ผลของระยะเวลาในการขนส่งกิ่งปักชำมะกรูดล้างรากต่อการตั้งตัวหลังการย้ายปลูก

Effect of Shipping Duration of Kaffir Lime Bare-root Cuttings on their Establishment after Transplanting

อรทัย กาเมือง,[1] สุขะวัฒน์ ทองเหลี่ยว,[1] สามารถ เศรษฐวิทยา,[1] กฤษณา กฤษณพุกต์[1] และ ลพ ภวภูตานนท์[1]*

Orathai Kamueng,[1] Sukawat Thongleaw,[1] Samart Sethwitaya,[1] Krisana Krisanapook[1] and Lop Phavaphutanon[1*]

Received 13 July 2019, Accepted 17 December 2019

ABSTRACT

The effect of shipping duration for 2, 3 and 4 days by parcel post service on the establishment of kaffir lime bare-root cuttings after transplanting was studied. The bare-root cuttings were wrapped in moist newspaper, inserted into a plastic bag, 20 cuttings/bag and packed into a parcel paper box of 24 x 40 x 17 cm dimension. These parcel boxes were shipped to the destination by car in one day and left under shade without temperature and relative humidity control until reaching the tested shipping duration. Rooted cuttings with rooting media intact being shipped to the destination and transplanted on the same day were served as the control for comparison. It was found that weight/unit of bare-root cuttings was 50 times less than that of the control. After transplanting for 8 weeks, all the cuttings in the control set survived and produced new shoots. Their new shoots were 9.5 cm long with 12.6 leaves/plant and leaf greenness values of 55.3 SPAD unit. Dry weight of shoots and roots of the control was 14.4 g and 1.6 g, respectively, with the root to shoot ratio of 0.12. The bare-root cuttings undergone different shipping duration had 95 – 100% survival rate after transplanting for 8 weeks. Their new shoots emerged slower than those of the control, and 80 – 90% of the bare-root cuttings produced new shoots. Their new shoots were 8.0 – 9.0 cm long with 6.9 – 8.5 leaves/plant and leaf greenness values between 50.5 – 68.2 SPAD unit. The dry weight of shoots and roots of these plants was 6.8 – 9.9 g and 0.8 – 1.4 g, respectively, with the root to shoot ratio of 0.13 – 0.14. Shipping of bare-root cuttings by parcel post service within 2 days was feasible with minimal negative impact on their establishment after transplanting. Increasing of shipping duration delayed shoot emergence and reduced overall growth of bare-root cuttings after transplanting.

Keywords: Survival rate, Growth, Parcel post service

[1] ศูนย์วิจัยและพัฒนาไม้ผลเขตร้อน ภาควิชาพืชสวน คณะเกษตร กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน อ.กำแพงแสน จ.นครปฐม 73140

Tropical Fruit Research and Development Center, Department of Horticulture, Faculty of Agriculture at Kamphaeng Saen, Kasetsart University, Kamphaeng Saen Campus, Kamphaeng Saen, Nakhon Pathom 73140, Thailand.

[*] Corresponding author: Tel. 0-3435-1889, Fax. 0-3435-1889 ext. 105, E-mail address: agrlpv@ku.ac.th

บทคัดย่อ

ศึกษาผลของการขนส่งกิ่งปักชำมะกรูดล้างรากทางพัสดุไปรษณีย์เป็นระยะเวลา 2 3 และ 4 วันต่อการตั้งตัวหลังการย้ายปลูก โดยหุ้มกิ่งปักชำที่ผ่านการล้างวัสดุปักชำออกจากรากจนหมดด้วยกระดาษหนังสือพิมพ์ชื้น และถุงพลาสติก 20 กิ่ง/ห่อ แล้วบรรจุลงในกล่องพัสดุไปรษณีย์กระดาษขนาด 24 x 40 x 17 ซม. จำลองสภาพขนส่งกล่องพัสดุทางรถยนต์จากสวนมายังที่หมายและวางกล่องพัสดุในที่ร่ม ไม่ควบคุมอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ ตามระยะเวลาที่กำหนด จึงทำการย้ายปลูก เปรียบเทียบกับกิ่งปักชำชุดควบคุมที่ไม่ได้ล้างวัสดุปักชำออกจากราก ที่ย้ายปลูกทันทีเมื่อขนส่งถึงที่หมายภายในวันเดียวกัน พบว่ากิ่งปักชำล้างรากมีน้ำหนักต่อหน่วยน้อยกว่ากิ่งปักชำชุดควบคุมถึง 50 เท่า หลังการย้ายปลูก 8 สัปดาห์พบว่า กิ่งปักชำชุดควบคุมทั้งหมดรอดตาย และมีการผลิใบใหม่ กิ่งใหม่ที่เกิดขึ้นมีความยาว 9.5 ซม. มีจำนวนใบใหม่ 12.6 ใบ/ต้น มีค่าความเขียวใบ 55.3 SPAD unit น้ำหนักแห้งของส่วนเหนือดินและส่วนรากเท่ากับ 14.4 และ 1.6 ก. และมีอัตราส่วนรากต่อยอดเท่ากับ 0.12 ส่วนกิ่งปักชำล้างรากที่ผ่านการขนส่งเป็นเวลาแตกต่างกัน มีจำนวนต้นรอดตาย 95 – 100% และ 80 – 90% ของต้นที่รอดตายตั้งตัวได้และมีการผลิยอดใหม่ กิ่งใหม่มีความยาว 8.0 – 9.0 ซม. มีจำนวนใบใหม่ 6.9 – 8.5 ใบ/ต้น มีค่าความเขียวใบระหว่าง 50.5 – 68.2 SPAD Unit น้ำหนักแห้งของส่วนเหนือดิน และส่วนรากเท่ากับ 6.8 – 9.9 ก. และ 0.8 – 1.4 ก. และมีอัตราส่วนรากต่อยอดระหว่าง 0.13 – 0.14 การขนส่งกิ่งปักชำมะกรูดล้างรากทางพัสดุไปรษณีย์ภายใน 2 วัน มีผลกระทบน้อยต่อการรอดตายและการตั้งตัวหลังย้ายปลูกเมื่อเปรียบเทียบกับกิ่งปักชำในชุดควบคุม ระยะเวลาขนส่งที่นานขึ้นทำให้มีการผลิยอดใหม่ช้าและการเติบโตโดยรวมช้าลงหลังการย้ายปลูก

