากนั้นได้ทำการศึกษาการเชื่อมต่อกันของเนื้อเยื่อบริเวณรอยต่อ

จากการศึกษาพัฒนาการของรอยต่อพบว่า ต้นตอพันธุ์ RRIM 600 ที่ติดตาด้วยกิ่งพันธุ์ดี RRIM 600 เข้าด้วยกันมีการพัฒนาการของเนื้อเยื่อตรงบริเวณรอยต่ออย่างรวดเร็ว หลังจากทำการติดตา 5 วัน มีการสร้างแคลลัสตรงบริเวณรอยต่อ ซึ่งเริ่มสร้างจากต้นตอเข้าหากิ่งพันธุ์ดีเป็นส่วนใหญ่ แคลลัสของต้นตอและกิ่งพันธุ์ดีเพิ่มปริมาณมากขึ้นเจริญแทรกเข้าไปจนเกือบเต็มในช่องว่างของบาดแผล เมื่อเทียบกับโคลนอื่นๆ พบว่า มีการพัฒนาของเนื้อเยื่อบริเวณรอยต่อเร็วดีที่สุด นันทิยา (2542) กล่าวว่า พันธุกรรมเป็นปัจจัยที่สำคัญในการเข้ากันได้ของต้นตอและกิ่งพันธุ์ดีในการขยายพันธุ์พืชโดยวิธีการติดตาต่อกิ่ง ซึ่งถ้าใช้ต้นตอหรือกิ่งพันธุ์ชนิดเดียวกับหรือสายพันธุ์เดียวกันการพัฒนาการของเนื้อเยื่อรอยประสานจะเกิดขึ้นอย่างรวดเร็ว สอดคล้องกับการรายงานของ Santamour (1983) ได้ศึกษาฟีโนไทป์ของเอ็นไซม์เพอร์ออกซิเดสของต้นตอและกิ่งพันธุ์ดีในต้นโอ๊ก 3 ชนิด พบว่า ฟีโนไทป์ของเอ็นไซม์เพอร์ออกซิเดสของต้นตอและกิ่งพันธุ์ดีที่

เหมือนกันส่งผลให้เนื้อเยื่อของต้นตอและพันธุ์ดีเข้ากันได้ดี ในทางกลับกันหากมีฟีโนไทป์ต่างกันก็จะทำส่วนเนื้อเยื่อเจริญหรือแคลลัส เกิดความเสียหายตรงบริเวณรอยต่อของเนื้อเยื่อพืชทั้งสองชนิด อย่างไรก็ตามจากการศึกษาของ รัชนีกร (2557) ทำการศึกษาความใกล้ชิดทางพันธุกรรมของต้นตอและกิ่งพันธุ์ดี RRIM 600 พบว่าความแตกต่างทางพันธุกรรมของต้นตอยางพันธุ์พื้นเมืองและกิ่งพันธุ์ดี RRIM 600 ไม่มีผลต่อการเข้ากันได้ และสรุปผลว่า ยางพันธุ์ RRIM 600 มีความเข้ากันได้กับต้นตอทุกพันธุ์ที่ทำการศึกษา สอดคล้องกับการทดลองของ Goncalves และ Martin (2002) ที่รายงานว่าพันธุ์ RRIM 600 เป็นพันธุ์ที่มีความสามารถเข้ากันได้ดีกับต้นตอหลายพันธุ์ แต่ถ้าจะให้ได้ผลดีที่สุดควรใช้ต้นตอพันธุ์ IAN 873 (พันธุ์ยางของประเทศมาเลเซีย) และพันธุ์ PB 235

การศึกษาพัฒนาการของรอยต่อ ในช่วงแรกการสร้างแคลลัสและสะพานแคลลัสเริ่มมีการสร้างแคลลัสจากเซลล์พาเรนไคมาใต้บาดแผลที่ไม่ได้รับอันตรายบริเวณชิดกับชั้น necrotic layer เป็นชั้นของเซลล์ตายช่วยแยกส่วนเซลล์ที่ยังไม่ตายออกเป็นการป้องกันการโจมตีของโรค (Hartmann *et al*., 2002) ในระยะแรกแคลลัสที่เกิดจากการแบ่งเซลล์มีขนาดค่อนข้างเล็กเรียงตัวไม่เป็นระเบียบติดสีเขียวของสีย้อม fast green การพัฒนาของแคลลัสเป็นกระบวนการที่สำคัญในการพัฒนาของรอยประสานเพราะจะพัฒนาเป็นเซลล์เชื่อมทางกายภาพของกิ่งพันธุ์เข้ากับต้นตอ (Jeffree and Yeoman, 1983) โดยทั่วไปแล้วการเริ่มแบ่งเซลล์ให้แคลลัสของเซลล์พาเรนไคมาจะเกิดขึ้น 1-4 วันหลังต่อกิ่งในต้นกระบองเพชร (Estrada-Luna *et al*., 2002) สอดคล้องกับการทดลองของกาญจนา (2546) ได้ทำการทดลองติดตาต้นส้มพันธุ์ ‘Seiki Navel’ อธิบายว่า การแบ่งเซลล์เริ่มขึ้นภายใน 2 วันหลังติดตาแต่จากผลการทดลองนี้พบว่าความเร็วของการเริ่มแบ่งเซลล์มีตั้งแต่วันที่ 1-5 หลังติดตา โดยเนื้อเยื่อของต้นตอและกิ่งพันธุ์จะเริ่มประสานกันตรงบริเวณรอยต่อ เมื่อผ่านไป 10 วันพบว่า เนื้อเยื่อแคลลัสที่ถูกสร้างจากต้นตอและกิ่งพันธุ์เชื่อมประสานกันเจริญแทรกเข้าไปในช่องว่างระหว่างบาดแผลการสร้างเนื้อเยื่อแคลลัสเกิดขึ้นอย่างรวดเร็ว สอดคล้องกับการทดลองของนงพร และคณะ (2527) ทำการศึกษาการพัฒนาของการเกิดรอยประสานของพุทราจีนบนต้นตอพุทราอินเดียรายงานว่า แคลลัส ที่อยู่ใกล้แคมเบียมเดิมของต้นตอ เริ่มเปลี่ยนแปลงไปเป็นแคมเบียม ลักษณะของแคมเบียมที่เกิดขึ้นโค้งเป็นรูปตัวยูและเพิ่มปริมาณมากขึ้นเรื่อยๆ ภายในเวลา 8 วัน หลังติดตากิ่งพันธุ์ดี และหลังจากติดตา 20 วัน พบว่ารอยประสานของเนื้อเยื่อแคลลัสถูกสร้างจนเกือบเต็มช่องว่างระหว่างบาดแผลปรากฏแนวสะพานแคมลัสในรอยประสานของเนื้อเยื่อแคลลัสทั้งสองเนื้อเยื่อสะพานแคลลัสนี้จะเชื่อมต่อกับเนื้อเยื่อแคสลัสของต้นตอและพันธุ์ดี

