วารสารพืชศาสตร์สงขลานครินทร์ ปีที่ 11 ฉบับที่ 01 (มกราคม-มิถุนายน): 44-53, 2567
Songklanakarin Journal of Plant Science, Vol. 11, No. 01 (January-June): 44-53, 2024
Research article-ISSN: 2351-0846

การประเมินความสามารถในการเข้ากันได้ของต้นตอทุเรียนพื้นบ้านภาคใต้กับกิ่งทุเรียนพันธุ์การค้า
Evaluation of Compatibility between Indigenous Durian Rootstocks in Southern Thailand and Commercial Varieties

สุรศักดิ์ พรหมสกุล[1], กรกช นาคคนอง[1,3], ณัฏฐากร วรอัฐสิน[2], ฐัณยกรณ์ รองสวัสดิ์[3] และ จรัสศรี นวลศรี[1,3*]
Surasak Promsakul[1], Korakot Nakkanong[1,3], Natthakorn Woraathasin[2], Thanyakorn Rongsawat[3] and Charassri Nualsri[1,3*]

[1]สาขานวัตกรรมการเกษตรและการจัดการ (พืชศาสตร์) คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ จ. สงขลา 90110
[1]Agricultural Innovation and Management Division (Plant Science), Faculty of Natural Resources, Prince of Songkla University, Songkhla, 90110
[2]ภาควิชาเทคโนโลยีและการจัดการอุตสาหกรรม คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ จ. ปัตตานี 94000
[2]Department of Technology and Industry, Faculty of Science and Technology, Prince of Songkla University, Pattani, 94000
[3]ศูนย์วิจัยพืชยืนต้นและไม้ผลเมืองร้อน คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่ จ. สงขลา 90110
[3]Tropical Fruit and Plantation Crops, Faculty of Natural Resources, Prince of Songkla University, Songkhla, 90110

**Corresponding author: ncharass@yahoo.com*
Received 22 March 2023; Revised 30 October 2023; Accepted 06 November 2023

บทคัดย่อ

ปัญหาสำคัญในการขยายพันธุ์โดยการเสียบยอดของไม้ผล คือการเข้ากันไม่ได้ระหว่างต้นตอและกิ่งพันธุ์ดีซึ่งส่งผลต่อการเจริญเติบโตและการให้ผลผลิต งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินความสำเร็จของการเสียบยอดทุเรียน โดยศึกษาพัฒนาการของรอยต่อ ปริมาณสารประกอบฟีโนลิกและลิกนินในบริเวณเหนือรอยต่อ บริเวณรอยต่อและบริเวณใต้รอยต่อ รวมทั้งการเจริญเติบโตของกิ่งพันธุ์ดี ทำการเสียบยอดหมอนทองและชะนีบนต้นตอทุเรียนพื้นบ้านและทุเรียนนก โดยมีหมอนทองบนต้นตอหมอนทองและชะนีบนต้นตอชะนีเป็นคู่เปรียบเทียบ ซึ่งหลังการเสียบยอดที่อายุ 28 วัน พบว่าพัฒนาการของรอยต่อในคู่ชะนีบนต้นตอต่างๆ มีความสมบูรณ์มากกว่าการเสียบยอดด้วยหมอนทอง โดยคู่ชะนีบนต้นตอทุเรียนนกและชะนีมีเปอร์เซ็นต์ความสำเร็จในการเสียบยอดสูงที่สุด (96.67 %) สำหรับปริมาณสารประกอบฟีโนลิก พบว่า บริเวณรอยต่อมีค่าสูงกว่าบริเวณเหนือและใต้รอยต่อซึ่งมีค่าสูงสุดที่อายุ 21 วัน และลดลงเมื่ออายุ 45 วันหลังการเสียบยอด ขณะที่ปริมาณลิกนินในบริเวณเหนือรอยต่อของทุกคู่มีค่าสูง โดยปริมาณจะเพิ่มขึ้นตามระยะเวลาหลังการเสียบยอด สำหรับการเจริญเติบโตของกิ่งพันธุ์ดี พบว่าคู่หมอนทองและชะนีบนต้นตอทุเรียนนกมีการเจริญเติบโตดีที่สุดเมื่อเปรียบเทียบจากความสูงลำต้น เส้นผ่านศูนย์กลางลำต้น เส้นผ่านศูนย์กลางรอยต่อและจำนวนใบ
คำสำคัญ: การเสียบยอด การเข้ากันไม่ได้ สารประกอบฟีโนลิก ลิกนิน ทุเรียนพื้นบ้าน

Abstract

The major obstacle in vegetative propagation by grafting in fruit crops is incompatibility between rootstock and scion. Graft incompatibility may occur sometimes and possibly reduced growth and yield of the scion. This research aims to study the development of graft union, phenolic and lignin content at above, below the graft union and graft union as well. Growth of Monthong and Chanee grafted on to different indigenous durian rootstocks were measured to ensure grafting success. Monthong and Chanee monografts were included as controls. Results showed that at 28 days after grafting, the graft union was completed across the entire length of the union and the better well form graft union was obtained when Chanee was used as scion than Monthong. The highest successful grafting was recorded in Chanee grafted on Nok and Chanee monografted (96.67%). Phenolic compound content at graft union was higher than those above and below the graft union. The highest level of phenolic content was recorded at 21 days and gradually decrease at 45 days after grafting. In contrast, lignin was getting higher over the time after grafting and the highest content of lignin was measured above the graft union. Growth of scions after grafting, it was found that Monthong and Chanee grafted on Nok showed the highest growth represented by shoot growth, stem diameter, graft union diameter and leaf number.
Keywords: Grafting, Incompatibility, Phenolic compound, Lignin content, Indigenous durian

Published by Faculty of Natural Resources, Prince of Songkla University. All rights reserved.
For Permissions, please e-mail: sjps.psu@gmail.com

บทนำ

ทุเรียนเป็นพืชในวงศ์ Bombacaceae สกุล *Durio* มีชื่อวิทยาศาสตร์ คือ *Durio zibethinus* Linn. มีถิ่นกำเนิดในบริเวณเกาะบอร์เนียว ประเทศมาเลเซียและอินโดนีเซีย และมีการแพร่กระจายไปยังแหล่งต่างๆ รวมทั้งประเทศไทย ทุเรียนเป็นพืชเศรษฐกิจที่สำคัญของประเทศไทย โดยมีผลต่อเศรษฐกิจและชีวิตความเป็นอยู่ของประชากรไทยเป็นอย่างมาก ในปี พ.ศ. 2562 ประเทศไทยมีพื้นที่ปลูกทุเรียนทั่วประเทศทั้งหมด 937,607 ไร่ มีพื้นที่ปลูกที่ให้ผลผลิตแล้ว 724,730 ไร่ โดยมีมูลค่าส่งออกทุเรียนและผลิตภัณฑ์ทั้งสิ้น 51,170 ล้านบาท (Office of agricultural economics, 2019) ในปัจจุบันพบว่าการปลูกทุเรียนในประเทศไทยยังประสบปัญหาต่างๆ มากมาย เช่น สภาวะแล้ง การรุกล้ำของน้ำเค็ม การระบาดของแมลงศัตรูพืช และการระบาดของโรคไฟทอปโทรา (*Phytophthora palmivora*) ซึ่งเป็นเชื้อสาเหตุของโรครากเน่าโคนเน่า โดยการระบาดของโรคดังกล่าวส่งผลให้ผลผลิตของทุเรียนมีปริมาณลดลง (Lim and Chan, 1986)