คำสำคัญ: อัตราการรอดตาย การเติบโต การขนส่งทางพัสดุไปรษณีย์

คำนำ

การปลูกมะกรูดเพื่อตัดใบมะกรูดขายเป็นการค้าโดยเฉพาะ มักปลูกแบบระยะชิด เป็นแถวคู่สลับฟันปลา ใช้ระยะปลูก 50 x 50 ซม. (รวี และคณะ, 2558) ซึ่งต้องใช้ต้นพันธุ์จำนวนมากเมื่อเปรียบเทียบกับการปลูกมะกรูดแบบเดิมที่ผลิตทั้งผลและใบมะกรูด ซึ่งต้นมะกรูดมีทรงพุ่มใหญ่และมีระยะปลูกห่าง มะกรูดนิยมขยายพันธุ์ด้วยการเพาะเมล็ด และการตอน ต้นกล้าจากการเพาะเมล็ดมีขนาดเล็ก ต้องใช้เวลานานเพื่อเติบโตจนมีขนาดพร้อมปลูก และมีหนามมาก ส่วนต้นพันธุ์จากกิ่งตอน สามารถตอนจากกิ่งกระโดงที่มีขนาดใหญ่แข็งแรง แต่กิ่งตอนมะกรูดเกิดรากช้าและมีรากน้อยเมื่อเปรียบเทียบกับกิ่งตอนมะนาว ปัจจุบันการปักชำกิ่งมะกรูดประสบความสำเร็จมากขึ้นและสามารถผลิตกิ่งปักชำจำนวนมากได้เร็วกว่าการตอนกิ่ง โดยกิ่งปักชำหน่วยหนึ่งๆ ประกอบด้วยส่วนของกิ่งพันธุ์ที่เกิดรากแล้ว วัสดุปักชำที่ห่อหุ้มรากอยู่ เช่น ถ่านแกลบผสมกับทรายในอัตราส่วน 1:1 โดยปริมาตร และภาชนะปลูก เช่น ถุงพลาสติกดำ กระถางพลาสติก หรือถ้วยแก้วพลาสติก ซึ่งมีน้ำหนักรวมค่อนข้างมาก และเปลืองเนื้อที่ในการขนส่ง เป็นข้อจำกัดในการขนส่งกิ่งพันธุ์ด้วยบริการขนส่งพัสดุไปรษณีย์แบบด่วนพิเศษซึ่งให้บริการครอบคลุมทั่วประเทศ โดยในพื้นที่ภาคกลางใช้เวลาขนส่งถึงปลายทางภายใน 1 – 2 วัน ส่วนในภาคอื่นๆ ใช้เวลา 2 – 3 วัน พร้อมมีระบบติดตามและตรวจสอบสถานะของพัสดุตลอด 24 ชั่วโมง โดยค่าบริการขนส่งเพิ่มขึ้นตามน้ำหนักของพัสดุ (ไปรษณีย์ไทย, 2562)

ในต่างประเทศ มีการผลิตกิ่งพันธุ์ไม้ผลแบบล้างราก (bare-root) โดยขุดต้นพืชจากแปลงปลูกในช่วงที่ต้นพักตัว ไม่มีใบบนต้น และล้างดินที่ติดอยู่ที่รากออกจนหมด กิ่งพันธุ์หน่วยหนึ่งมีเพียงลำต้นหลัก กิ่งแขนงที่มักตัดให้สั้น และราก ทำให้มีน้ำหนักเบา สะอาด รวมเป็นมัดเป็นกลุ่มได้ง่าย ไม่กินพื้นที่ ทนทานต่อการขนส่ง คงสภาพสดอยู่ได้

นานเมื่อรักษาความชื้นให้กับส่วนรากได้อย่างเหมาะสม และประหยัดค่าใช้จ่ายในการขนส่ง สามารถตั้งตัวได้ดีหลังการย้ายปลูก กิ่งพันธุ์ล้างราก เช่น แอปเปิ้ล เชอรี่ และกุหลาบ ซึ่งได้รับความนิยมอย่างแพร่หลาย และมีราคาต่อหน่วยถูกกว่ากิ่งพันธุ์ขนาดเท่ากันที่ปลูกในภาชนะ (Buckstrup & Bassuk, 2009; Schuch *et al.*, 2007) เพื่อรักษาความสดของกิ่งพันธุ์แบบล้างรากระหว่างการขนส่ง ควรหลีกเลี่ยงสภาพอุณหภูมิสูง และการได้รับแสงแดดโดยตรง มีการรักษาความชื้นให้กับระบบรากโดยการพ่นน้ำและห่อด้วยวัสดุเก็บความชื้นก่อนบรรจุหีบห่อ มีการยึดไม่ให้กิ่งพันธุ์ในหีบห่อขยับไปเพื่อลดการช้ำ และใช้เวลาขนส่งไม่เกิน 3 – 4 วัน (Burdett & Simpson, 1984; Scianna *et al.*, 2005) การเก็บรักษากิ่งพันธุ์ล้างรากในระยะยาว ควรเก็บในสภาพความชื้นสัมพัทธ์สูง 90 – 95% และอุณหภูมิต่ำ 1 – 3°C เพื่อคงความสดและลดกิจกรรมเมแทบอลิซึมของกิ่งพันธุ์และของจุลินทรีย์ที่เป็นสาเหตุของโรคพืช (Burdett & Simpson, 1984) การจำลองสภาพขนส่งระหว่างประเทศของต้นกล้วยไม้ฟาแลนอปซิส (phalaenopsis) แบบล้างรากในกล่องพัสดุและวางในที่มืด พบว่าน้ำหนักสดของต้นกล้วยไม้ลดลงเมื่อระยะเวลาขนส่งนานขึ้น และสภาพขนส่งที่อุณหภูมิ 25 – 30°C มีการสูญเสียน้ำหนักมากกว่าที่อุณหภูมิ 15 – 20°C แต่ไม่มีผลต่อการตั้งตัวของต้นพืชหลังการย้ายปลูกหากขนส่งนานไม่เกิน 10 วัน อย่างไรก็ตามต้นกล้วยไม้แสดงอาการสะท้านหนาว (chilling injury) เกิดจุดประสีเหลืองบนใบหลังการย้ายปลูก เมื่อขนส่งนาน 4 – 7 วันในสภาพอุณหภูมิต่ำ 15 – 20°C (Wang, 2007)