3. ศึกษาการตอบสนองทางสรีรวิทยาหลังทำการติดตา

จากการศึกษาการตอบสนองทางสรีรวิทยาของกิ่งพันธุ์ดี RRIM 600 บนต้นตอพันธุ์ดั้งเดิมโคลนต่างๆ พบว่า กิ่งพันธุ์ดี RRIM 600 บนต้นตอยางพาราโคลนที่ 1 มีอัตราการสังเคราะห์แสง การชักนำปากใบเฉลี่ยสูงสุด (7.58 μmol $m^{-2}s^{-1}$และ 271.2 mmol m^{-2} s^{-1}) ส่วนค่าการคายน้ำพบว่า กิ่งพันธุ์ดี RRIM 600 บนต้นตอยางพาราโคลนที่ 4 มีค่าการคายน้ำเฉลี่ยสูงสุด (5.21 mmol H_2O $m^{-2}s^{-1}$) ซึ่งค่าที่ได้ไม่แตกต่างทางสถิติกับยางพาราพันธุ์อื่นๆ เนื่องจากใช้กิ่งพันธุ์ดี RRIM 600 เหมือนกันทั้งหมด

จันทร์จิรา และสายัณห์ (2551) รายงานว่า ค่าการชักนำปากใบแสดงถึงสถานการณ์ ปิด-เปิดปากใบของพืช บ่งบอกถึงอัตราการแลกเปลี่ยนแก๊สที่จะนำไปสู่การสังเคราะห์แสงที่เพิ่มขึ้น อย่างไรก็ตามการตอบสนองทางสรีรวิทยาในต้นกล้ายางพารานั้น อัตราการสังเคราะห์แสงและอัตราการคายน้ำขึ้นอยู่กับลักษณะประจำพันธุ์ (พิมพ์ภิลา, 2552) ซึ่งยางพารามีการตอบสนองทางสรีรวิทยาได้ดีในช่วงความเข้มแสงประมาณ 800-1,500 μmol m^{-2} s^{-1}เมื่อความเข้มแสงสูงขึ้น จะทำให้การตอบสนองคงที่และค่อยๆ ลดลง โดยยางพาราที่ให้ผลผลิตสูงนั้นจะมีอัตราการสังเคราะห์และอัตราการคายน้ำเฉลี่ยมีค่าสูง จากการศึกษาพบว่า กิ่งพันธุ์ดี RRIM 600 ที่เจริญบนต้นตอพันธุ์ดั้งเดิมจากโคลนที่แตกต่างกัน มีค่าอัตราการสังเคราะห์แสงและอัตราการคายน้ำไม่แตกต่างกันทางสถิติ โดยค่าอัตราการสังเคราะห์แสงยางพาราพันธุ์ RRIM 600 บนต้นตอแต่ละพันธุ์อยู่ในช่วง 6.5-7.5 μmol $m^{-2}s^{-1}$ และค่าอัตราการคายน้ำจะอยู่ในช่วง 4.5-5.5 mmol H_2O $m^{-2}s^{-1}$ การเปลี่ยนแปลงค่าความเขียวของใบยางพาราพบว่า กิ่งพันธุ์ดี RRIM 600บนต้นตอพันธุ์ดั้งเดิมโคลนที่ 5 มีค่าดัชนีความเขียวในใบสูงสุด สอดคล้องกับการเจริญเติบโตของรากและลำต้นยางพารา Sangsing และคณะ (2004) รายงานว่าค่าความเขียวของใบจะไม่มีความแตกต่างระหว่างอายุของใบและชั้นทรงพุ่มของยางพาราพันธุ์เดียวกัน แต่จะมีความแตกต่างระหว่างพันธุ์ ซึ่งสามารถใช้เป็นตัวชี้วัดในการคัดเลือกพันธุ์ที่ให้ผลผลิตสูงได้

จากการทดลองครั้งนี้ชี้ให้เห็นว่า

1. การใช้กิ่งพันธุ์ดี RRIM 600 ติดตาบนต้นตอพันธุ์ RRIM 600 ให้เปอร์เซ็นต์ความสำเร็จของการติดตาได้ดีที่สุด มีการเจริญเติบโตของลำต้นทั้งส่วนของยอดและรากที่รวดเร็ว ส่วนการเข้ากันได้พบว่า มีการเข้ากันได้ดีกว่าต้นตอโคลนอื่นๆ ที่ยังไม่ทราบลักษณะทางพันธุกรรมแน่ชัดเหมือนหรือใกล้เคียงกับพันธุ์ RRIM 600