สำหรับการขยายพันธุ์ทุเรียนพบว่าวิธีการเสียบยอดเป็นวิธีการขยายพันธุ์ทุเรียนที่ได้รับความนิยมมากที่สุด โดยมีการนำทุเรียนพันธุ์พื้นบ้านและทุเรียนป่า เช่น ทุเรียนดอน ทุเรียนชาเรียน และทุเรียนนก มาใช้เป็นต้นตอ ส่งผลให้ต้นทุเรียนมีความแข็งแรงมากขึ้น เนื่องจากต้นตอทุเรียนพื้นบ้านและทุเรียนป่ามีระบบรากที่แข็งแรงรวมทั้งสามารถต้านทานต่อโรครากเน่าโคนเน่า (Somsri, 2008) แต่เนื่องจากทุเรียนพื้นบ้านที่นำมาใช้เป็นต้นตอมีความหลากหลายทางพันธุกรรม โดยเฉพาะต้นตอทุเรียนต่างชนิดกันอาจทำให้เกิดปัญหาการเข้ากันไม่ได้กับกิ่งพันธุ์ดี เช่น พีช และพลัม (Moing *et al*., 1990) องุ่น (Wolf and Pool, 1998) อัลมอนด์ และแอพริคอต (Errea *et al*., 2001) เป็นต้น ในไม้ผลเมืองร้อน Naim และคณะ (2016) ได้ทดลองเสียบยอดทุเรียนแดง จำนวน 3 สายพันธุ์ บนต้นตอทุเรียนพื้นบ้าน พบว่าแต่ละคู่เสียบยอดมีการเจริญเติบโตที่แตกต่างกันอย่างชัดเจน สำหรับการเข้ากันไม่ได้ระหว่างต้นตอและกิ่งพันธุ์ดี สามารถแบ่งออกเป็น 2 แบบ ได้แก่ Translocated graft incompatibility ซึ่งเป็นการเข้ากันไม่ได้ที่จะปรากฏให้เห็นในช่วงแรกของการเสียบยอดในระยะเวลาอันสั้นหรือหลังการเสียบยอดไม่กี่วัน และการเข้ากันไม่ได้แบบ Localized incompatibility ซึ่งเป็นการเข้ากันไม่ได้ที่แสดงออกในระยะหลังจากพืชเจริญเติบโตไปสักระยะ โดยสาเหตุเกิดจากการเปลี่ยนแปลงของสารชีวเคมีในส่วนเนื้อเยื่อบริเวณรอยต่อที่เกิดขึ้นอย่างช้าๆ ทำให้ไม่แสดงอาการในระยะแรก สำหรับการประเมินการเข้ากันได้ของต้นตอและกิ่งพันธุ์ดีสามารถทำได้หลายวิธี เช่น การศึกษาพัฒนาการของเนื้อเยื่อรอยต่อของต้นตอและกิ่งพันธุ์ดีหลังการเสียบยอด การวิเคราะห์ปริมาณสารฟีโนลิกทั้งหมดและลิกนิน รวมทั้งการบันทึกการเจริญเติบโตของต้นตอและกิ่งพันธุ์ดีหลังเสียบยอด โดยปริมาณและชนิดของสารฟีโนลิกที่พืชสร้างขึ้นหลังการทาบกิ่งหรือเสียบยอดมีความสัมพันธ์โดยตรงกับการพัฒนาของรอยต่อระหว่างเนื้อเยื่อต้นตอและกิ่งพันธุ์ดี ซึ่งส่งผลต่อความสำเร็จในเข้ากันได้ของต้นตอและกิ่งพันธุ์ดี (Errea, 1998; Pina and Errea, 2005) ในคู่ต้นตอและกิ่งพันธุ์ดีที่เข้ากันไม่ได้ สารฟีโนลิกจะเคลื่อนจากแวคิวโอลไปยังไซโตพลาสซึมทำให้เกิดภาวะเครียดบริเวณรอยต่อ ซึ่งมีผลต่อการพัฒนาการของเนื้อเยื่อแคลลัส โดยอาจไปยับยั้งกระบวนการสร้างลิกนิน (Elstner *et al*., 1994; Hartmann *et al*., 2002) ทำให้สูญเสียการเชื่อมต่อของเนื้อเยื่อระหว่างต้นตอและกิ่งพันธุ์ดี (Pina and Errea, 2005) ดังนั้นจึงมีความจำเป็นในการศึกษาพัฒนาการของรอยต่อของทุเรียนหลังการเสียบยอด ปริมาณของสารประกอบฟีโนลิกทั้งหมด ปริมาณลิกนินต่อความสามารถในการเข้ากันได้ระหว่างต้นตอและกิ่งพันธุ์ดี รวมทั้งเปรียบเทียบการเจริญเติบโตของกิ่งพันธุ์ดี เพื่อใช้เป็นประโยชน์ในการคัดเลือกต้นตอทุเรียนที่เหมาะสมสำหรับการปลูกสร้างสวนทุเรียนอย่างยั่งยืน

วัสดุ อุปกรณ์และวิธีการ

1. วัสดุพืช

ทำการเสียบยอดกิ่งพันธุ์ดี คือ ทุเรียนหมอนทองและชะนีบนต้นตอทุเรียนพื้นบ้านสายพันธุ์ขมิ้นและทุเรียนนก โดยมีคู่หมอนทองบนต้นตอหมอนทองและชะนีบนต้นตอชะนีเป็นคู่เปรียบเทียบ วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Completely Randomized Design: CRD) แบ่งเป็น 8 ทรีตเมนต์ ทรีตเมนต์ละ 3 ซ้ำ ซ้ำละ 5 ต้น ทำการทดลอง ณ โรงเรือนทดลองและห้องปฏิบัติการเทคโนโลยีชีวภาพพืชปลูก (ชีวโมเลกุล) คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา

2. ความสำเร็จในการเสียบยอดทุเรียน

ทำการตรวจสอบความสำเร็จของการเสียบยอดที่อายุ 28 วันหลังการเสียบยอด และ ตรวจนับจำนวนต้นที่ยังมีชีวิต ซึ่งกิ่งพันธุ์ดีมีลักษณะเป็นสีเขียว ไม่เหี่ยวแห้ง และไม่พบการเกิดเชื้อราบริเวณรอยต่อ

3. การศึกษาเนื้อเยื่อวิทยา

ศึกษาพัฒนาการของรอยต่อในแต่ละคู่เสียบยอดที่อายุ 28 วันหลังการเสียบยอด สุ่มเก็บตัวอย่างทรีทเมนต์ละ 1 ต้น ตามวิธีที่ประยุกต์จาก Khotcharat (2016) โดยตัดรอยต่อตามขวาง หนา 0.5 เซนติเมตร จำนวน 3 ชิ้นต่อตัวอย่าง เก็บรักษาในน้ำยาคงสภาพสูตร FAAII (Formalin-acetic-alcohol) นำตัวอย่างพืชดึงน้ำออกนอกเซลล์ เพื่อเป็นการทำให้ชิ้นส่วนตัวอย่างพืชปราศจากน้ำ โดยใช้ T-butyl alcohol จากความเข้มข้นต่ำไปสู่ความเข้มข้นสูง นำชิ้นส่วนตัวอย่างพืชฝังลงในบล็อกพาราฟิน ทำการตัดแต่งบล็อกพาราฟินและตัดชิ้นส่วนตัวอย่างพืชในบล็อกพาราฟินด้วยเครื่องโรตารี่ไมโครโทม ความหนา 12 ไมโครเมตร ติดชิ้นส่วนตัวอย่างพืชที่มีลักษณะบางบนแผ่นสไลด์แก้ว จากนั้นละลายพาราฟินและนำชิ้นตัวอย่างพืชย้อมสีด้วยซาฟรานีนและฟาสต์กรีน ปิดด้วยกระจกปิดสไลด์โดยใช้ Mounting medium เป็นตัวยึด นำไปส่องภายใต้กล้องจุลทรรศน์และถ่ายภาพด้วยกล้องดิจิตอล FUJIFILM

4. การวิเคราะห์หาปริมาณสารประกอบฟีโนลิกทั้งหมด

เก็บตัวอย่างเปลือกของลำต้นทุเรียนหลังการเสียบยอด ได้แก่ บริเวณบนรอยต่อ บริเวณรอยต่อ และบริเวณใต้รอยต่อ ที่อายุ 0, 7, 21 และ 45 วันหลังการเสียบยอด น้ำหนักตัวอย่างละ 0.1 กรัม นำมาบดด้วยไนโตรเจนเหลวจนละเอียด เติมสารละลายเมทานอลความเข้มข้น 80 เปอร์เซ็นต์ ปริมาตร 5 มิลลิลิตร เขย่าให้เข้ากันและแช่ในเครื่อง Ultrasonic bath นาน 20 นาที ดูดสารละลายใส่หลอดไมโครเซนติฟิวส์ขนาด 1.5 มิลลิลิตร ปั่นแหวี่ยงที่ความเร็ว 14,000 rpm ที่อุณหภูมิห้อง นาน 5 นาที ทำการสกัดสารประกอบฟีโนลิกตามวิธีที่ดัดแปลงจาก Marinova และคณะ (2005) โดยนำสารละลายตัวอย่างที่สกัดได้ปริมาตร 0.2 มิลลิลิตร ใส่ลงในหลอดทดลองฝาเกลียวขนาด 15 มิลลิลิตร เติมน้ำกลั่นปริมาตร 0.8 มิลลิลิตร และโฟลินซิโอแคลทูรีแจนต์ปริมาตร 0.1 มิลลิลิตร ผสมให้เข้ากันและเก็บไว้ในที่มืด นาน 5 นาที (สีของสารละลายมีสีเขียวใส) จากนั้นทำการเติมสารละลายโซเดียมคาร์บอเนตความเข้มข้น 7 เปอร์เซ็นต์ ปริมาตร 1 มิลลิลิตร ปรับปริมาตรเท่ากับ 2.5 มิลลิลิตรด้วยน้ำกลั่น ผสมให้เข้ากันและเก็บในที่มืดที่อุณหภูมิห้อง นาน 90 นาที (สีของสารละลายเปลี่ยนเป็นสีน้ำเงิน) วัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 750 นาโนเมตร ด้วยเครื่องสเปกโตรโฟโตมิเตอร์ เปรียบเทียบกับหลอดควบคุม คือ สารละลายเมทานอลความเข้มข้น 80 เปอร์เซ็นต์ ปริมาตร 0.2 มิลลิลิตร แทนสารละลายตัวอย่าง ปริมาณสารประกอบฟีโนลิกทั้งหมดคำนวณจากการนำค่าการดูดกลืนแสงของสารตัวอย่างเทียบกับกราฟมาตรฐานสารละลายกรดแกลลิก (Gallic acid) ปริมาณที่ได้แสดงในหน่วยมิลลิกรัมของกรดแกลลิกต่อน้ำหนักสด (mg g^{-1} FW)