สำหรับกิ่งพันธุ์พืชเมืองร้อนซึ่งไม่มีการพักตัว และไม่ทิ้งใบเช่นพืชเมืองหนาว การขนส่งกิ่งพันธุ์โดยเฉพาะกิ่งพันธุ์แบบล้างรากทางพัสดุไปรษณีย์ ต้องคำนึงถึงการรักษาความสดของทั้งส่วนรากและใบ หลีกเลี่ยงความช้ำที่จะเกิดขึ้นจากการล้างราก และการบรรจุหีบห่อ สภาพความชื้นสัมพัทธ์สูงและอุณหภูมิสูงในหีบห่อระหว่างการขนส่งที่ไม่มีการควบคุมอุณหภูมิ อาจทำให้กิ่งพันธุ์เกิดความเสียหายได้มากกว่ากิ่งพันธุ์พืชเมืองหนาวที่ทำในช่วงที่พืชมีการพักตัวและมีสภาพอุณหภูมิค่อนข้างต่ำ ซึ่งความเสียหายดังกล่าวมักส่งผลถึงการรอดตายของกิ่งพันธุ์ การตั้งตัว และการเติบโตของกิ่งพันธุ์หลังการย้ายปลูกได้ ในการขนส่งต้นกล้าผักหวานป่าแบบล้างรากทางพัสดุไปรษณีย์เป็นเวลา 4 – 12 วันพบว่า มีอัตราการรอดตายไม่แตกต่างกันหลังการย้ายปลูกเป็นเวลา 75 วัน โดยการขนส่งนาน 4 วัน มีต้นกล้ารอดชีวิตมากที่สุดคือ 93% การห่อหุ้มต้นกล้าผักหวานป่าล้างรากด้วยถ่านแกลบชื้นร่วมกับกระดาษหนังสือพิมพ์ให้ผลดีกว่าการห่อด้วยกระดาษหนังสือพิมพ์เพียงอย่างเดียว ต้นกล้าเริ่มผลิยอดใหม่ ตั้งตัวได้ภายใน 15 วัน หลังการย้ายปลูก (อโนทัย, 2539)

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบผลของระยะเวลาในการขนส่งกิ่งปักชำมะกรูดล้างรากทางพัสดุไปรษณีย์นาน 2 – 4 วันต่อสภาพของกิ่งปักชำเมื่อถึงที่หมาย การรอดตาย การตั้งตัว และการเติบโตของกิ่งปักชำหลังการย้ายปลูก

อุปกรณ์และวิธีการ

ใช้กิ่งปักชำมะกรูดที่เกิดรากแล้ว จากบ้านสวนต้นไผ่ ต. หนองงูเหลือม อ. เมือง จังหวัดนครปฐม ซึ่งผลิตกิ่งพันธุ์มะกรูดเป็นการค้าโดยปักชำกิ่งยอดความยาวประมาณ 30 ซม. ที่มีใบติดอยู่บนกิ่ง 4 ใบ ในแก้วพลาสติกใส ขนาด 22 ออนซ์ (600 มล.) ใช้ทรายหยาบและถ่านแกลบอัตราส่วน 1:1 โดยปริมาตรเป็นวัสดุปักชำ กระตุ้นการเกิดรากโดยจุ่มโคนกิ่งปักชำในสารละลาย NAA (Naphthalene acetic acid) ความเข้มข้น 6,000 ppm ก่อนนำไปปักชำ จัดวางกิ่งปักชำในสภาพโรงเรือนพรางแสง มีการพ่นหมอกเป็นระยะในเวลากลางวัน เมื่อครบ 60 วัน ย้ายกิ่งพันธุ์ที่เกิดรากแล้วออกจากโรงเรือน นำมาวางกลางแจ้งเป็นเวลา 2 สัปดาห์ คัดเลือกกิ่งปักชำกิ่งที่ยังไม่มีการแตกใบอ่อนเพื่อใช้ในการทดลองต่อไป

การล้างรากและการบรรจุกล่องพัสดุไปรษณีย์ ดึงกิ่งปักชำที่เกิดรากแล้วพร้อมกับวัสดุปักชำที่ติดอยู่ออกจากแก้วพลาสติก ล้างวัสดุปักชำ

ออกจากรากจนหมดด้วยน้ำสะอาด 2 – 3 ครั้งอย่างระมัดระวัง จัดรวมกิ่งปักชำที่ล้างรากแล้วเป็นชุด ชุดละ 20 กิ่ง จำนวน 3 ชุด แต่ละชุดห่อด้วยกระดาษหนังสือพิมพ์ที่นำไปชุบน้ำจนชื้น แล้วบรรจุในถุงพลาสติกใส (polyethylene) ขนาด 14 x 26 นิ้ว รัดยางปิดปากถุงสนิท บรรจุใส่กล่องพัสดุไปรษณีย์กระดาษขนาด 24 x 40 x 17 ซม. ซึ่งมีขนาดพอเหมาะ บรรจุห่อของกิ่งปักชำได้พอดี ไม่ต้องอัดกระดาษเสริมเพื่อป้องกันการขยับไปมาภายในกล่องระหว่างการขนส่ง จากนั้นปิดผนึกฝากล่องด้วยเทปกาว