2. การเชื่อมของรอยต่อเกินขึ้นตั้งแต่ 2-3 วันหลังจากทำการติดตา แต่การเชื่อมของเนื้อเยื่อแคลลัสตรงบริเวณรอยต่อนี้จะเกินขึ้นน้อยมาก สอดคล้องกับการทดลองของ รวมพร (2550) ได้ศึกษาการเจริญของเนื้อเยื่อรอยประสานจากการติดตากิ่งพันธุ์พลับบนตนตอกล้วยฤาษี จากการทดลองพบว่า การสร้างเนื้อเยื่อแคลลัสเกิดตั้งแต่การติดตาอายุไม่ถึง 5 วัน และเนื้อเยื่อแคลลัสถูกสร้างมาจากเซลล์ของเนื้อเยื่อ cortex phloem และ cambium ที่อยู่บริเวณรอยแผลของทั้งต้นตอและกิ่งพันธุ์และการเชื่อมจะเกิดขึ้นอย่างสมบูรณ์หลังจากติดตาไป 30 วัน สำหรับในยางพาราพบว่า การเชื่อมของรอยต่อจะเกิดขึ้นอย่างสมบูรณ์ที่อายุประมาณ 25-28 วันหลังจากทำการติดตา การเชื่อมกันของรอยต่อนี้สามารถเป็นตัวชี้วัดการเข้ากันได้ของยางพาราในระยะแรก สังเกตได้จากพัฒนาการของรอยต่อที่อายุเท่ากัน แต่การเชื่อมของรอยต่อมีความแตกต่างกันอย่างเห็นได้ชัดเจน จากการทดลองในครั้งนี้แสดงให้เห็นว่า ต้นตอที่มีพันธุกรรมที่เหมือนกันจะมีพัฒนาการของรอยต่อเกิดขึ้นได้เร็วกว่าต้นตอที่ห่างไกลทางพันธุกรรม

บทที่ 5
สรุป

1. การศึกษาระบบรากของยางพาราพันธุ์ดั้งเดิมทั้ง 5 โคลน เปรียบเทียบกับพันธุ์ RRIM 600 พบว่า ต้นตอยางพาราโคลนที่ 5 (ตำแหน่ง 7° 0' 29.6" N และ 100° 30' 2.2" E สถานที่อ่างเก็บน้ำ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่ จ. สงขลา) มีระบบรากมากกว่า พันธุ์ RRIM 600 ประมาณ 1 เท่า ของรากทั้งหมด และต้นตอยางพาราโคลนที่ 2 (ตำแหน่ง 7° 0' 33.1" N และ 100° 29' 57.2" E สถานที่ หอประวัติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่ จ. สงขลา) ประมาณ 0.75 เท่า ส่วนต้นตอโคลนอื่นๆ มีค่าใกล้เคียงกับพันธุ์ RRIM 600

2. ต้นตอที่มีพันธุกรรมต่างกันที่ได้จากแหล่งในมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่ จ. สงขลา ไม่มีความแตกต่างในการเข้ากันได้กับกิ่งพันธุ์ดี RRIM 600

3. การใช้พันธุ์ RRIM 600 เป็นต้นตอและติดตาด้วยกิ่งพันธุ์ดี RRIM 600 เข้าด้วยกัน มีการพัฒนาของเนื้อเยื่อตรงบริเวณรอยต่อได้รวดเร็วกว่าต้นตอโคลนอื่นๆ

4. การเจริญเติบโตของต้นตอยางพาราหลังจากติดตากับกิ่งพันธุ์ดี RRIM 600 ส่วนใหญ่มีค่าไม่แตกต่างกัน

5. เมื่อนำเมล็ดจากแหล่งที่แตกต่างกันมาใช้เป็นต้นตอและทำการติดตาด้วยพันธุ์ RRIM 600 เป็นส่วนของกิ่งพันธุ์ดี พบว่าให้ค่าการตอบสนองทางสรีรวิทยาที่ไม่แตกต่างกัน

เอกสารอ้างอิง

กรมพัฒนาที่ดิน. 2548. เอกสารวิชาการ ยางพารา. กรุงเทพฯ: กลุ่มวิจัยและพัฒนาการอนุรักษ์ดินและน้ำพื้นที่พืชไร่ สำนักงานวิจัยและพัฒนาการจัดการที่ดิน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

กษมา เชิงฉลาด. 2555. การคัดเลือกพันธุ์ยางพาราที่เหมาะสำหรับใช้เป็นต้นตอและการวิเคราะห์ทางพันธุกรรมโดยใช้เครื่องหมายดีเอ็นเอ. วิทยานิพนธ์ วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

กาญจนา ทองนะ. 2546. การพัฒนาของรอยประสานและการเจริญเติบโตของส้มพันธุ์ ‘Seiki Navel’ Orange (*Citrus sinensis* Osb.) และพันธุ์ ‘Matsuyama Wase’ Satsuma (*Citrus unshiu* Marc.) บนต้นตอส้มบางชนิด. วิทยานิพนธ์ วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

จันทร์จิรา สมจันทร์ และ สายัณห์ สดุดี. 2551. ผลของการให้น้ำต่อการตอบสนองทางสรีรวิทยาและผลผลิตน้ำยางของยางพาราในช่วงรอบปี. ว.วิทยาศาสตร์เกษตร 39: 35–39.

นงพร สิทธิเจริญชัย วิทยา สุริยาภณานนท์ เทียมใจ ตุลยาทร และเสาวณี สุริยาภณานนท์. 2527. การศึกษาการพัฒนาของการเกิดรอยประสานของพุทราจีนบนต้นตอพุทราอินเดีย. รายงานการประชุมทางวิชาการ ภาควิชาพืชศาสตร์ คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

นันทิยา วรรธนะภูติ. 2542. การขยายพันธุ์พืช. ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ: โอ.เอส.พริ้นติ้งเฮาส์.