5. การวิเคราะห์หาปริมาณลิกนิน

การเก็บตัวอย่างเพื่อวิเคราะห์หาปริมาณลิกนินทำเช่นเดียวกับข้อที่ 4 โดยชั่งน้ำหนักตัวอย่างละ 2 กรัม อบด้วยอุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียสจนกระทั่งตัวอย่างมีน้ำหนักแห้งคงที่ บดตัวอย่างให้ละเอียดและทำการดึงโปรตีนออก (Protein-free cell wall sample) โดยใช้ตัวอย่างที่บดละเอียดน้ำหนัก 0.3 กรัม ใส่ในหลอดไมโครเซ็นติฟิวส์ เติม Potassium phosphate buffer ความเข้มข้น 50 มิลลิโมลาร์ ปริมาตร 7 มิลลิลิตร ปั่นเหวี่ยงที่ความเร็ว 12,000 rpm นาน 5 นาที เทสารละลายทิ้งและล้างด้วย Potassium phosphate buffer ความเข้มข้น 50 มิลลิโมลาร์ ปริมาตร 7 มิลลิลิตร จำนวน 3 รอบ เติม Triton X-100 ความเข้มข้น 1 เปอร์เซ็นต์ ปริมาตร 7 มิลลิลิตร จำนวน 3 รอบ จากนั้นล้างด้วย NaCl ความเข้มข้น 1 โมลาร์ ปริมาตร 7 มิลลิลิตร จำนวน 2 รอบ ล้างด้วย DI-water ปริมาตร 7 มิลลิลิตร จำนวน 2 รอบ และล้างออกด้วย Acetone ปริมาตร 5 มิลลิลิตร จำนวน 2 รอบ อบตะกอนให้แห้งที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส นาน 24 ชั่วโมง ทำให้เย็นใน Vacuum desiccator หลังจากนั้นทำการวิเคราะห์ปริมาณลิกนินโดยนำ Protein-free cell wall sample น้ำหนัก 20 มิลลิกรัม ใส่ในหลอดแก้วฝาเกลียว เติม Acetyl bromide ความเข้มข้น 25 เปอร์เซ็นต์ ปริมาตร 0.5 มิลลิลิตร บ่มที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส นาน 30 นาที จากนั้นแช่ในน้ำแข็งอย่างรวดเร็ว เติม NaOH ความเข้มข้น 2 โมลาร์ ปริมาตร 0.9 มิลลิลิตร เติม Hydroxylamine-HCl ความเข้มข้น 5 โมลาร์ ปริมาตร 0.1 มิลลิลิตร และเติม Glacial acetic acid ปริมาตร 5 มิลลิลิตร นำไปปั่นเหวี่ยงที่ความเร็ว 7,000 rpm นาน 15 นาที วัดค่าการดูดกลืนแสงที่ 340 นาโนเมตร ค่าที่ได้นำไปทำการเปรียบเทียบกับกราฟมาตรฐานของสารแอลไคไลน์ลิกนิน (Moreira-vilar *et al*., 2014)

6. การวัดการเจริญเติบโต

ศึกษาการเจริญเติบโตของต้นทุเรียนที่เสียบยอดสำเร็จทั้งในกิ่งพันธุ์ดีหมอนทองและชะนีบนต้นตอทุเรียนหมอนทอง ทุเรียนชะนี ทุเรียนพื้นบ้านและทุเรียนนก โดยการวัดความสูงของลำต้น วัดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางกิ่งพันธุ์ดี บริเวณรอยต่อและต้นตอ โดยทำการบันทึกข้อมูลเดือนละหนึ่งครั้ง

ผลการทดลอง

1. ความสำเร็จในการเสียบยอดทุเรียน

จากการสังเกตลักษณะของรอยแผลที่เชื่อมติดกันและบริเวณส่วนยอดหลังการเสียบยอดที่อายุ 28 วัน พบว่าบริเวณดังกล่าวมีลักษณะสีเขียวและมีการเจริญเติบโตตามปกติ ซึ่งถือว่าสามารถเสียบยอดได้สำเร็จ โดยผลการประเมินเปอร์เซ็นต์ความสำเร็จภายหลังการเสียบยอด พบว่าคู่ชะนีบนต้นตอชะนีและต้นตอทุเรียนนก มีเปอร์เซ็นต์ความสำเร็จของการเสียบยอดสูงที่สุด คือ 96.67 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาคือคู่ชะนีบนต้นตอหมอนทองและต้นตอทุเรียนพื้นบ้านขมิ้น คือ 90 เปอร์เซ็นต์ ในขณะที่คู่หมอนทองบนต้นตอหมอนทองและต้นตอชะนี มีเปอร์เซ็นต์ความสำเร็จเพียง 80 เปอร์เซ็นต์ (Figure 1) โดยการเสียบยอดทุเรียนหมอนทองบนต้นตอสายพันธุ์เดียวกันและต่างสายพันธุ์มีเปอร์เซ็นต์ความสำเร็จในการเสียบยอดน้อยกว่าการเสียบยอดด้วยสายพันธุ์ชะนี จากผลการทดลองชี้ให้เห็นว่าการเสียบยอดโดยใช้กิ่งพันธุ์ดีบนต้นตอสายพันธุ์เดียวกัน (Monograft) ไม่มีความแตกต่างของความสำเร็จในการเสียบยอดจากการเสียบยอดบนต้นตอต่างสายพันธุ์และต่างชนิดกัน (Heterograft)

2. การศึกษาเนื้อเยื่อวิทยาและการเชื่อมรอยต่อระหว่างกิ่งพันธุ์ดีและต้นตอ

จากการศึกษาพัฒนาการของรอยต่อระหว่างคู่หมอนทองและชะนีบนต้นตอชะนี ทุเรียนนก และพันธุ์พื้นบ้านขมิ้น โดยมีคู่หมอนทองบนต้นตอหมอนทองและคู่ชะนีบนต้นตอชะนีเป็นคู่เปรียบเทียบ พบว่าการเสียบยอดหมอนทองและชะนีบนต้นตอชะนี มีการพัฒนาของเนื้อเยื่อแคลลัสในบริเวณรอยต่อเกิดขึ้นได้ดีกว่าคู่เสียบยอดสายพันธุ์อื่นๆ ซึ่งจากการสังเกตพบว่ามีการสร้างเนื้อเยื่อแคลลัสจากกิ่งพันธุ์ดีมากกว่าต้นตอ โดยเนื้อเยื่อดังกล่าวมีการพัฒนาเป็นสะพานแคลลัส ทำหน้าที่เชื่อมทั้งสองส่วนเข้าด้วยกันและพัฒนาต่อ

เป็นแคมเบียมแบ่งเซลล์เป็นท่อลำเลียงน้ำและท่อลำเลียงอาหารใหม่ (Figure 3A, 3B) ขณะที่การเสียบยอดกิ่งพันธุ์ดีหมอนทองและชะนีบนต้นตอหมอนทอง ทุเรียนพื้นบ้านขมิ้น และทุเรียนนก มีพัฒนาการของเนื้อเยื่อแคลลัสตรงบริเวณรอยต่อเกิดขึ้นช้ากว่าการเสียบยอดหมอนทองและชะนีบนต้นตอชะนี (Figure 2A, 2B, 4A, 4B) โดยเฉพาะทุเรียนนกยังคงมีช่องว่างระหว่างรอยต่อด้านหนึ่ง ในขณะที่อีกด้านมีการเจริญของแคลลัสเชื่อมกันได้ดี (Figure 5A, 5B)

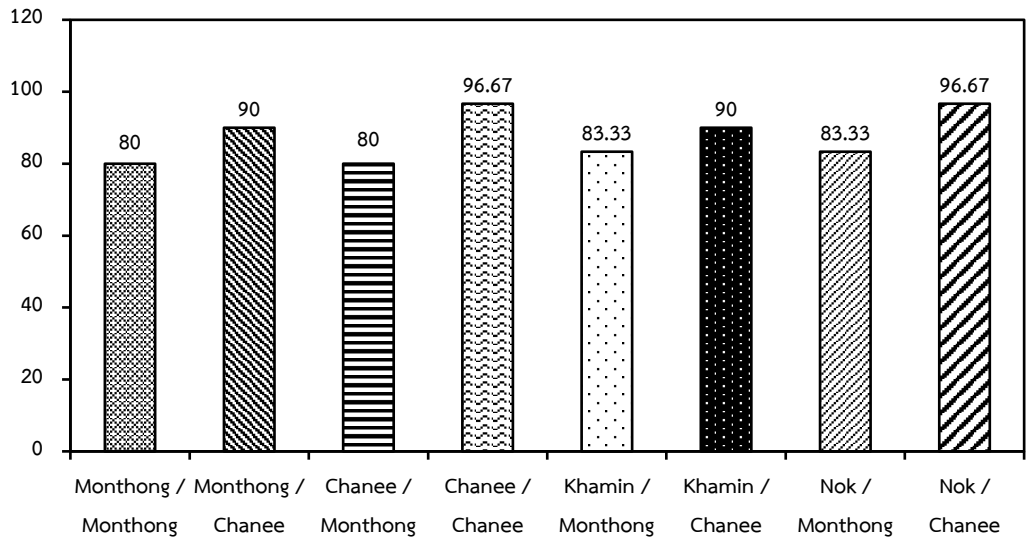

Figure 1 Percentage of grafting success between Monthong and Chanee grafted on various rootstocks at 28 days after grafting.