การจำลองสภาพการขนส่ง ขนส่งกิ่งปักชำล้างรากที่บรรจุในกล่องพัสดุไปรษณีย์จากแหล่งผลิตกิ่งพันธุ์มะกรูดมายังศูนย์วิจัยและพัฒนาไม้ผลเขตร้อน ภาควิชาพืชสวน คณะเกษตร กำแพงแสน มหาวิทยาลัย เกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน โดยรถยนต์ ใช้เวลาเดินทางประมาณ 30 นาที เมื่อถึงที่หมาย นำกล่องพัสดุไปรษณีย์วางในที่ร่ม ไม่มีการควบคุมอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ มีอุณหภูมิผันแปรระหว่าง 25 – 31°C จนครบ 2 3 และ 4 วัน จึงเปิดกล่อง ตรวจสอบอาการใบเหลือง อาการเหี่ยวของใบ การร่วงของใบ และการเน่าของกิ่งปักชำล้างราก แล้วนำไปปลูกต่อไป กิ่งปักชำชุดควบคุม (control) เป็นกิ่งปักชำที่อยู่ในสภาพเดิม คือยังอยู่ในแก้วพลาสติก มีวัสดุปักชำห่อหุ้มราก ระบบรากไม่ถูกรบกวนหรือกระทบกระเทือน ขนส่งมาพร้อมกันโดยไม่ได้บรรจุในหีบห่อ เมื่อถึงที่หมายแล้ว นำไปปลูกทันทีภายในวันเดียวกัน สุ่มตัวแทนกิ่งปักชำล้างราก และกิ่งปักชำในชุดควบคุมที่ยังอยู่ในแก้วพลาสติกและมีวัสดุปักชำห่อหุ้มรากอยู่ มาชั่งน้ำหนักรวม เพื่อเปรียบเทียบน้ำหนักต่อหน่วยของกิ่งปักชำ

การย้ายปลูก นำกิ่งปักชำชุดควบคุม และชุดที่ล้างรากซึ่งผ่านการจำลองสภาพการขนส่งนาน 2 – 4 วันมาปลูกในกระถางพลาสติกขนาด 8 นิ้ว ใช้วัสดุปลูกที่มีส่วนผสมของ ทราย ถ่านแกลบ แกลบดิบ ขุยมะพร้าว และปุ๋ยคอก อย่างละ 1 ส่วนโดยปริมาตร วางต้นพืชในที่ร่มเพื่อให้ปรับตัวเป็นเวลา 1 สัปดาห์ แล้วจึงย้ายออกไปวางกลางแจ้ง มีระดับแสงเฉลี่ยที่ได้รับในช่วงเช้าระหว่างเวลา 10:00 – 11:00 น. 1,320 μmol/m^2/s และในช่วงบ่ายระหว่างเวลา 15:00 – 16:00 น. เฉลี่ย 738.55 μmol/m^2/s มีอุณหภูมิเฉลี่ยในช่วงเช้าและช่วงบ่ายเท่ากับ 33.3 และ 35.3°C ตามลำดับ หลังย้ายปลูก รดด้วยสารป้องกันกำจัดเชื้อรา เมทาแลกซิล (metalaxyl) (เนื้อสารออกฤทธิ์ 25% WP) ในอัตรา 20 กรัม/น้ำ 10 ลิตร สัปดาห์ละครั้ง ต่อเนื่องเป็นเวลา 4 สัปดาห์ และให้ปุ๋ยเคมีสูตร 21-7-14 ปริมาณ 5 กรัม/ต้น ทุกสัปดาห์ตลอดการทดลอง

วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Completely Randomized Design, CRD) ประกอบด้วย 4 สิ่งทดลอง (treatment) คือ 1) ชุดควบคุม (Control) เป็นกิ่งปักชำในภาชนะ ที่ยังมีวัสดุปักชำติดอยู่ ระบบรากไม่ได้รับความกระทบกระเทือน และย้ายปลูกเมื่อขนส่งมาถึงที่หมายภายในวันเดียวกัน และสิ่งทดลอง 2 – 4) คือ กิ่งปักชำล้างราก บรรจุกล่องพัสดุไปรษณีย์ จำลองสภาพการขนส่งนาน 2 3 และ 4 วัน ตามลำดับ ในแต่ละสิ่งทดลองใช้กิ่งปักชำจำนวน 20 กิ่ง

ติดตามการตั้งตัวของกิ่งปักชำหลังย้ายปลูกจากการผลิยอดใหม่ โดยบันทึกจำนวนกิ่งปักชำที่มีการผลิยอดใหม่ในแต่ละสัปดาห์ต่อเนื่องจนครบ 8 สัปดาห์ แสดงค่าเป็นเปอร์เซ็นต์ของจำนวนต้นที่มีตั้งตัวผลิยอดใหม่ได้คำนวณเปอร์เซ็นต์ของต้นที่รอดตายหลังจากย้ายปลูก 2 และ 8 สัปดาห์ บันทึกความยาวของกิ่งใหม่ จำนวนใบรวมที่ผลิออกมาใหม่หลังย้ายปลูก ค่าความเขียวใบซึ่งวัดจากใบลำดับที่ 2 จากปลายกิ่งด้วยเครื่อง Chlorophyll meter (Minolta SPAD-502) และน้ำหนักแห้งของส่วนเหนือดิน และส่วนราก จากตัวแทนต้นมะกรูด 5 ต้น ในแต่ละสิ่งทดลอง หลังจากย้ายปลูก 4 และ 8 สัปดาห์ วิเคราะห์ความแปรปรวนของค่าสังเกต (Analysis of variance, ANOVA) และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยของสิ่งทดลองต่างๆ ด้วยวิธี Duncan's New Multiple Range Test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ด้วยโปรแกรม SPSS version 15 for Window

ผลการทดลอง

น้ำหนักต่อหน่วยของกิ่งปักชำ

กิ่งปักชำมะกรูดในชุดควบคุมซึ่งยังคงมีวัสดุปักชำห่อหุ้มที่ระบบราก มีน้ำหนักเฉลี่ย 652.5 กรัม/หน่วย ส่วนกิ่งปักชำล้างราก มีน้ำหนักเฉลี่ยเพียง 12.8 กรัม/หน่วย คือมีน้ำหนักต่างกันประมาณ 50 เท่า