นเรศ จิโสะ. 2551. การเจริญเติบโตของรากและรูปแบบการใช้น้ำในดินของต้นยางพารา (*Hevea brasiliensis* Muell Arg.) โดยกำหนดการให้น้ำระดับต่างๆในช่วงฤดูแล้ง. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

พงษ์เทพ ขจรไชยกูล ประสาน ศุภผล บัญญัติ สิทธิผล นริสา จันทร์เรือง สมศักดิ์ พุกพิบูล และ อัมพร พลเดช. 2535. การศึกษาพืชอาศัยเชื้อราโรครากขาว. กรุงเทพฯ: รายงานการวิจัย สถาบันวิจัยยาง กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

พิมพ์ภิลา ศุภเจริญกูล. 2552. การเปรียบเทียบลักษณะทางกายวิภาค การตอบสนองทางสรีรวิทยาและองค์ประกอบชีวเคมีน้ำยางของยางพาราพันธุ์ RRIM 600 และพันธุ์ที่ให้ผลผลิตน้ำยางสูง. วิทยานิพนธ์ วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

มณเทียน แสนดะหมื่น. 2550. การตรวจสอบความเข้ากันได้ของอะติโมย่าพันธุ์แอฟริกันไพรด์บนต้นตอน้อยหน่าโดยใช้สัณฐานวิทยา กายวิภาคศาสตร์ และแบบแผนไอโซไซม์. วิทยานิพนธ์ วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

รัชนีกร แก้วจุลกาญจน์ และจรัสศรี นวลศรี. 2555. การวิเคราะห์พันธุกรรมของยางพาราพันธุ์พื้นเมืองโดยใช้เครื่องหมายอาร์เอพีดี และการศึกษาอิทธิพลของต้นตอพื้นเมืองต่อการเจริญเติบโตของกิ่งพันธุ์ RRIM 600. ว.วิทยาศาสตร์เกษตร 43: 209–212.

รัชนีกร แก้วจุลกาญจน์. 2557. การวิเคราะห์พันธุกรรมและการเข้ากันได้ระหว่างยางพาราพันธุ์ RRIM 600 และต้นตอพันธุ์พื้นเมืองโดยใช้เครื่องหมายดีเอ็นเอและไอโซไซม์. วิทยานิพนธ์ วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

รวมพร เกษราพงศ์. 2550. การเจริญของรอยประสานจากการติดตา ต่อกิ่ง ของกิ่งพลับบางพันธุ์บนต้นตอกล้วยฤาษีและต้นตอเต้าซื่อ. วิทยานิพนธ์ วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ละม้าย ทองบุญ. 2552. เทคนิคพื้นฐานทางเนื้อเยื่อพืช. สงขลา: ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

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

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

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

สถาบันวิจัยยาง. 2554. คำแนะนำพันธุ์ยางปี 2554. กรุงเทพฯ: กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

สถาบันวิจัยยาง. 2556. คำแนะนำการปลูกยางพารา. กรุงเทพฯ: กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

สถาบันวิจัยยาง. 2558. พื้นที่ปลูกยางพาราในประเทศไทย. กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. เข้าถึงได้จาก http://www.rubberthai.com/statistic/stat_index.htm [สืบค้นเมื่อ 20 มีนาคม 2558].

สนั่น ขำเลิศ. 2522. หลักและวิธีการขยายพันธุ์พืช. กรุงเทพฯ: ภาควิชาพืชสวน คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

สนั่น ขำเลิศ. 2523. หลักและวิธีการขยายพันธุ์พืช. กรุงเทพฯ: ภาควิชาพืชสวน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

สมาคมยางพาราไทย. 2557. พระราชบัญญัติการยางแห่งประเทศไทย. เข้าถึงได้จาก http://www.thainr.com/th/index.php?detail=stat-thai. [สืบค้นเมื่อ 10 มีนาคม 2557].

สุรีรัตน์ ทวนทวี และเมืองทอง ทวนทวี. 2539. ขยายพันธุ์พืชโดยรูปภาพ. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ทั่งฮั่วซิน.

เสาวนีย์ ก่อวุฒิกุลรังษี. 2546. การผลิตยางธรรมชาติ. ปัตตานี: ภาควิชาเทคโนโลยียางและพอลิเมอร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

สำนักงานพัฒนาการวิจัยการเกษตร (องค์การมหาชน), 2557. พันธุ์ยางพารา. เข้าถึงได้จาก http://www.arda.or.th/kasetinfo/south/para/controller/01-02.php. [สืบค้นเมื่อ 12 สิงหาคม 2557].

อยุทธ์ นิสสภา และเสมอใจ ชื่นจิตต์. 2554. การประเมินความสูญเสียทางเศรษฐกิจจากโรครากขาวในยางพาราในพื้นที่ภาคใต้ของประเทศไทย. สงขลา: รายงานการวิจัย คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

อุไร จันทรประทิน บัญญัติ สิทธิผล นริสา จันทร์เรือง และประภา พัฒนากุล. 2541. พืชร่วมบางชนิดที่เป็นพืชอาศัยเชื้อโรครากขาวของยางพารา. กรุงเทพฯ: รายงานการวิจัยของสถาบันวิจัยยาง กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

อารมณ์ โรจน์สุจิตร. 2551. โรครากขาวของยางพาราและการควบคุม. ว. ยางพารา. 29: 16–30.

อารมณ์ โรจน์สุจิตร สายใจ สุชาติกูล วสันณ์ เพชรรัตน์ และเสมอใจ ชื่นจิตต์. 2552. ลักษณะทางสรีรวิทยาและแนวทางควบคุมเชื้อราโรครากขาวยางพารา. กรุงเทพฯ: รายงานการวิจัยของสถาบันวิจัยยาง กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

Aaouine, M. 1986. Tissue Culture Investigations of Graft Incompatibility among *Persea* species. Ph. D. thesis, University of California, Riverside.