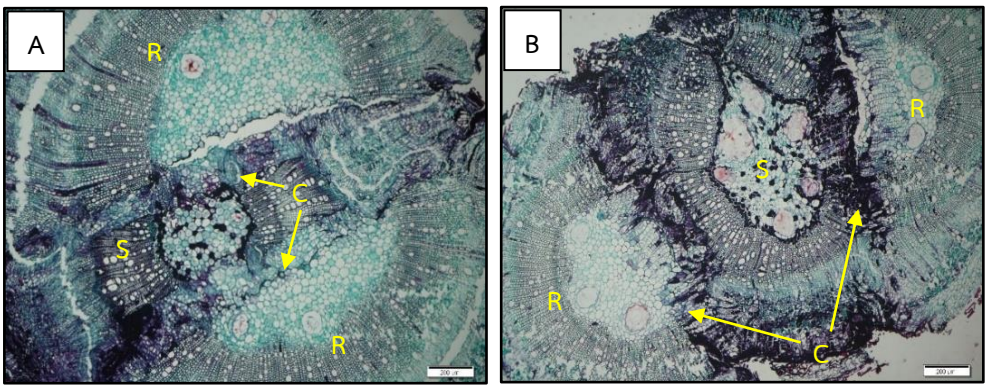

Figure 2 Differentiation of graft union between Monthong (A) and Chanee (B) grafted on Monthong rootstocks at 28 days after grafting. R: rootstock; S: Scion; C: Callus tissue

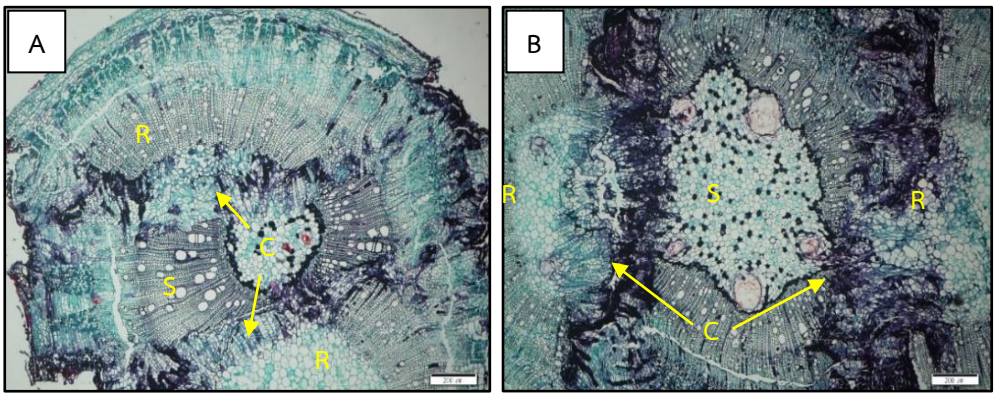

Figure 3 Differentiation of graft union between Monthong (A) and Chanee (B) grafted on Chanee rootstocks at 28 days after grafting. R: rootstock; S: Scion; C: Callus tissue

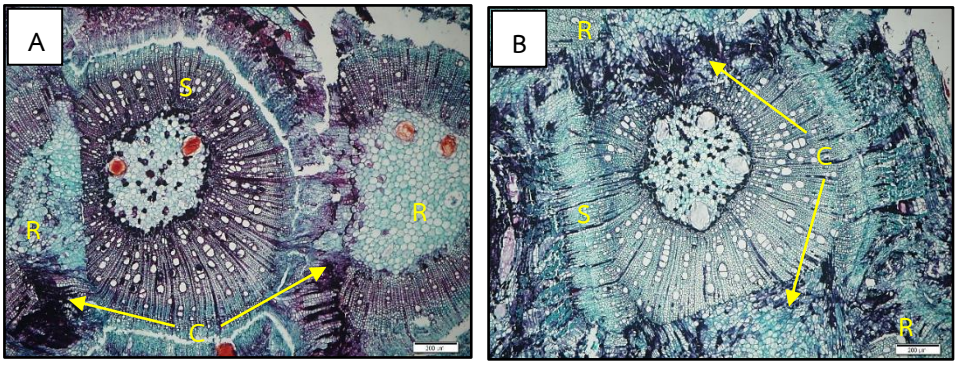

Figure 4 Differentiation of graft union between Monthong (A) and Chanee (B) scions grafted on Khamin rootstocks at 28 days after grafting. R: rootstock; S: Scion; C: Callus tissue

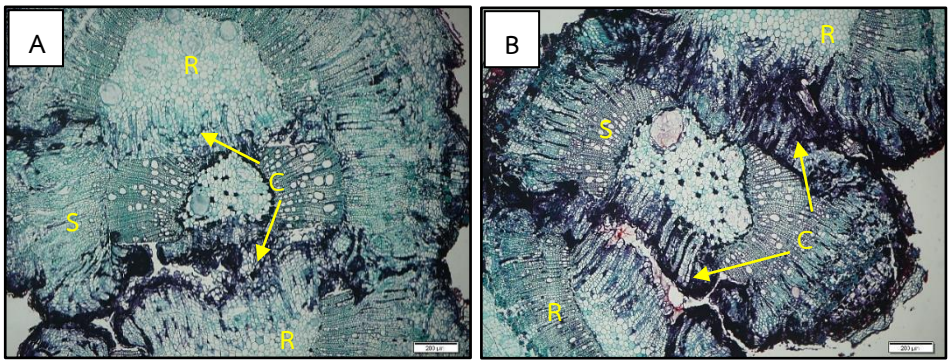

Figure 5 Differentiation of graft union between Monthong (A) and Chanee (B) grafted on Nok rootstocks at 28 days after grafting. R: rootstock; S: Scion; C: Callus tissue

3. การวิเคราะห์ปริมาณสารประกอบฟีโนลิกทั้งหมด

จากการวิเคราะห์ปริมาณสารประกอบฟีโนลิกทั้งหมดในต้นทุเรียนแต่ละสายพันธุ์ที่ไม่มีการเสียบยอด พบว่าแต่ละสายพันธุ์มีปริมาณสารประกอบฟีโนลิกทั้งหมดแตกต่างกัน โดยทุเรียนพื้นบ้านขมิ้นมีปริมาณสารฟีโนลิกสูงที่สุด (771.60 มิลลิกรัมต่อกรัมน้ำหนักสด) ซึ่งมีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญกับสายพันธุ์ชะนีซึ่งมีปริมาณฟีโนลิกต่ำที่สุด (445.51 มิลลิกรัมต่อกรัมน้ำหนักสด) โดยหลังการเสียบยอดที่อายุ 7 วัน พบว่าบริเวณเหนือรอยต่อและบริเวณรอยต่อของทุกคู่เสียบยอดมีการสะสมของสารฟีโนลิกทั้งหมดในปริมาณสูงกว่าบริเวณใต้รอยต่อ และหลังการเสียบยอดที่อายุ 21 วัน ปริมาณสารประกอบฟีโนลิกทั้งหมดในบริเวณรอยต่อของทุกคู่เสียบยอดมีปริมาณสูงขึ้นและลดลงที่อายุ 45 วันหลังการเสียบยอด โดยคู่เสียบยอดที่มีปริมาณสารประกอบฟีโนลิกทั้งหมดในบริเวณรอยต่อต่ำที่สุด คือ คู่หมอนทองบนต้นตอทุเรียนนกที่อายุ 21 วันหลังการเสียบยอด (676.73 มิลลิกรัมต่อกรัมน้ำหนักสด) และไม่พบ

ความแตกต่างกันทางสถิติของสารประกอบฟีโนลิกทั้งหมดในบริเวณใต้รอยต่อของทุกคู่เสียบยอดที่อายุ 45 วันหลังการเสียบยอด (Table 1)

4. การวิเคราะห์ปริมาณลิกนิน

จากการวิเคราะห์ปริมาณสารลิกนินในต้นทุเรียนแต่ละสายพันธุ์ที่ไม่มีการเสียบยอด พบว่าไม่มีความแตกต่างทางสถิติของปริมาณสารลิกนินในทุกสายพันธุ์ และหลังการเสียบยอดที่อายุ 7, 21 และ 45 วัน พบว่าทุกคู่ที่มีการเสียบยอดมีปริมาณของสารลิกนินในบริเวณเหนือรอยต่อสูงที่สุด รองลงมา คือบริเวณรอยต่อและบริเวณใต้รอยต่อ โดยปริมาณของสารลิกนินบริเวณเหนือรอยต่อ บริเวณรอยต่อและบริเวณล่างรอยต่อในทุกคู่เสียบยอดมีค่าเพิ่มขึ้นตามระยะเวลาที่เพิ่มขึ้นหลังการเสียบยอด ยกเว้นคู่หมอนทองและชะนีบนต้นตอทุเรียนนก ซึ่งมีปริมาณลิกนินในบริเวณรอยต่อและใต้รอยต่อสูงที่สุดที่อายุ 21 วัน (1.66, 1.58, 1.27 และ 1.70 mg g^{-1} cell wall) และลดลงที่อายุ 45 วันหลังการเสียบยอด (Table 2)