สภาพของกิ่งปักชำล้างรากที่ขนส่งทางพัสดุไปรษณีย์เมื่อถึงปลายทาง

หลังผ่านสภาพจำลองการขนส่งทางพัสดุไปรษณีย์เป็นเวลา 2 – 4 วัน เมื่อเปิดกล่องพัสดุพบว่า กิ่งปักชำล้างรากยังคงมีสภาพดี ใบมีสีเขียวสด ใบและรากไม่เหี่ยว และไม่พบการเน่าเสียเกิดขึ้น กิ่งปักชำล้างรากที่ขนส่งนาน 4 วัน บางกิ่งใบร่วงง่ายเมื่อสัมผัส

การตั้งตัวของกิ่งปักชำหลังการย้ายปลูก

กิ่งปักชำในชุดควบคุมมีการตั้งตัวได้เร็วกว่ากิ่งปักชำล้างราก โดยมีการผลิยอดใหม่ในสัปดาห์ที่ 3 หลังการย้ายปลูกถึง 75% กิ่งปักชำล้างรากที่ผ่านการขนส่งนาน 2 และ 3 วัน เริ่มมีการผลิยอดใหม่ในสัปดาห์ที่ 3 หลังการย้ายปลูกเช่นกัน แต่มีจำนวนต้นที่ผลิยอดใหม่น้อยกว่ามากคือ 20% และ 10% ตามลำดับ ส่วนกิ่งปักชำล้างรากที่ผ่านการขนส่งนาน 4 วัน ผลิยอดใหม่ล่าช้ากว่ากลุ่มอื่นๆ ออกไปอีก 1 สัปดาห์ กิ่งปักชำล้างรากทยอยผลิยอดใหม่เพิ่มมากขึ้นเป็นลำดับในสัปดาห์ต่อมา และเพิ่มมากขึ้นเด่นชัดในช่วงสัปดาห์ที่ 6 – 8 หลังการย้ายปลูก ในสัปดาห์ที่ 8 หลังการย้ายปลูกพบว่า กิ่งปักชำในชุดควบคุมมีการตั้งตัว 100% ซึ่งมากกว่ากิ่งปักชำล้างรากที่ผ่านการขนส่งนาน 2 – 4 วัน ที่มีจำนวนต้นที่ตั้งตัวได้ใกล้เคียงกันระหว่าง 80 – 90% (Figure 1)

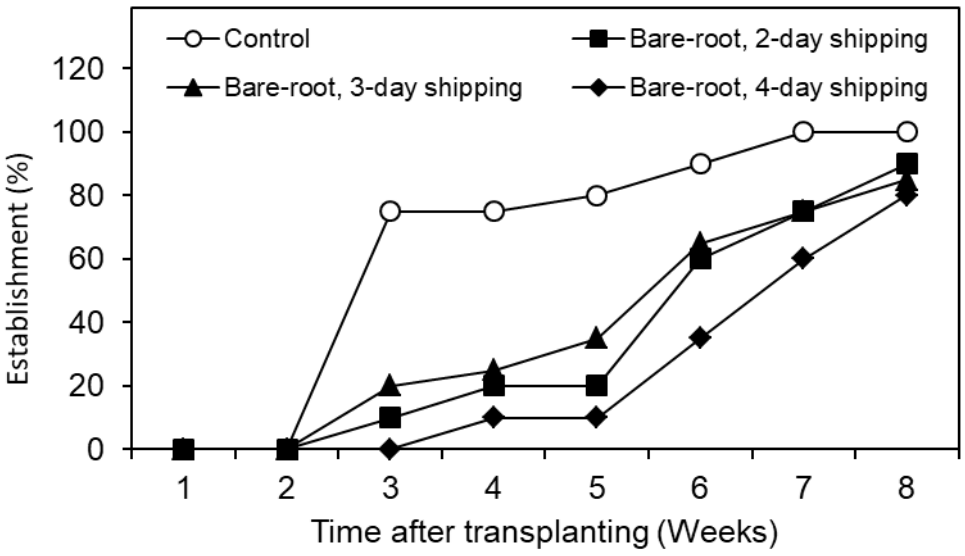

Figure 1 Effect of shipping duration on establishment of bare-root kaffir lime cuttings after transplanting for a period of 8 weeks. Establishment of the cuttings is indicated by emerging of new shoots.

การรอดตายของกิ่งปักชำหลังการย้ายปลูก

หลังการย้ายปลูก 2 และ 8 สัปดาห์ กิ่งปักชำในชุดควบคุม และกิ่งปักชำล้างราก ขนส่งนาน 2 วัน รอดตายทั้งหมด (100%) ขณะที่กิ่งปักชำล้างราก ขนส่งนาน 3 และ 4 วัน มีต้นตาย 10% (Figure 2) หลังจากสัปดาห์ที่ 8 ของการย้ายปลูกไม่มีต้นตายเพิ่มขึ้น

การเติบโตของกิ่งปักชำหลังการย้ายปลูก

หลังการย้ายปลูก 4 สัปดาห์ ต้นที่ปลูกจากกิ่งปักชำในชุดควบคุมและกิ่งปักชำล้างราก ขนส่งนาน 2 – 4 วัน มีความยาวยอดใหม่ และจำนวนใบใหม่ที่เกิดขึ้น ไม่แตกต่างกันทางสถิติ แต่พบว่าน้ำหนักแห้งรวมของส่วนเหนือดินของต้นในชุดควบคุม มีค่ามากกว่าต้นที่ปลูกจากกิ่งปักชำล้างรากอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ขณะที่น้ำหนักแห้งของรากของต้นในชุดควบคุม และต้นที่ปลูกจากกิ่งปักชำล้างราก ขนส่งนาน 2 วันมีค่าใกล้เคียงกัน และมีค่ามากกว่าน้ำหนักแห้งของรากของต้นที่ปลูกจากกิ่งปักชำล้างราก ขนส่งนาน 3 และ 4 วัน พบแนวโน้มว่าระยะเวลาในการขนส่งกิ่งปักชำล้างรากที่เพิ่มขึ้นส่งผลให้น้ำหนักแห้งรวมของส่วนเหนือดินและส่วนรากลดลง ไม่พบความแตกต่างทางสถิติของค่าสัดส่วนรากต่อยอด และค่าความเขียวใบระหว่างต้นในชุดควบคุมและต้นที่ปลูกจากกิ่งปักชำ ขนส่งนาน 2 – 4 วัน (Table 1)