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

Copes, D. 1987. Isozyme activity differ in compatible and incompatible Douglas-fir graft unions. Forest Sci. 24: 297–303.

Dhuria, H.S., V.P. Bhutani and B.B. Lal. 1977. A new technique of vegetative propagation of persimmon. Scientia Hort. 6: 55–58.

Donald, L.C. 1973. Inheritance of graft compatibility in Douglas-fir. Bot.Gaz. 134: 49–52.

Ermel, F. F., J. L. Poessel, M. Faurobert and A. M. Catesson. 1997. Early scion/stock junction in compatible and incompatible pear/pear and pear/quince grafts: a histocytological study. Annal. of Bot. 79: 505–515.

Estrada-Luna, A.A., C. Lopez-Peralta and E. Cardenas-Soriano. 2002. In vitro micrografting and the histology of graft union formation of selected species of prickly pear cactus (*Opuntia* spp.) Scientia Hort. 92: 317–327.

Gebhardt, K. and W. Feucht. 1982. Polyphenol changes at the union of *Prunus avium*/*Prunus cerasus* grafts. J. of Hort. Sci. 57: 253–258.

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 Systems 76: 275–281.

Gonçalves, P. de S. and A.L.M. Martins. 2002. Combining ability effects of clonal rootstocks and scions in rubber trees (*Hevea*). J. Crop Breed. and Applied Biotech. 2: 298–306.

Guyot, J. and A. Flori. 2002. Comparative study for detecting Rigidoporus lignosus on rubber trees. Crop Prot. 21: 461–466.

Hartmann, H.T., D.E. Kester, F.T. Davies and R.L. Geneve. 2002. Plant Propagation: Principles and Practices. New York: Prentice Hall, Upper Saddle River.

Hoong. W.C., W.C. Pheng and W.C. Chuan. 1991. Control of white root disease in immature rubber with three systemic fungicides. Planter 67: 251–265.

Jeffree, C.E. and M.M. Yeoman. 1983. Development of intercellular connections between opposing cells in a graft union. New Phytol. 93: 491–509.

Moore, R. and D.B. Walker. 1981. A structural study of incompatibility heterograft between *Sedum telephoides* (Crassulaceae) and *Solanum pennilli* (Solanaceae). Amer. J. Bot. 68: 831–842.

Nandris, D., M. Nicole and S.P. Geiger. 1987. Root rot disease of rubber tree. Plant Dis. 71: 298–306.

Russell, R.S. 1977. Plant Root Systems: Their Function and Interaction with the Soil. London: McGraw-Hill Book Company (UK) Limited.

Sangsing, K., P. Kasemsap, S. Thanisawanyangkura, E. Gohet and P. Thaler. 2004. Respiration rate and a two-component model of growth and maintenance respiration in leaves of rubber (*Hevea brasiliensis* Muell. Arg.). Kasetsart Journal. (Nat. Sci.) 38: 320–330.

Santamour, F. S. Jr. 1983. Cambial peroxidase patterns in Quercus related to taxonomic classification and graft compatibility. Bul. Torrey Bot. Club 110: 280–286.

Unal, A. 1995. Anatomy of the graft union and degree of incompatibility of some apricot varieties budded on the plum, almond and peach seedling. Acta Hort. 384: 493–496.

Verma, M. K., V. P. Sharma and S.K. Saxena. 2000. Compatibility of jujube (*Zizyphus mauritiana* Lamk.) variety on different rootstock. Indian J. Hort. 57: 13–17.

Watson, G.A. 1989. Climate and soil. *In* Rubber (eds. C.C. Wester and W.J. Baulkwill), pp. 125–164. New York: Longman Scientific and Technical.

Wattanasilakorn, S., S. Sdoodee, C. Nualsri and S. Chuenchit. 2012. Screening of rubber (*Hevea brasiliensis* Muell. Arg.) rootstocks for the white root disease resistance. J. Agric. Tech. 8: 2385–2395.

Wattanasilakorn, S., S. Sdoodee, C. Nualsri and S. Bunratchoo. 2015. Screening of rubber rootstock by the assessment of root growth and genetic background. J. Kasetsart (Nat. Sci.) 49: 821–831.

ภาคผนวก

การเตรียมสารเคมีสำหรับวิเคราะห์องค์ประกอบทางเนื้อเยื่อพืช

1. สารเคมีสำหรับใช้ในการเก็บตัวอย่างเนื้อเยื่อตรงบริเวณรายต่อของยางพารา

1.1 น้ำยาคงสภาพ FAAII (formalin-acetic-alcohol)