5. การเจริญเติบเติบโตของต้นทุเรียน

จากการวัดการเจริญเติบโตของยอดทุเรียนอายุ 5 เดือนหลังการเสียบยอด พบว่ายอดใหม่มีการเจริญเติบโตอย่างเห็นได้ชัดเจน โดยคู่ทุเรียนหมอนทองและชะนีบนต้นตอทุเรียนนกมีความสูงของลำต้นสูงกว่าสายพันธุ์อื่นๆ (20.33 และ 14.50 เซนติเมตร ตามลำดับ) และมีเส้นผ่านศูนย์กลางบริเวณต้นตอ บริเวณรอยต่อและกิ่งพันธุ์ดีสูงกว่ากต้นตอสายพันธุ์อื่นๆ โดยบริเวณรอยต่อมีเส้นผ่านศูนย์กลางสูงที่สุดคือ 1.81 และ 1.77 มิลลิเมตร ตามลำดับ ซึ่งมีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่งกับต้นตอสายพันธุ์อื่นๆ ในขณะที่การใช้ทุเรียนหมอนทองและทุเรียนพื้นบ้านขมิ้นเป็นต้นตอมีการเจริญเติบโตค่อนข้างช้ากว่าการใช้ทุเรียนชะนีและทุเรียนนกเป็นต้นตอ โดยคู่ชะนีบนต้นตอชะนีมีจำนวนใบมากที่สุด (25.67 ใบ) รองลงมาคือคู่ชะนีบนต้นตอทุเรียนนก และคู่หมอนทองบนต้นตอทุเรียนนก (21.00 และ 17.33 ใบ ตามลำดับ)จากผลการทดลองนี้ชี้ให้เห็นว่าการใช้ทุเรียนนกเป็นต้นตอในการเสียบยอดด้วยกิ่งพันธุ์ดีหมอนทองและชะนีมีผลต่อการเจริญเติบโตที่ดีกว่าการเสียบยอดบนต้นตอทุเรียนสายพันธุ์อื่นๆ (Table 3)

Table 1 The total phenolic content of above, below and at graft union of Monthong and Chanee grafted on various rootstocks at 0, 7, 21 and 45 days after grafting (DAG).

Ungrafted	Total phenolic compounds concentration (mg g^{-1} of fresh weight)	Combination (Rootstocks/Scions)	Total phenolic compounds concentration (mg g^{-1} of fresh weight)								
			7 DAG			21 DAG			45 DAG		
			Above graft union	At graft union	Below graft union	Above graft union	At graft union	Below graft union	Above graft union	At graft union	Below graft union
Monthong	678.63ab[1/]	Monthong/Monthong	908.90abc	770.17b	532.75de	775.41ab	1096.73abc	765.88ab	374.00b	532.75b	345.39a
		Monthong/Chanee	1056.68ab	1211.15a	687.69b	798.77ab	850.73bc	742.04ab	519.88b	659.56ab	392.11a
Chanee	445.51b	Chanee/Monthong	891.26abc	793.53b	650.03bc	677.20b	998.05abc	747.76ab	472.21b	527.03b	404.99a
		Chanee/Chanee	714.86bc	704.38b	475.54e	566.12bc	1031.42abc	597.59bc	522.74b	792.57a	437.88a
Khamin	771.60a	Khamin/Monthong	686.26c	786.37b	579.95cd	921.77a	1206.38ab	590.44bc	488.42b	611.89ab	414.04a
		Khamin/Chanee	1117.23a	945.60ab	932.26a	987.56a	1460.48a	857.89a	450.28b	665.28ab	427.39a
Nok	659.56ab	Nok/Monthong	779.70abc	676.73b	688.17b	418.34c	676.73c	458.86c	492.23b	660.52ab	428.82a
		Nok/Chanee	695.80c	641.92b	892.21a	637.16bc	725.35bc	689.60abc	746.81a	710.10ab	449.32a
F-test	*	F-test	**	**	*	**	**	*	**	*	ns
C.V. (%)	23.23	C.V. (%)	15.62	16.62	21.28	12.50	18.35	18.57	16.22	15.50	18.40

ns= Non significant differences at P≤ 0.05 level, *= Significantly differences at P≤ 0.05 level, **= Significantly differences at P≤ 0.01 level

[1/] = Value followed by different letter are significantly different according to DMRT

Table 2 The lignin content of above, below and at graft union of Monthong and Chanee grafted on various rootstocks at 0, 7, 21 and 45 days after grafting (DAG).

Ungrafted	Lignin content (mg g^{-1} cell wall)	Combination (Rootstocks/Scions)	Lignin content (mg g^{-1} cell wall)								
			7 DAG			21 DAG			45 DAG		
			Above graft union	At graft union	Below graft union	Above graft union	At graft union	Below graft union	Above graft union	At graft union	Below graft union
Monthong	0.72a[1/]	Monthong/Monthong	0.71b	0.66a	0.44b	1.58b	0.79c	0.68d	1.92c	1.46b	0.98c
		Monthong/Chanee	1.02b	0.65a	0.51b	2.26a	1.32ab	0.75d	2.27bc	1.37b	0.90c
Chanee	0.62a	Chanee/Monthong	0.86b	0.71a	0.52b	2.14ab	1.16bc	1.10c	2.24bc	1.75ab	1.20bc
		Chanee/Chanee	1.76a	0.90a	0.79ab	2.60a	1.22b	1.18bc	2.58abc	1.42b	1.33abc
Khamin	0.63a	Khamin/Monthong	1.69a	0.94a	0.95a	2.17ab	1.47ab	1.45abc	3.18a	1.98ab	1.52ab
		Khamin/Chanee	1.41a	1.19a	0.78ab	2.64a	1.33ab	1.53ab	3.38a	2.19a	1.74a
Nok	0.90a	Nok/Monthong	1.61a	1.12a	0.75ab	2.56a	1.66a	1.27bc	2.74abc	1.42b	1.07bc
		Nok/Chanee	1.61a	1.07a	0.67ab	2.63a	1.58ab	1.70a	2.92ab	1.38b	1.27abc
F-test	ns	F-test	**	ns	**	*	**	**	**	*	*
C.V. (%)	26.94	C.V. (%)	10.31	25.57	21.18	14.35	12.55	11.53	13.41	19.84	20.61

ns = Non significant differences at P≤ 0.05 level, * = Significantly differences at P≤ 0.05 level, ** = Significantly differences at P≤ 0.01 level

[1/] = Value followed by different letter are significantly different according to DMRT

Table 3 Average height of scions, diameter of scions, diameter of unions, diameter of rootstocks and number of leaves Monthong and Chanee scions were grafted on various rootstocks.

Combination (Rootstocks/Scions)	Scions height (cm)	Diameter (mm)			Number of leaves
		Rootstock	union	Scion	
Monthong/Monthong	6.00c[1/]	0.66b	0.74c	0.66b	11.33bc
Monthong/Chanee	6.77c	0.86b	1.33ab	0.86b	15.67abc
Chanee/Monthong	13.33b	0.74b	1.05bc	0.74b	15.33abc
Chanee/Chanee	12.00bc	0.94b	1.11bc	0.94b	25.67a
Khamin/Monthong	6.33c	0.61b	0.75c	0.61b	8.67c
Khamin/Chanee	7.00c	0.77b	0.80bc	0.77b	13.00bc
Nok/Monthong	20.33a	1.63a	1.81a	1.63a	17.33abc
Nok/Chanee	14.50ab	1.38a	1.77a	1.38a	21.00ab
F-test	**	**	**	**	*
C.V. (%)	23.33	15.08	18.38	15.08	34.23

* = Significantly differences at P ≤ 0.05 level, ** = Significantly differences at P ≤ 0.01 level

[1/] = Value followed by different letter are significantly different according to DMRT

วิจารณ์

การประเมินการเข้ากันได้ของการเสียบยอดทุเรียนอาจใช้ตัวบ่งชี้หลายตัว เช่น การตรวจสอบเนื้อเยื่อวิทยา (Histological studies) โดยตัดเนื้อเยื่อตรงบริเวณที่ทำการเสียบยอดและสังเกตจากการเชื่อมต่อของเนื้อเยื่อแคลลัส การเรียงตัวของเซลล์และการพัฒนาท่อน้ำลำเลียงน้ำและอาหารระหว่างต้นตอและกิ่งพันธุ์ดีหลังการเสียบยอด (Gebhardt and Goldbach, 1988; Schoning and Kollmann 1997; Errea and Borrvey, 2004) ขั้นตอนสำคัญคือการสร้างและการเรียงตัวของเนื้อเยื่อสีน้ำตาลที่เกิดบาดแผล การสร้างแคลลัส การสร้างสะพานแคลลัสบริเวณรอยต่อ การสร้างท่อลำเลียงและการเชื่อมต่อของท่อลำเลียงระหว่างกิ่งพันธุ์ดีกับต้นตอ ซึ่งระยะเวลาแตกต่างกันขึ้นอยู่กับชนิดพืช เช่น Arabidopsis ใช้เวลาประมาณ 7-12 วันในการเชื่อมรอยต่อสำเร็จ (Turnbull, 2010) มะเขือเทศใช้เวลา 14 วัน (Fan *et al*., 2015) ในขณะที่พืชยืนต้นอาจใช้เวลาเป็นเดือนถึงหลายเดือน เช่น การเชื่อมของรอยต่อในมะม่วงหิมพานต์จะเสร็จสมบูรณ์ต้องใช้ระยะเวลา 60 วันหลังการเสียบยอด (Mahunu *et al*., 2012) สำหรับการเสียบยอดในทุเรียนการเชื่อมของรอยต่อจะใช้เวลาประมาณ 28 วัน (ไม่ได้แสดงข้อมูล) ดังนั้นการศึกษาในครั้งนี้จึงต้องใช้เวลาที่อายุ 28 วันหลังการเสียบ