หลังการย้ายปลูก 8 สัปดาห์ ต้นที่ปลูกจากกิ่งปักชำในชุดควบคุมและกิ่งปักชำล้างราก ขนส่งนาน 2 – 4 วัน มีการเจริญเติบโตโดยรวม และค่าความเขียวใบเพิ่มขึ้นจากในสัปดาห์ที่ 4 หลังการย้ายปลูก ค่าความยาวยอด และจำนวนใบไม่แตกต่างกันทางสถิติ ต้นที่ปลูกจากกิ่งปักชำในชุดควบคุม และต้นที่ปลูกจากกิ่งปักชำล้างราก ขนส่งนาน 2 วัน มีค่าน้ำหนักแห้งของส่วนเหนือดินและส่วนราก ไม่แตกต่างกัน แต่มีค่ามากกว่าต้นที่ปลูกจากกิ่งปักชำล้างราก ขนส่งนาน 3 และ 4 วัน ไม่พบความแตกต่างทางสถิติของค่าสัดส่วนรากต่อยอด และค่าความเขียวใบระหว่างต้นในชุดควบคุมและต้นที่ปลูกจากกิ่งปักชำ ขนส่งนาน 2 – 4 วัน (Table 2)

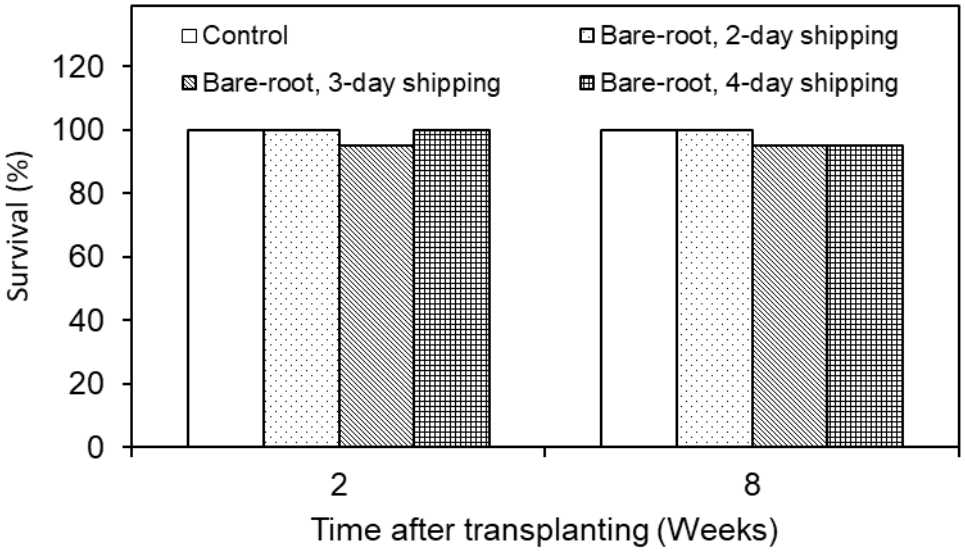

Figure 2 Effect of shipping duration on survival of bare-root kaffir lime cuttings after transplanting for 2 and 8 weeks

Table 1 Effect of shipping duration on length of new shoots, number of new leaves, plant dry weight, root to shoot ratio and leaf greenness values of bare-root kaffir lime cuttings after transplanting for 4 weeks

Treatment	Shoot length (cm)	Leaf no.	Plant dry weight (g)		R:S	Leaf greenness (SPAD unit)
			Shoots	Roots		
Control	8.1	12.6	6.8a[1/]	1.7a[1/]	0.09	41.8
Bare-root cuttings	9.7	8.2	5.8b	1.4a	0.10	48.5
2-day shipping						
3-day shipping	7.1	7.8	5.1b	0.8b	0.09	50.6
4-day shipping	6.0	6.4	4.7b	0.9b	0.06	57.2
F-test	ns	ns	*	*	ns	ns
CV (%)	86.2	55.9	24.7	45.9	38.3	25.2

Note: ns = non-significant; * = significant at $p < 0.05$

[1/] In each column, means followed by the same letter (s) are not statistically different by Duncan's New Multiple Range Test ($p = 0.05$)

Table 2 Effect of shipping duration on length of new shoots, number of new leaves, plant dry weight, root to shoot ratio and leaf greenness values of bare-root kaffir lime cuttings after transplanting for 8 weeks

Treatment	Shoot length (cm)	Leaf no.	Plant dry weight (g)		R:S	Leaf greenness (SPAD unit)
			Shoots	Roots		
Control	9.5	12.6	14.4a[1/]	1.6a[1/]	0.12	55.3
Bare-root cuttings	9.0	8.5	9.9ab	1.4ab	0.14	68.2
2-day shipping						
3-day shipping	8.0	6.9	6.9b	0.9b	0.13	53.0
4-day shipping	8.0	8.0	6.8b	0.8b	0.13	50.5
F-test	ns	ns	*	*	ns	ns
CV (%)	34.5	46.4	7.0	36.8	28.7	29.0

Note: ns = non-significant; * = significant at $p < 0.05$

[1/] In each column, means followed by the same letter (s) are not statistically different by Duncan's New Multiple Range Test ($p = 0.05$)

วิจารณ์ผลการทดลอง

กิ่งปักชำล้างราก มีน้ำหนักต่อหน่วยน้อยกว่ากิ่งปักชำในชุดควบคุมที่ยังอยู่ในภาชนะปลูก และมีวัสดุปักชำห่อหุ้มรากอยู่ถึง 50 เท่า และสามารถรวมกิ่งปักชำล้างรากเข้าเป็นกำได้สะดวก ช่วยลดทั้งน้ำหนักและปริมาตรในการขนส่ง จึงเหมาะสมต่อการขนส่งทางพัสดุไปรษณีย์ การบรรจุกิ่งปักชำล้างรากที่มีความยาวประมาณ 26.5 – 28.3 ซม. จำนวน 20 กิ่ง/ห่อ มีขนาดพอดีกับกล่องพัสดุกระดาษขนาด 24 x 40 x 17 ซม. ที่ใช้ในการทดลองนี้ โดยไม่จำเป็นต้องมีการยึดหรือเสริมกระดาษรอบๆ ห่อเพื่อป้องกันการขยับไปมาระหว่างการขนส่งซึ่งจะทำให้เกิดการช้ำได้