- ethanol 70%	90	ml
- glacial acetic acid	5	ml
- formalin	5	ml

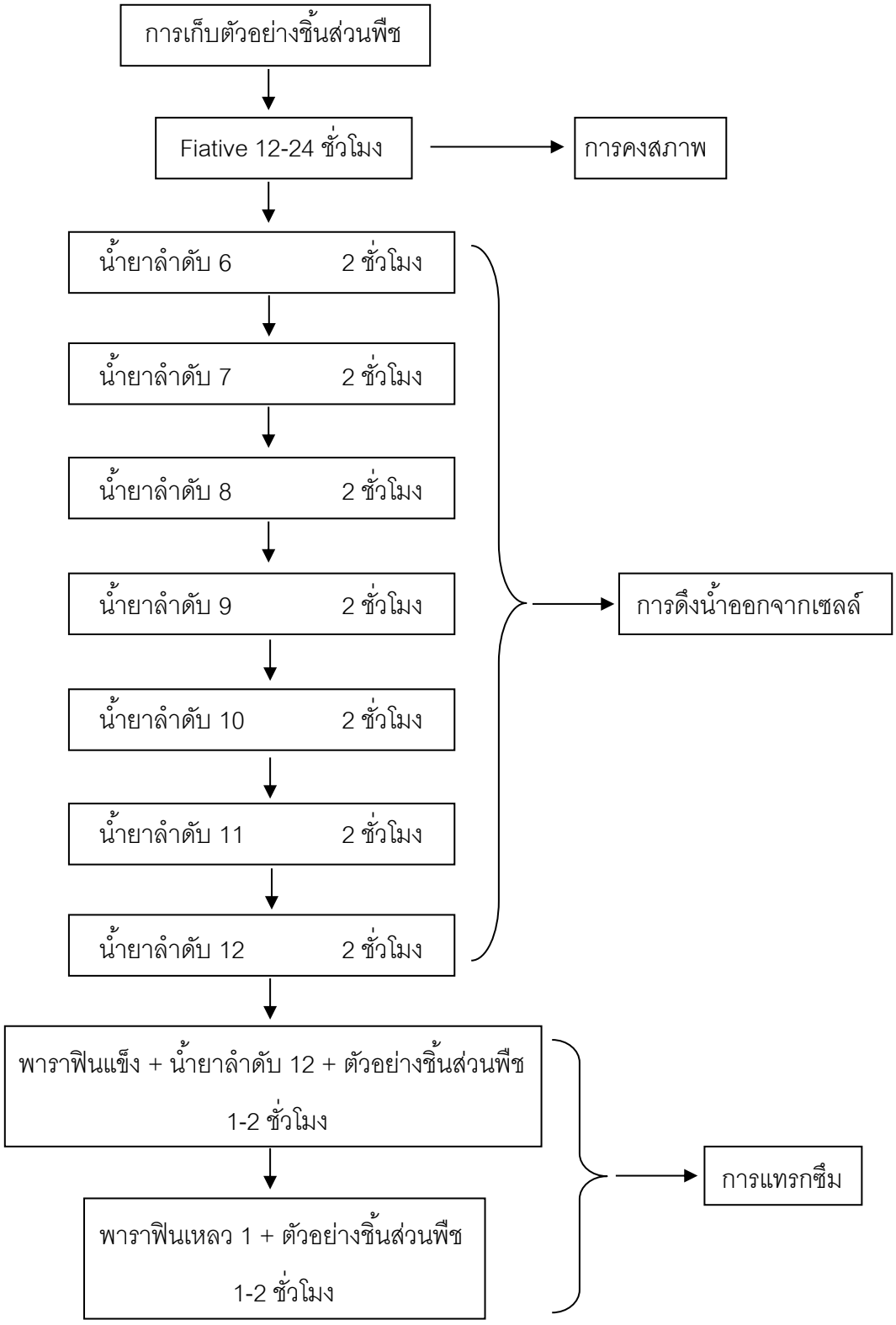
นำตัวอย่างของเนื้อเยื่อตรงบริเวณรอยต่อของยางพารา แช่ในน้ำยาไว้ประมาณ 12-24 ชั่วโมง หลังจากแช่น้ำยาแล้วไม่ต้องล้างด้วยน้ำ ให้ล้างด้วยแอลกอฮอล์ 50 เปอร์เซ็นต์ จากนั้นดำเนินการต่อไป

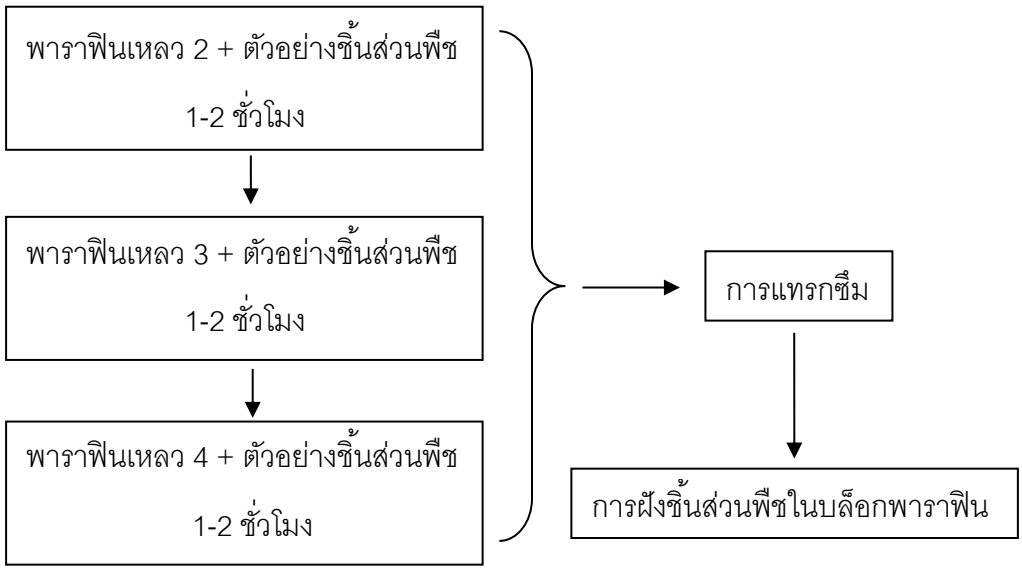
1.2 น้ำยาดึงน้ำออกจากเซลล์

ลำดับที่	butyl alcohol (ml)	ethanol 95% (ml)	Water (ml)
1	0	5	95
2	0	10	90
3	0	20	80
4	0	30	70
5	10	40	50
6	20	50	30
7	35	50	15
8	55	40	5
9	75	25	0
10	pure butyl alcohol + eosin		
11	pure butyl alcohol		
12	butyl alcohol 50 ml + paraffin oil 50 ml (1:1)		