ยอด โดยทำการทดลองเสียบยอดคู่ทุเรียนหมอนทองและชะนีบนต้นตอทุเรียนสายพันธุ์ต่างๆ คือ ทุเรียนหมอนทอง ทุเรียนชะนี ทุเรียนพื้นบ้านขมิ้น และทุเรียนนก พบว่าหลังเสียบยอดที่อายุ 28 วัน การใช้ต้นตอชะนีมีพัฒนาการของเนื้อเยื่อแคลลัสตรงบริเวณรอยต่อเกิดขึ้นได้เร็วกว่าต้นตอสายพันธุ์อื่นๆ โดยการสร้างแคลลัสส่วนใหญ่มีการพัฒนามาจากเนื้อเยื่อกิ่งพันธุ์ดีมากกว่าต้นตอ และเนื้อเยื่อดังกล่าวมีการเพิ่มปริมาณในช่องว่างของบาดแผลเกิดเป็นสะพานแคลลัส ซึ่งทำหน้าที่เชื่อมเนื้อเยื่อทั้งสองส่วนเข้าด้วยกัน สำหรับต้นตอทุเรียนนกและต้นตอหมอนทองยังปรากฏช่องว่างระหว่างรอยต่อซึ่งหมายถึงการเชื่อมยังไม่มีความสมบูรณ์ที่อายุ 28 วันหลังการเสียบยอด อย่างไรก็ตามเมื่อคำนวณเปอร์เซ็นต์ความสำเร็จของการเสียบยอดโดยพิจารณาจากลักษณะยอดที่มีลักษณะสีเขียวและไม่แสดงอาการผิดปกติ พบว่าคู่ชะนีบนต้นตอทุเรียนนก และคู่ชะนีบนต้นตอชะนีมีเปอร์เซ็นต์ความสำเร็จสูงที่สุดถึง 96.67 เปอร์เซ็นต์ ดังนั้นจึงมีความจำเป็นต้องใช้ปัจจัยอื่นๆ เป็นตัวชี้วัด เช่น การวัดการเจริญเติบโตของกิ่งพันธุ์ดีบนต้นตอซึ่งต้องใช้ระยะเวลาที่มากกว่า 28 วันหลังการเสียบยอด ซึ่งการเสียบยอดระหว่างพืชต่างชนิดกันอาจไม่แสดงอาการของการเข้ากันไม่ได้ในระยะแรก ดังตัวอย่างที่เคยเกิดขึ้นกับการต่อกิ่งเชอรี่หรือการต่อกิ่งระหว่างต้นตอพีชและพลัม (Treutter and Feucht, 1991; Salesses and Bonnet, 1992) โดยในพืชทั้งสองมีอาการผิดปกติบริเวณเนื้อเยื่อรอยต่อทำให้การเชื่อมของท่อลำเลียงน้ำและอาหารมีปัญหา เกิดเป็นรอยแยกของเนื้อเยื่อต้นตอและกิ่งพันธุ์ดีหลังจากเจริญเติบโตไปแล้วเป็นปีหลังมีการทาบกิ่ง ด้วยเหตุผลดังกล่าวในการประเมินการเข้ากันได้ระหว่างต้นตอและกิ่งพันธุ์ดีจึงต้องใช้ต้องอาศัยหลายวิธีร่วมกัน

จากการศึกษาในพืชหลายชนิด พบว่าชนิดและปริมาณสารประกอบฟีโนลิกที่พืชสร้างขึ้นหลังการเสียบยอดสามารถใช้เป็นเครื่องหมายสำคัญในการตรวจสอบการเข้ากันได้หรือไม่ได้ (Pereira *et al.,* 2014) เช่น การศึกษาในยางพารา (Prabpree *et al.,* 2018) องุ่น (Canas *et al*., 2014) พืชสกุล Prunus (Pereira *et al.,* 2018) การสร้างสารประกอบฟีโนลิกในพืชเกิดขึ้นในกระบวนการ Phenylpropanoid pathway ซึ่งจะถูกผลิตขึ้นอย่างรวดเร็วในเนื้อเยื่อที่กำลังเจริญเติบโตหลังจากพืชได้รับสภาวะเครียดต่างๆ เช่น เชื้อก่อโรค ความร้อน การเกิดบาดแผล และฮอร์โมน เป็นต้น ดังนั้นปริมาณและชนิดของสารประกอบฟีโนลิกที่พืชสร้างขึ้นหลังจากการทาบกิ่งหรือเสียบยอดมีความสัมพันธ์โดยตรงกับการพัฒนาของรอยต่อระหว่างเนื้อเยื่อต้นตอและกิ่งพันธุ์ดี ซึ่งส่งผลต่อความสำเร็จในการเสียบยอด โดยปริมาณสารประกอบฟีโนลิกที่มีค่าต่ำมักพบในคู่เสียบยอดที่มีความเข้ากันได้ดี (Errea, 1998; Pina and Errea, 2005) การสะสมของสารประกอบฟีโนลิกสามารถตรวจสอบได้หลังจากการต่อกิ่งได้ไม่นาน นอกจากนี้ความแตกต่างของรูปแบบของสารประกอบฟีโนลิกจากการย้อมด้วยสี Toluidine blue สามารถใช้ตรวจสอบปริมาณสารประกอบฟีโนลิกในเซลล์ของกิ่งพันธุ์ดีบริเวณที่เกิดบาดแผลได้อีกด้วย (Ermel *et al*., 1999) ซึ่งจากการวิเคราะห์ปริมาณสารประกอบฟีโนลิกทั้งหมด (Total phenolic compound) หลังจากการเสียบยอดทุเรียนหมอนทองและชะนีบนต้นตอสายพันธุ์ต่างๆ พบว่าปริมาณสารประกอบฟีโนลิกบริเวณรอยต่อและเหนือรอยต่อของคู่หมอนทองและชะนีบนต้นตอทุเรียนนก มีค่าต่ำโดยเฉพาะที่อายุ 7-21 วันหลังการเสียบยอด ในขณะที่คู่เสียบยอดที่ใช้ทุเรียนนกเป็นต้นตอมีปริมาณสารลิกนินสูงกว่าการใช้ต้นตอสายพันธุ์อื่นๆ โดยสารประกอบฟีโนลิกมีส่วนเกี่ยวข้องในการสร้างลิกนินซึ่งมีความสำคัญต่อการเชื่อมต่อระหว่างกิ่งพันธุ์ดีและต้นตอเช่นกัน (Herrero *et al*., 2014) ลิกนินเป็นส่วนประกอบของเซลล์พาเรงไคมาที่สะสมและทำหน้าที่ในการช่วยลำเลียงธาตุอาหารในต้นพืช ลิกนินที่สะสมในผนังเซลล์จะช่วยเสริมความแข็งแรงของรอยต่อระหว่างต้นตอและกิ่งพันธุ์ดี รวมทั้งการสร้างเนื้อเยื่อเจริญเมื่อเกิดบาดแผล (Puangphaka, 2005) จากการรายงานของ Buchloh (1960) พบว่ากระบวนการเกิดลิกนินเป็นกระบวนการที่จำเป็นสำหรับกลไกการเกิดรอยเชื่อมต่อกันระหว่างกิ่งพันธุ์ดีและต้นตอ นำไปสู่ความสำเร็จในการเกิดรอยเชื่อมตามธรรมชาติ จากการศึกษาการทาบกิ่งในแพร์บนต้นตอควินน์ซึ่งรอยต่อสามารถเข้ากันได้ดี พบว่าปริมาณสารประกอบฟีโนลิกบริเวณส่วนล่างและส่วนบนของรอยต่อไม่มีความแตกต่างกัน ในขณะที่แพร์พันธุ์ William บนต้นตอควินน์พันธุ์ MA ซึ่งเข้ากันไม่ได้ พบว่ามีปริมาณสารฟลาโวนอยด์ซึ่งเป็นหนึ่งในกลุ่มสารประกอบฟีโนลิกในปริมาณค่อนข้างสูงในบริเวณส่วนล่างของรอยต่อ (Hudina *et al*., 2014) สำหรับปริมาณสารลิกนิน พบว่าบริเวณส่วนบนของรอยต่อมีปริมาณสูงกว่าบริเวณอื่นๆ โดยคู่หมอนทองบนต้นตอหมอนทองมีปริมาณลิกนินต่ำที่สุดเมื่อเทียบกับคู่อื่นๆ สำหรับปริมาณลิกนิน พบว่ามีปริมารต่ำที่อายุ 7 วันและเพิ่มสูงขึ้นเมื่ออายุ 21 วันหลังการเสียบยอด อย่างไรก็ตามปริมาณลิกนินที่อายุ 45 วันหลังการเสียบยอดไม่มีความแตกต่างกันกับที่อายุ 21 วันหลังการเสียบยอด Miao และคณะ (2019) ทำการประเมินปริมาณลิกนินภายหลังการเสียบยอดของแตงกวาบนต้นตอฟักทอง พบว่าปริมาณลิกนินเพิ่มสูงสุดในวันที่ 3 วันหลังการเสียบยอด หลังจากนั้นปริมาณของลิกนินจะลดลง จากผลการทดลองชี้ให้เห็นว่าปริมาณการสะสมสารประกอบฟีโนลิกที่สูงจะส่งผลให้การสร้างลิกนินเกิดขึ้นได้น้อย ซึ่งสอดคล้องกับรายงานของ Hartmann และคณะ (2002) ได้กล่าวว่าสารประกอบฟีโนลิกจะเคลื่อนย้ายจากแวคิวโอลไปยังไซโตพลาสซึม ซึ่งมีผลต่อการยับยั้งการทำงานของกระบวนการสังเคราะห์ลิกนิน (Lignin pathway) ส่งผลให้การเชื่อมระหว่างต้นตอและกิ่งพันธุ์ดีบกพร่อง (Pina and Errea, 2005) นอกจากนี้ยังพบว่าสารประกอบฟีโนลิกที่มีปริมาณสูงยังส่งผลต่อการยับยั้งการสะสมออกซินและการสร้างลิกนินอีกด้วย (Pina *et al*., 2012) โดยการเชื่อมต่อระหว่างต้นตอกับกิ่งพันธุ์ดีจะต้องเกิดการเชื่อมรอยต่อของเนื้อเยื่อท่อลำเลียงน้ำและอาหาร ซึ่งการสร้างเนื้อเยื่อเหล่านี้จะเกิดจากการสร้างลิกนิน