การหุ้มกิ่งปักชำล้างรากด้วยกระดาษหนังสือพิมพ์ชื้น และถุงพลาสติกใส เพียงพอในการรักษาความสดของใบและรากของกิ่งปักชำโดยไม่พบการเหี่ยวหรือเน่าเสียเมื่อผ่านการขนส่งนาน 2 – 4 วันในสภาพที่ไม่มีการควบคุมอุณหภูมิ กิ่งปักชำล้างรากที่ผ่านการขนส่งนาน 4 วัน ใบร่วงง่ายเมื่อสัมผัส คาดว่าเกิดจากการที่กิ่งปักชำตกอยู่ภายใต้สภาพแวดล้อมที่ไม่เหมาะสมนานเกินไป ได้แก่สภาพมืดที่มีการหมุนเวียนอากาศน้อย และไม่ได้ควบคุมอุณหภูมิ ส่งเสริมให้มีการผลิตและสะสมเอทิลีน (ethylene) ในหีบห่อเพิ่มขึ้นเมื่อเวลาผ่านไป ซึ่งเอทิลีนสามารถกระตุ้นให้เกิดการหลุดร่วงของใบได้ (Purer & Mayak, 1989) การให้สารยับยั้งการสร้างหรือการทำงานของเอทิลีนก่อนบรรจุหีบห่อ และการใช้วัสดุที่มีน้ำหนักเบาแต่เก็บความชื้นได้ดีเพื่อห่อหุ้มรากของกิ่งปักชำเอาไว้อาจช่วยรักษาความสดของกิ่งปักชำล้างรากระหว่างการขนส่งได้ดีขึ้น ซึ่งควรมีการศึกษาเพิ่มเติมต่อไป

ในการทดลองนี้ กิ่งปักชำในชุดควบคุม และกิ่งปักชำล้างราก ขนส่งนาน 2 วัน รอดตายทั้งหมดหลังการย้ายปลูก ขณะที่กิ่งปักชำล้างราก ขนส่งนาน 3 และ 4 วัน มีต้นตายเพียง 10% โดยตายในช่วงสัปดาห์ที่ 2 และ 6 หลังการย้ายปลูก อัตราการรอดตายที่สูงนี้ส่วนหนึ่งเป็นเพราะไม่ได้ย้ายปลูกลงแปลงโดยตรง แต่เป็นการจำลองสภาพการย้ายปลูกลงในกระถาง แล้ววางไว้ในที่ร่ม 1 สัปดาห์ มีการให้น้ำอย่างทั่วถึง เพื่อให้กิ่งปักชำมีการปรับตัวก่อนที่จะย้ายออกไปอยู่ในสภาพกลางแจ้ง พืชจึงเกิดความเครียดน้อย แต่หากย้ายปลูกลงแปลงทันที ซึ่งช่วงกลางวันมีแสงแดดจัด อุณหภูมิสูง และความชื้นสัมพัทธ์ต่ำ อาจทำให้มีจำนวนต้นตายหลังการย้ายปลูกเพิ่มขึ้นได้ นอกจากนี้ การให้สารป้องกันกำจัดเชื้อราเมทาแลกซิลกับกิ่งปักชำหลังย้ายปลูกเป็นปัจจัยสำคัญที่ช่วยลดการตายของกิ่งปักชำหลังย้ายปลูกในการทดลองนี้ ซึ่งในการทดลองเบื้องต้นก่อนหน้านั้นพบว่า กิ่งปักชำล้างรากตายเป็นจำนวนมากหลังการย้ายปลูก โดยพบว่าเชื้อที่เป็นสาเหตุที่ทำให้กิ่งปักชำเน่าตายคือ *Pythium* spp. การแช่กิ่งปักชำล้างรากในสารแขวนลอยของเชื้อราปฏิปักษ์ ไตรโครเดอร์มา ก่อนการย้ายปลูก ไม่สามารถป้องกันการเน่าเสียของกิ่งปักชำได้ คาดว่าความเสียหายดังกล่าวเป็นผลสืบเนื่องมาจากบาดแผลที่เกิดขึ้นจากการล้างราก ปริมาณเชื้อที่เป็นสาเหตุของโรคที่มีอยู่มากภายในดิน และเชื้อราไตรโครเดอร์มายังไม่สามารถเติบโตครอบคลุมพื้นที่ และแสดงผลควบคุมเชื้อที่เป็นสาเหตุของโรคได้

หลังการย้ายปลูก กิ่งปักชำล้างรากตั้งตัวช้ากว่ากิ่งปักชำในชุดควบคุม และระยะเวลาขนส่งทางพัสดุไปรษณีย์ที่เพิ่มขึ้น ส่งผลเสียต่อการตั้งตัวและการเติบโตในทุกด้านหลังการย้ายปลูกของกิ่งปักชำล้างราก ซึ่งการล้างรากแม้จะทำอย่างเบามือแต่ยังคงทำให้รากบางส่วนของกิ่งปักชำเกิดความเสียหาย สภาพการขนส่งในกล่องพัสดุไปรษณีย์ที่ไม่ควบคุมอุณหภูมิและมืด ทำให้มีการหายใจเพิ่มขึ้น ส่งผลให้ระดับคาร์โบไฮเดรตสะสมในกิ่งพันธุ์ลดลง และกิ่งพันธุ์เกิดภาวะเครียด จึงตั้งตัวได้ช้าหลังการย้ายปลูก (Rapaka *et al.*, 2008) มีรายงานว่ากล้าไม้สนล้างราก 2 ชนิดคือ Sitka spruce และ Douglas Fir มีการสูญเสียคาร์โบไฮเดรตมากเมื่อเก็บรักษาในสภาพที่มีอุณหภูมิสูง (Cannell *et al.*, 1990) ซึ่งต้นกล้าสนที่มีคาร์โบไฮเดรตสะสมน้อย มีอัตราการรอดตายต่ำ และมีการเจริญเติบโตช้าหลังการย้ายปลูก (McKay & White,