คำแนะนำ : ถ้าใช้ FAAII เป็นน้ำยาคงสภาพก็ต้องใส่น้ำยาลำดับ 6 ลงไปแทน FAAII เพราะใน FAA II ใช้ ethanol 70% เป็นส่วนผสม ซึ่งตรงกับแอลกอฮอล์ในน้ำยาหมายเลข 6 ที่มีแอลกอฮอล์ผสมอยู่ 70 %

2. ขั้นตอนการเตรียมชิ้นส่วนพืชจนเป็นบล็อกพาราฟิน





3. การเตรียมสีซาฟรานิน (safranin: $C_{20}H_{19}N_4Cl$)

สีซาฟรานินมีสภาพเป็นด่าง ละลายน้ำได้ 5.45 เปอร์เซ็นต์และละลายแอลกอฮอล์ได้ 3,41 เปอร์เซ็นต์ มีคุณสมบัติย้อมติดส่วนของเนื้อเยื่อที่มีลิกนิน (lignin) คิวติน(cutin) และซูเบอริน (suberiine) ประกอบด้วยส่วนผสมของ

สีซาฟรานิน	2	กรัม
เมธิลเซลโลโซฟ (methyl cellsolove)	100	มิลลิลิตร
เอธิลแอลกอฮอล์ 95 เปอร์เซ็นต์	50	มิลลิลิตร
โซเดียมอะซีเตต (sodium acetate)	2	กรัม
ฟอร์มาลิน	4	มิลลิลิตร

4. การเตรียมสีฟาสต์กรีน (fast green:$C_{37}H_{34}O_{10}N_2Na_2S_3$)

สีฟาสต์กรีนมีสภาพเป็นกรด ละลายน้ำได้ 16.04 เปอร์เซ็นต์และละลายในแอลกอฮอล์ได้ 0.33 เปอร์เซ็นต์ มีคุณสมบัติย้อมติดสีของส่วนผนังที่มีเซลลูโลส (cellulose) เพคติน (pectin) และไซโตพลาสซึม (cytoplasm) ประกอบด้วยส่วนผสมของ

สีฟาสต์กรีน	1.5	กรัม
เมธิลเซลโลโซฟ (methyl cellosolve)	100	มิลลิลิตร
เอธิลแอลกอฮอล์ 100 เปอร์เซ็นต์	100	มิลลิลิตร
โคลฟออย (cove oil)	100	มิลลิลิตร

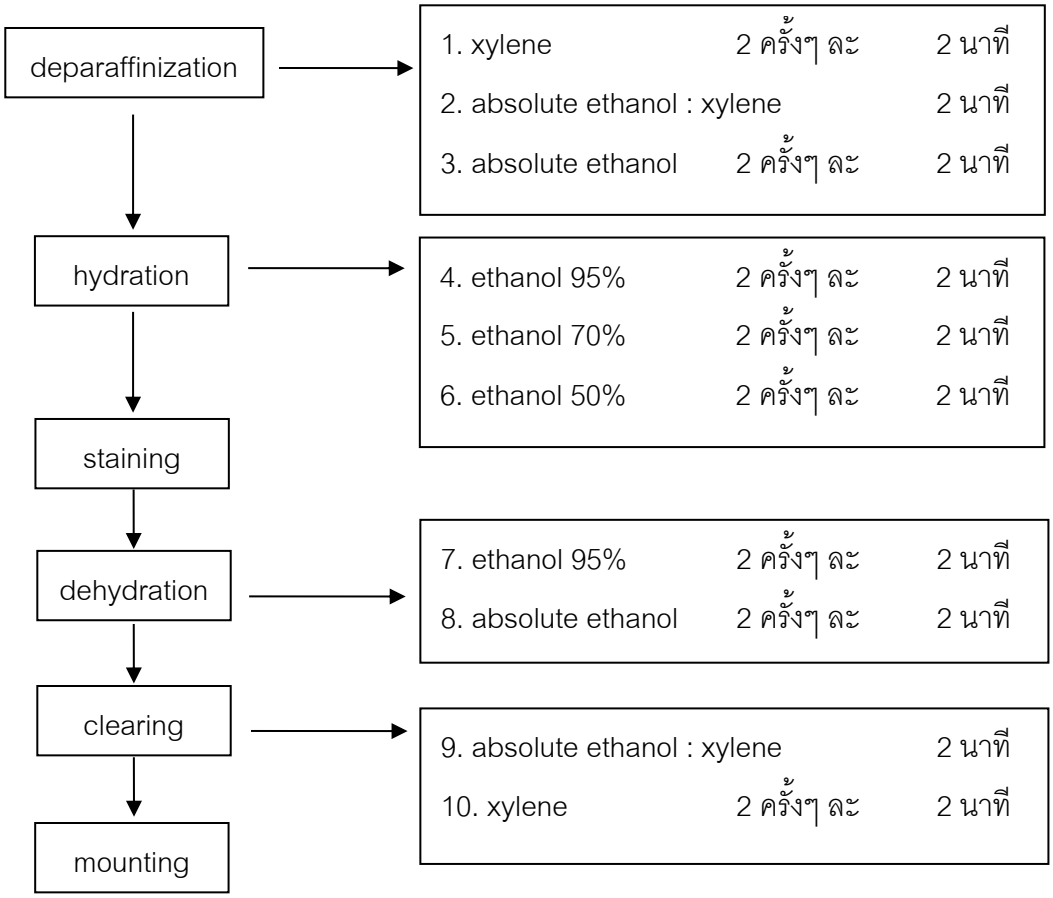
5. การเตรียม Haupt's adhesive ประกอบด้วยส่วนผสมของ

เจลาติน (gelatin)	1	กรัม
ผลึกฟีนอล (phenol crystals)	2	กรัม
กลีเซอรีน	15	มิลลิลิตร
น้ำกลั่น	100	มิลลิลิตร