จากการศึกษาการเจริญเติบโตของต้นทุเรียนในการทดลองครั้งนี้ สายพันธุ์ที่นำมาศึกษามีทั้งทุเรียนสายพันธุ์การค้า และทุเรียนพื้นบ้านซึ่งเป็นทุเรียนชนิดเดียวกัน (*Durio zibethinus*) และต่างชนิดกัน คือ ทุเรียนนก (*D. lowianus*) ซึ่งตามทฤษฎีนั้นการเสียบยอดระหว่างพืชที่มีความห่างไกลทางพันธุกรรมอาจมีปัญหาการเข้ากันไม่ได้สูงกว่าพืชที่มีความใกล้ชิดทางพันธุกรรม แต่เนื่องจากมีรายงานว่าทุเรียนนกมีความทนทานต่อโรครากเน่าโคนเน่า ดังนั้นจึงน่าจะใช้เป็นต้นตอที่ดีสำหรับทุเรียนสายพันธุ์การค้าซึ่งเป็นที่มาของงานวิจัยในครั้งนี้ และจากการศึกษาการเจริญเติบโตของกิ่งพันธุ์ดีหลังการเสียบยอด พบว่าการเสียบยอดแบบที่ใช้ต้นตอและกิ่งพันธุ์ดีเป็นสายพันธุ์เดียวกันและการเสียบยอดกิ่งพันธุ์ดีบนต้นตอต่างสายพันธุ์ มีเปอร์เซ็นต์ความสำเร็จในการเสียบยอดที่ไม่แตกต่างกัน แต่มีความแตกต่างกันในการเจริญเติบโตของกิ่งพันธุ์ดีหลังจากการเสียบยอด โดยทุเรียนนกเป็นต้นตอที่ส่งผลให้กิ่งพันธุ์ดีมีการเจริญเติบโตที่ดีกว่าต้นตอสายพันธุ์อื่นๆ ซึ่งแสดงให้เห็นว่าทุเรียนนกไม่มีปัญหาในการเข้ากันไม่ได้กับทุเรียนชนิด *D. zibethinus* โดยผลการทดลองในครั้งนี้สอดคล้องกับการทดลองของ Somsri (1987) ที่ศึกษาการเจริญเติบโตของทุเรียนชนิดต่างๆ บนต้นตอทุเรียน

พื้นเมือง โดยใช้กิ่งพันธุ์ทุเรียน จำนวน 8 ชนิด พบว่าทุเรียนนกตรัง ทุเรียนชาเรียน และทุเรียนนกมาเลเซียบนต้นตอทุเรียนพื้นเมืองมีการเจริญเติบโตดีกว่าทุเรียนชนิดอื่นๆ Mudge และคณะ (2009) รายงานว่าการต่อกิ่งระหว่างพืชชนิดเดียวกันจะไม่มีปัญหาเรื่องการเข้ากันไม่ได้ แต่หากคู่เสียบยอดที่มีความห่างไกลทางพันธุกรรม เช่น เป็นพืชต่างชนิดหรือต่างสกุลมักเกิดปัญหาการเข้ากันไม่ได้ระหว่างต้นตอและกิ่งพันธุ์ดี จากการศึกษาในทุเรียนครั้งนี้พบว่าการเสียบยอดทุเรียนข้ามชนิดกัน คือ ทุเรียนปลูก (*D. zibethinus*) และทุเรียนนก (*D. lowianus*) ไม่มีปัญหาในการเข้ากันไม่ได้ระหว่างกิ่งพันธุ์ดีและต้นตอ โดยตามธรรมชาติของเมล็ดทุเรียนนกพบว่ามีการงอกช้า รวมทั้งต้นกล้าทุเรียนนกในระยะแรกมีการเจริญเติบโตที่ช้ากว่าทุเรียนสายพันธุ์การค้าและทุเรียนพื้นบ้าน แต่หลังจากตั้งตัวได้แล้ว ทุเรียนนกสามารถเจริญเติบโตได้อย่างรวดเร็ว ทั้งนี้อาจเป็นเพราะทุเรียนนกมีระบบรากที่ยาวและแข็งแรงซึ่งแตกต่างจากทุเรียนสายพันธุ์อื่นๆ ดังนั้นการใช้ต้นตอที่ดี แข็งแรง ทนต่อโรคราก และมีความสามารถในการเข้ากันได้ดีกับกิ่งพันธุ์ จะมีผลโดยตรงต่อการเจริญเติบโต และการให้ผลผลิตของทุเรียนสายพันธุ์ดี

สรุป

ต้นตอที่นิยมในการขยายพันธุ์ทุเรียนคือต้นกล้าที่เพาะเมล็ดจากทุเรียนพื้นบ้าน แต่เนื่องจากทุเรียนพื้นบ้านมีความหลากหลายทางพันธุกรรมสูง รวมทั้งอาจจะเกิดการเข้ากันไม่ได้กับกิ่งพันธุ์ดี ดังนั้นจึงต้องคัดเลือกทุเรียนพื้นบ้านที่เหมาะสมในการใช้เป็นต้นตอเพื่อเสียบยอดกับทุเรียนพันธุ์การค้า เช่น หมอนทองหรือชะนี จากการศึกษาการเข้ากันได้ของต้นตอทุเรียนพื้นบ้านสายพันธุ์ต่างๆ รวมทั้งต้นตอทุเรียนนกซึ่งเป็นทุเรียนต่างชนิดกับทุเรียนสายพันธุ์การค้า โดยประเมินจากวิธีการต่างๆ เช่น การศึกษาพัฒนาการของเนื้อเยื่อระหว่างรอยต่อของต้นตอและกิ่งพันธุ์ดีหลังการเสียบยอด การวิเคราะห์ปริมาณสารประกอบฟีโนลิกทั้งหมด ปริมาณลิกนิน และการบันทึกการเจริญเติบโตของต้นตอและกิ่งพันธุ์ดีหลังเสียบยอด พบว่าการพัฒนาของเนื้อเยื่อรอยต่อระหว่างต้นตอและกิ่งพันธุ์ดีที่อายุ 28 วันหลังการเสียบยอดในทุกคู่เสียบยอดมีการพัฒนาของแคลลัสบริเวณรอยต่อได้ดีถึงแม้ว่ามีบางคู่ที่มีการเจริญของแคลลัสอาจช้ากว่าคู่อื่น เช่นกรณีการใช้ทุเรียนนกและหมอนทองเป็นต้นตอ โดยหลังการเสียบยอดมีการสร้างสารประกอบฟีโนลิกของเนื้อเยื่อบริเวณรอยต่อมากกว่าบริเวณส่วนบนรอยต่อ (กิ่งพันธุ์ดี) และบริเวณใต้รอยต่อ (ต้นตอ) ปริมาณสารประกอบฟีโนลิกทังหมดมีปริมาณเพิ่มขึ้นหลังการเสียบยอด โดยสูงสุดที่อายุ 21 วันหลังการเสียบยอด และหลังจากนั้นจะมีปริมาณลดลง ในขณะที่การสารสร้างลิกนินบริเวณเหนือรอยต่อมีมากกว่าบริเวณอื่นๆ และปริมาณของลิกนินจะค่อยๆ เพิ่มขึ้นหลังการเสียบยอด จากผลการบันทึกข้อมูลการเจริญเติบโตของกิ่งพันธุ์ดีบนต้นตอสายพันธุ์ต่างๆ พบว่ากิ่งพันธุ์ดีหมอนทองและชะนีมีการเจริญเติบโตได้ดีที่สุดบนต้นตอทุเรียนนก จากผลดังกล่าวแสดงให้เห็นว่าการเสียบยอดด้วยทุเรียนสายพันธุ์ดีหมอนทองและชะนี สามารถเข้ากันได้ดีกับต้นตอทุเรียนนก (*D. lowianus*) การศึกษาครั้งนี้แสดงให้เห็นถึงศักยภาพของการใช้ทุเรียนนกเป็นต้นตอในการขยายพันธุ์ทุเรียน อีกทั้งการประเมินการเข้ากันได้ของทุเรียนในเบื้องต้น สามารถใช้วิธีการต่างๆ เช่น การศึกษาการพัฒนาของเนื้อเยื่อบริเวณรอยต่อ การวิเคราะห์ปริมาณสารประกอบฟีโนลิกทั้งหมด ปริมาณลิกนิน และการศึกษาการเจริญเติบโต เป็นต้น ซึ่งวิธีการเหล่านี้สามารถใช้เป็นตัวชี้วัดความสำเร็จในการเสียบยอดทุเรียนในระยะต้นกล้าได้อย่างมีประสิทธิภาพ

