ผลของสารละลายพัลซิ่งและปักแจกันต่อคุณภาพของช่อดอกบูเก้

Effects of Pulsing and Holding Solutions on Display Quality of Mixed Flower Bouquet

วิษณุ เมืองทิพย์[1] เฉลิมชัย วงษ์อารี[1,2] และ มัณฑนา บัวหนอง[1,2]

Vissanu Muangthip[1], Chalermchai Wongs-Aree[1,2] and Mantana Buanong[1,2]

Abstract

The mixed flowers bouquets have recently been more popular in the cut flower industry. However, the display life of mixed flowers bouquets has been limited due to the individual life of each flower in the bunch. The proper use of flower food after harvesting, determine the length of time a bouquet of flowers will last in a vase. This study was focus on three types of cut flower; cut rose 'Holland', white gerbera and Mokara orchid 'Nora Pink', in a bouquet with pulsing treatments in deionized water (DI) and 10 g L^{-1} glucose (LONG LIFE; LL, 'cut flower food' formulation) for 24 h in an observation room (21±2°C, 70-80%RH under cool-white fluorescence lights 12h/d) then transferred to holding treatments in DI, 10 g L^{-1} LL and 140 µg L^{-1} active chlorine (0.025% TOG-6®) in an observation room throughout experimental period. The results showed treatment of pulsing and holding in LL was more effective on improving the display quality of flower bouquet by delaying the decreased fresh weight, suppressing ethylene production while holding treatment in TOG-6® significantly delayed the declination of water uptake and inhibited the growth of microbial in the solution during the vase period. Besides, pulsing mixed flower bouquet with LL pulsing and holding in LL extended the display life to 6.0 days while flower bouquet pulsing with DI and LL and holding in DI had the shortest display life of 3.75 days. The experiment showed proper postharvest handling such as pulsing and holding solutions can assist in improving the display quality and extending the display life of mixed flower bouquet.

Keywords: Pulsing treatment, holding treatment, bouquet

บทคัดย่อ

ช่อดอกบูเก้เป็นที่นิยมอย่างมากในอุตสาหกรรมไม้ตัดดอก แต่กลับมีอายุการใช้งานสั้นเนื่องจากอายุการใช้งานที่แตกต่างกันของดอกไม้แต่ละชนิดที่นำมาจัดช่อบูเก้ การเติมสารส่งเสริมคุณภาพหลังการเก็บเกี่ยวที่เหมาะสมนั้นเป็นตัวกำหนดคุณภาพและอายุการใช้งานของช่อดอกบูเก้ งานวิจัยนี้จึงมุ่งศึกษาการใช้ดอกไม้ 3 ชนิด คือ ดอกกุหลาบพันธุ์ 'Holland' ดอกเยอบีร่าสีขาว และดอกกล้วยไม้สกุลมอคคาร่าพันธุ์ 'Nora Pink' นำมาจัดช่อบูเก้ แล้วพัลซิ่งด้วยน้ำดีไอออไนซ์ (DI) และสารส่งเสริมคุณภาพที่มีกลูโคสเป็นองค์ประกอบ ที่ความเข้มข้น 10 g L^{-1} (LONG LIFE; LL สูตร cut flower food) นาน 24 ชั่วโมง หลังจากนั้นจึงย้ายไปปักแช่ในน้ำ DI สารละลาย LL และสารละลายที่มีคลอรีนเป็นองค์ประกอบ ที่ความเข้มข้น 140 µg L^{-1} (0.025% TOG-6®) วางไว้ ณ ห้องควบคุมอุณหภูมิ (21±2°C ความชื้นสัมพัทธ์ 70-80% ภายใต้แสงฟลูออเรสเซนต์ นาน 12 ชั่วโมง/วัน) ตลอดระยะเวลาการทดลอง พบว่า การพัลซิ่งด้วยสารละลาย LL แล้วย้ายไปปักแช่ในสารละลาย LL มีประสิทธิภาพในการปรับปรุงคุณภาพของช่อดอกบูเก้ โดยมีผลไปชะลอการลดลงของน้ำหนักสด ยับยั้งการผลิตเอทิลีน และยังชะลอการเสื่อมสภาพของช่อดอก ในขณะที่การพัลซิ่งด้วยน้ำ DI และ LL แล้วปักแช่ในสารละลาย TOG-6®สามารถชะลอการลดลงของอัตราการดูดน้ำ ยับยั้งการเจริญของเชื้อจุลินทรีย์ในน้ำปักแจกันได้อย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ($p \leq 0.01$) นอกจากนี้ การพัลซิ่งแล้วปักแช่ในสารละลาย LL ยังสามารถยืดอายุใช้งานได้ถึง 6.0 วัน ในขณะที่การพัลซิ่งด้วยน้ำ DI และ LL แล้วปักแช่ช่อดอกบูเก้ในน้ำ DI มีอายุการใช้งานสั้นที่สุด เพียง 3.75วัน วิธีการจัดการหลังการเก็บเกี่ยวที่เหมาะสม เช่น การทำพัลซิ่งและการปักแช่ดอกไม้ในสารส่งเสริมคุณภาพ สามารถช่วยปรับปรุงคุณภาพและยืดอายุการใช้งานของช่อดอกบูเก้ได้

คำสำคัญ: การพัลซิ่ง, การปักแช่, ช่อดอกบูเก้

---

[1] หลักสูตรเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว คณะทรัพยากรชีวภาพและเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี(บางขุนเทียน) กรุงเทพฯ 10150

[1] Division of Postharvest Technology, School of Bioresources and Technology, King Mongkut's University of Technology Thonburi (Bangkhuntien), Bangkok 10150

[2]ศูนย์นวัตกรรมเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว คณะกรรมการการอุดมศึกษา กรุงเทพมฯ 10400