1997) อย่างไรก็ตาม ในการศึกษาครั้งนี้พบว่า หลังการย้ายปลูก 8 สัปดาห์ ต้นมะกรูดที่ปลูกจากกิ่งปักชำล้างราก ขนส่งเป็นเวลา 2 – 4 วัน มีการเติบโตเพิ่มขึ้น และมีขนาดเข้าใกล้กับต้นที่ปลูกจากกิ่งปักชำในชุดควบคุม โดยเฉพาะต้นที่ปลูกจากกิ่งปักชำล้างราก ขนส่งเป็นเวลา 2 วัน

สรุปผลการทดลอง

กิ่งปักชำมะกรูดล้างราก มีน้ำหนักรวมต่อหน่วย น้อยกว่ากิ่งปักชำที่ยังอยู่ในภาชนะปลูกและมีวัสดุปักชำห่อหุ้มรากอยู่ (ชุดควบคุม) ถึง 50 เท่า ลดข้อจำกัดด้านน้ำหนักในการขนส่งกิ่งปักชำจำนวนมากทางพัสดุไปรษณีย์ การขนส่งกิ่งปักชำมะกรูดล้างรากทางพัสดุไปรษณีย์โดยห่อกิ่งปักชำด้วยกระดาษหนังสือพิมพ์ชั้นและถุงพลาสติกใส แล้วบรรจุในกล่องพัสดุกระดาษ ผ่านการขนส่งเป็นเวลา 2 – 4 วัน ช่วยรักษาความสดของกิ่งปักชำไว้ได้ โดยไม่พบการเหี่ยว และการเน่าเสียเมื่อเปิดกล่องพัสดุที่ปลายทาง การขนส่งภายใน 2 วัน มีผลกระทบน้อยที่สุดต่อการตั้งตัว การรอดตาย และการเติบโตของกิ่งพันธุ์หลังการย้ายปลูก เมื่อเปรียบเทียบกับกิ่งปักชำในชุดควบคุม ซึ่งอยู่ในภาชนะปลูกและมีวัสดุปักชำห่อหุ้มราก ขนส่งจากสวนมายังที่หมายและย้ายปลูกเสร็จสิ้นภายในวันเดียวกัน ระยะเวลาการขนส่งที่เพิ่มขึ้น ส่งผลให้กิ่งปักชำมะกรูดล้างรากมีการตั้งตัว และการเติบโตช้าลงหลังการย้ายปลูก

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับการสนับสนุนงบประมาณจากภาควิชาพืชสวน คณะเกษตร กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน

เอกสารอ้างอิง

ไปรษณีย์ไทย. (2562). *อัตราค่าบริการ. 2562.* สืบค้นเมื่อวันที่ 5 เมษายน 2562 สืบค้นจาก www.thailandpost.co.th/un/rate_result

รวี เสรฐภักดี สามารถ เศรษฐวิทยา และสุขะวัฒน์ ทองเหลี่ยว. (2558). *การผลิตใบมะกรูดเชิงการค้า. เอกสารวิชาการลำดับที่ 2, ศูนย์วิจัยและพัฒนาไม้ผลเขตร้อน*. (น. 3). นครปฐม: ภาควิชาพืชสวน คณะเกษตร กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

อโนทัย ไชยแสนชมภู. (2539). *ผลของวัสดุหีบห่อและระยะเวลาการเก็บรักษาต่ออัตราการรอดตายของต้นกล้าผักหวานป่าที่มีการถอนย้ายแบบเปลือยราก*. ปัญหาพิเศษปริญญาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

Buckstrup, M., & N. L. Bassuk. (2009). Creating the Urban Forest: The Bare Root Method. Urban Horticulture Institute. (p. 16). Ithaca, New York: Department of Horticulture, Cornell University.

Burdett, A. N. and D. G. Simpson.1984. Lifting, grading, packaging and storing, pp. 227 – 234, *In* M. L. Duryea and T. D. Landis (Ed), *Forest Nursery Manual: Production of Bareroot Seedlings*. The Netherlands: Martius Nijhoff/Dr. W. Junk Publisher.

Cannell, M. G. R., Tabbush, P. M., Deans, J. D., Hollingsworth, M. K., Sheppard, L. J., Philipson, J. J., & Murray, M. B. (1990). Sitka spruce and Douglas fir seedlings in the nursery and in cold storage: root growth potential, carbohydrate content, dormancy, frost hardiness and mitotic index. *Forestry: An International Journal of Forest Research*, *63*(1), 9-27.

McKay, H. M., & White, M. S. (1997). Fine root electrolyte leakage and moisture content: indices of Sitka spruce and Douglas-fir seedling performance after desiccation. *New Forests*, *13*(1), 139-162.

Purer, O., & Mayak, S. (1988, March). Pelargonium cuttings-Effect of growth regulators. In *IV International Symposium on Postharvest Physiology of Ornamental Plants 261* (pp. 347-354).

Rapaka, V. K., Faust, J. E., Dole, J. M., & Runkle, E. S. (2008). Endogenous carbohydrate status affects postharvest ethylene sensitivity in relation to leaf senescence and adventitious root formation in Pelargonium cuttings. *Postharvest biology and technology*, *48*(2), 272-282.

Schuch, U. K., Pemberton, H. B., & Kelly, J. J. (2007). Postharvest moisture loss from bare-root roses affects performance of containerized plants. *HortScience*, *42*(3), 622-625.

Scianna, J. D., Logar, R., & Ogle, D. (2005). Temporary storage and handling of container, bareroot, and cutting stock. *USDA Natural Resources Conservation Service, Idaho, Technical Note–Plant Materials–ID*, *45*(6).

Wang, Y. T. (2007). Temperature, duration in simulated shipping, and thermal acclimatization on the development of chilling injury and subsequent flowering of Phalaenopsis. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, *132*(2), 202-207.