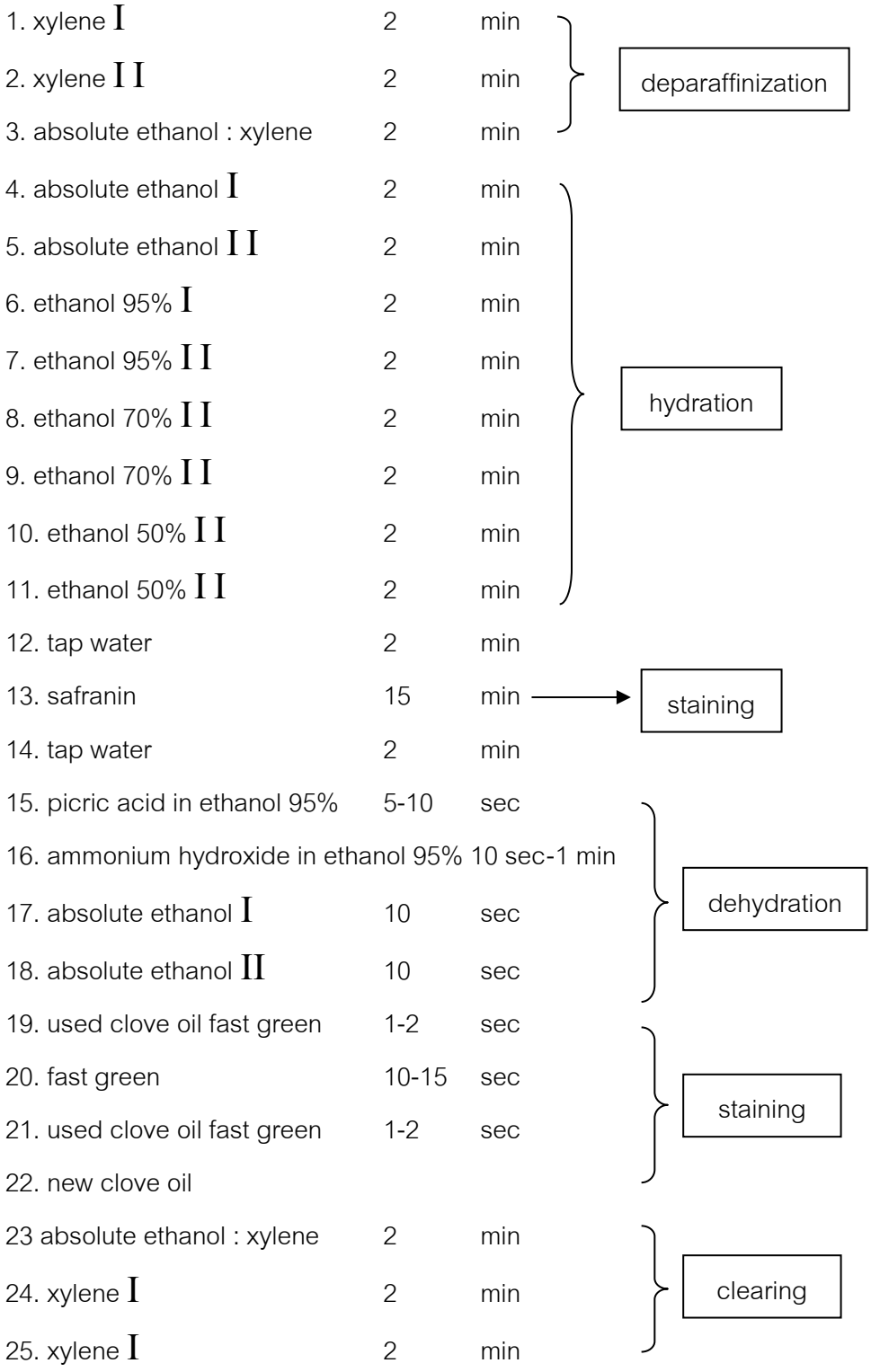
เตรียมโดยการละลายเจลาตินในน้ำกลั่นที่อุณหภูมิ 30 ถึง 40 องศาเซลเซียส แล้วเติมผลึกฟีนอลและกลีเซอรีนลงไป คนให้เข้ากันแล้วกรองใส่ขวดที่มีฝาปิด เมื่อใช้ให้หยดน้ำยา 1 ถึง 2 หยดบนแผ่นสไลด์ที่สะอาด ใช้พู่กันทาน้ำยาให้ทั่วแผ่นสไลด์และใช้น้ำยาคู่นี้กับฟอร์มาลิน 3 เปอร์เซ็นต์

6.ขั้นตอนการย้อมสีเนื้อเยื่อพืช

6.1 ไดอะแกรมแสดงขั้นตอนการย้อมสีเนื้อเยื่อพืช



6.2 ไดอะแกรมแสดงขั้นตอนการย้อมสีซาฟรานินและฟาสต์กรีน



ประวัติผู้เขียน

ชื่อ สกุล นายณฤทธิ์ คชรัตน์

รหัสประจำตัวนักศึกษา 5410620006

วุฒิการศึกษา

วุฒิ	ชื่อสถาบัน	ปีที่สำเร็จการศึกษา
วิทยาศาสตรบัณฑิต (เกษตรศาสตร์)	มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์	2554

ทุนการศึกษา

ทุนสนับสนุนจากโครงการมหาวิทยาลัยแห่งชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

การตีพิมพ์เผยแพร่ผลงาน

Khotcharat, N. Sdoodee, S. and Meesawat, U. 2016. Growth performance of clonal rubber rootstocks and combining ability test with the scion of clone RRIM 600. Journal. Agriculture and Natural Resources. 50: xx–xx.