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณสาขานวัตกรรมการเกษตรและการจัดการ (พืชศาสตร์) คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัย สงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่ สำหรับการเอื้อเฟื้อสถานที่ในการทำวิจัย ขอบคุณโครงการวิจัยการประเมินการเข้ากันได้ของต้นตอทุเรียนพื้นบ้านภาคใต้กับกิ่งทุเรียนพันธุ์การค้า ซึ่งได้รับการสนับสนุนเงินทุนจากงบประมาณแผ่นดินปีงบประมาณ 2560-2562 ภายใต้โครงการอนุรักษ์พันธุกรรมพืชอันเนื่องมาจากพระราชดำริ สมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ สยามบรมราชกุมารี (อพ.สธ.) ขอขอบคุณศูนย์ความเป็นเลิศเทคโนโลยีชีวภาพเกษตร คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่ ในการสนับสนุนงบประมาณทำให้งานวิจัยสำเร็จลุล่วงไปได้ดี

เอกสารอ้างอิง

Buchloh, G. 1960. The lignification in stock-scion junctions and its relation to compatibility. *In* Phenolics in plants in health and disease. (ed. J.B. Pidham) Vol.IIII, pp. 67-71. Oxford, UK/New York: Pergamon Press.

Canas, S., Assunção, M., Brazão, J., Zanol, G. and Eiras-Dias, J.E. 2014. Phenolic compounds involved in grafting incompatibility of *Vitis* spp: development and validation of an analytical method for their quantification. Phytochemical Analysis 26(1): 1-7.

Elstner, E.F., Obwald, W., Volpert, R. and Schempp, H. 1994. Phenolic antioxidants. Acta Horticulturae 381: 301-335.

Ermel, F.F., Kervella, J., Catesson, A.M. and. Poëssel, J.L. 1999. Localized graft incompatibility in pear/quince (*Pyrus communis/Cydonia oblonga*) combinations: multivariate analysis of histological data from 5-month-old grafts. Tree Physiology 19(10): 645- 654.

Errea, P. and Borruey, C. 2004. Early detection of graft compatibility in apricot/*Prunus* combinations. Acta Horticulturae 658: 555–558.

Errea, P., Felipe, A. and Herrero, M. 1994. Graft establishment between compatible and incompatible *Prunus* spp. Journal of Experimental Botany 45: 393–40.

Errea, P., Garayb, L. and Marı́nb, J.A. 2001. Early detection of graft incompatibility in apricot (*Prunus armeniaca*) using *in vitro* techniques. Physiologia Plantarum 112: 135–141.

Fan, J., Yang, R., Li, X., Zhao, W., Zhao, F. and Wang, S. 2015. The processes of graft union formation in tomato. Horticulture, Environment and Biotechnology 56(5): 569–574.

Gebhardt, K. and Goldbach, H. 1988. Establishment, graft union characteristics and growth of Prunus micrografts. Physiologia Plantarum 72(1): 153–159.

Hartmann, H. T., Kester, D.E., Jr. Davies, F.T. and Geneve, R.L. 2002. Plant propagation: principle and practices. New Jersey: Prentice-Hall Incorporated.

Herrero, J., Carrasco, A.E. and Zapata, J.M. 2014. *Arabidopsis thaliana* peroxidases involved in lignin biosynthesis: in silico promoter analysis and hormonal regulation. Plant Physiology and Biochemistry 80: 192-202.

Hudina, M., Orazem, P., Jakopic, J. and Stampa, F. 2014. The phenolic content and its involvement in the graft incompatibility process of various pear rootstocks (*Pyrus communis* L.). Journal of Plant Physiology 171: 76-78.

Khotcharat, N. 2016. The Study on Compatibility of White Root Disease Tolerant Rubber Rootstocks with Clone RRIM 600. Master Thesis (Plant Science), Prince of Songkla University.

Lim, T.K. and Chan, L.G. 1986. Fruit rot of durian caused by *Phytophthora palmivora*. Pertanika 9: 269-276.

Mahunu, J.K., Adjei, P.Y. and Asante, A.K. 2012. Anatomical studies on graft formation in cashew (*Anacardium occidentale* L.). Agriculture and Biology Journal of North America 3: 150–153.

Marinova, D., Ribarova, F. and Atanassova, M. 2005. Total phenolics and total flavonoids in Bulgarian fruits and vegetables. Journal of the University of Chemical Technology and Metallurgy 40(3): 255-260.

Miao, L., Li, S., Bai, L., Anwar, A., Li, Y., He, C. and Yu, X. 2019. Effect of grafting methods on physiological change of graft union formation in cucumber grafted onto bottle gourd rootstock. Scientia Horticulturae 244: 246-259.

Moing, A., Carbonne, F., and Gaudillere, J.P. 1990. Growth and carbon partitioning in compatible and incompatible peach/plum grafts. Physiologia Plantarum 79(3): 540–546.

Moreira-vilar, F.C., Siqueira-Soares, R.D.C., Finger-Teixeira, A., Oliveira, D.M.D., Ferro, A.P., Rocha, G.J.D., Ferrarese, M.D.L., Santos W.D.D. and Ferrarese-Filho, O. 2014. The acetyl bromide method is faster, simpler and presents best recovery of lignin in different herbaceous tissues than klason and thioglycolic acid methods. PLoS ONE 9: e1 10000.

Mudge, K., Janick, J., Scofield, S. and Goldschmidt, E.E. 2009. A history of grafting. Horticultural Reviews 35: 437-493.

Naim, A., Hakim, L. and Indriyani, S. 2016. The survival rate of grafted-seedling of durian (*Durio zibethinus* Murr.) in the indigenous agroforestry orchards of Osingnese in Banyuwangi, East Java, Indonesia. International Journal of Research Studies in Agricultural Sciences 2: 13-22.

Office of Agricultural Economics. 2019. Data of production of durian in 2019. Available from: http://www.oae.go.th/assets/portals/ /1fileups/prcaidata/files/durian.(1)62pdf [Accessed on 3 March 2019].

Olmstead, M.A., Lang, N.S., Ewers, F.W. and Owens, S.A. 2006. Xylem vessel anatomy of sweet cherries grafted onto dwarfing and nondwarfing rootstocks. Journal of the American Society for Horticultural Science 131: 577–585.

Pereira, I.D.S., Fachinello, C.J., Antunes, C.E.L., Campos, D.A. and Pina, A. 2014. Incompatibilidade de enxertia em *Prunus*. Ciencia Rural 44: 1519–1526.

Pereira, I.D.S., Pina, A., Antunes, L.E.C., Campos, A.D. and Fachinello, J.C. 2018. Genotypic differences in cyanogenic glycosides levels of compatible *Prunus persica P. persica* and incompatible *P. persica P. mume* combinations. Bragantia 77(1): 1–12.

Pina, A. and Errea, P. 2005. A review of new advances in mechanism of graft compatibility–incompatibility. Scientia Horticulturae 106(1): 1–11.

Pina, A., Errea, P. and Martens, H.J. 2012. Graft union formation and cell-to-cell communication via plasmodesmata in compatible and incompatible stem unions of *Prunus* spp. Scientia Horticulturae 143: 144-150.

Prabpree, A., Sangsil, P., Nualsri, C. and Nakkanong, K. 2018. Expression profile of *phenylalanine ammonia-lyase* (*PAL*) and phenolic content during early stages of graft development in bud grafted *Hevea brasiliensis*. Biocatalysis and Agricultural Biotechnology 14: 88–95.

Salesses, G. and Bonnet, A. 1992. Some physiological and genetic aspects of peach/plum graft incompatibility. Acta Horticulturae 315:177-186.

Schoning, U. and Kollmann, R. 1997. Phloem translocation in regeneration *in vitro*-heterografts of different compatibility. Journal of Experimental Botany 48: 289–295.

Somsri, S. 1987. Study of scion varieties on native durian (*Durio zibethinus* L.) rootstock. Department of Horticulture, Kasetsart University.

Somsri, S. 2008. Thai durian and breeding: a case study of Chanthaburi 1, Chanthaburi 2, Chanthaburi 3. Bangkok: Department of Agriculture Ministry of Agriculture and Cooperatives.

Sunthornchainaksang, P. 2005. Anatomy and Morphology of Flowering Plants. Bangkok: Top Publishing House.

Treutter, D. and Feucht, W. 1991. Accumulation of phenolic compounds above the graft union of cherry trees. Gartenbauwissenschaft 56: 134-137.

Turnbull, C.G.N. 2010. Grafting as a research tool. Plant Developmental Biology, Methods in Molecular Biology 655: 11–26.

Wolf, T.K. and Pool, R.M. 1998. 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.

SJPS-11-01-M01-I74-006