[2] Postharvest Technology Innovation Center, Commission on Higher Education, Bangkok 10400

คำนำ

ช่อดอกบูเก้เป็นที่นิยมอย่างมากในอุตสาหกรรมไม้ตัดดอก ในช่อดอกบูเก้หนึ่งช่อจะประกอบไปด้วยดอกไม้ตั้งแต่หนึ่งชนิดขึ้นไป และไม้ใบถูกนำมาจัดเป็นช่อเข้าด้วยกันเพื่อเพิ่มความสวยงามมากขึ้น โดยมีการใช้ดอกไม้สีสันและลักษณะของดอกต่างกัน หรือมีใบที่แตกต่างกันไป เพื่อเพิ่มความหลากหลายและความสวยงามตอบสนองตามความต้องการของผู้บริโภค ปัญหาของช่อดอกบูเก้หลังจากจัดเข้าช่อก็เหมือนกับดอกไม้ทั่วไป คือ การสูญเสียคุณภาพเร็วเกินไป หรือมีอายุการใช้งานสั้น (สายชล, 2530) โดยสาเหตุหลักของการสูญเสียคุณภาพมาจากการอุดตันของท่อลำเลียงน้ำในก้านดอกที่เกิดจากบาดแผลบริเวณรอยตัดของก้าน น้ำจึงไม่สามารถลำเลียงขึ้นไปตามก้านดอกได้ หรือการเจริญเติบโตของเชื้อแบคทีเรีย เชื้อราและยีสต์ ที่ปนเปื้อนอยู่ในสารละลายที่แช่ดอกไม้ทำให้ไปขัดขวางการเคลื่อนที่ของน้ำในลำต้น (สายชล, 2531) การเติมสารส่งเสริมคุณภาพหลังการเก็บเกี่ยวที่เหมาะสมนั้นเป็นตัวกำหนดคุณภาพและอายุการใช้งานของช่อดอกบูเก้ โดยสารเคมีดังกล่าวสามารถนำมาใช้ร่วมกับน้ำยาปักแจกันหรือน้ำยาแช่ดอกไม้ด้วยวิธีการพัลซิ่ง (pulsing) ซึ่งเป็นการแช่ก้านดอกไม้ในสารละลายเคมีระยะเวลาหนึ่งก่อนการเก็บรักษา ก่อนการขนส่ง หรือก่อนการปักแจกันได้ นอกจากนี้ยังมีการปักแช่ซึ่งเป็นการปักแช่ดอกไม้ในน้ำยาส่งเสริมคุณภาพตลอดเวลา (holding) น้ำยาสำหรับทำการพัลซิ่งและปักแช่มักประกอบด้วย น้ำตาล สารยับยั้งเชื้อจุลินทรีย์ และสารเคมีอื่นๆ (สายชล, 2531) งานวิจัยนี้จึงมุ่งศึกษาการใช้ดอกไม้ 3 ชนิด คือ ดอกกุหลาบพันธุ์ ‘Holland’ ดอก เยอบีร่าสีขาว และดอกกล้วยไม้สกุลมอคคาร่าพันธุ์ ‘Nora Pink’ นำมาจัดช่อบูเก้ ร่วมกับการใช้สารส่งเสริมคุณภาพที่ใช้ในทางการค้าจากบริษัท Gadot Agro คือ Long Life (ซึ่งมีส่วนผสมของน้ำตาล glucose 10 g L^{-1}) และ TOG-6® (ซึ่งมีส่วนผสมของ active chlorine 140 mg L^{-1}) เปรียบเทียบกับการพัลซิ่งและปักแช่ในน้ำ DI เพื่อหาแนวทางที่เหมาะสมในการยืดอายุการปักแจกันและรักษาคุณภาพของช่อดอกบูเก้

อุปกรณ์และวิธีการ

ใช้ดอกไม้ 3 ชนิด คือ ดอกกุหลาบพันธุ์ ‘Holland’ ดอกเยอบีร่าสีขาว และดอกกล้วยไม้สกุลมอคคาร่าพันธุ์ ‘Nora Pink’ มาจากปากคลองตลาด กรุงเทพมหานคร ระหว่างเดือนมกราคม – มีนาคม พ.ศ. 2558 นำมาจัดช่อบูเก้แบบทรงกลมตัดก้านให้มีความยาวประมาณ 20 cm จากนั้นทำการแบ่งช่อดอกบูเก้ออกเป็น 2 ชุด มาพัลซิ่ง นาน 24 ชั่วโมง และ ปักแช่ในสารส่งเสริมคุณภาพ ในห้องที่ควบคุมอุณหภูมิ 21±2°C ความชื้นสัมพัทธ์ 70-80%

วางแผนการทดลองแบบ Factorial completely randomized design (FCRD) ซึ่งมี 2 ปัจจัยและ 6 วิธีการ ได้แก่ ปัจจัย A คือ ชนิดของสารส่งเสริมคุณภาพที่ใช้ pulsing ได้แก่ น้ำดีไอออไนซ์ (DI) ที่นึ่งฆ่าเชื้อแล้ว และ สาร Long Life ปัจจัย B คือ ชนิดของสารส่งเสริมคุณภาพที่ใช้ holding ได้แก่ น้ำ DI ที่นึ่งฆ่าเชื้อแล้ว สาร Long life; LL (มีส่วนผสมของน้ำตาล glucose10 g L^{-1}) และสาร TOG-6® (มีส่วนผสมของ active chlorine 140 mg L^{-})

ใช้ช่อดอกบูเก้ 3 ช่อ โดยให้ 1 ช่อ เท่ากับ 1 ซ้ำ นำช่อดอกบูเก้วางไว้ในห้องควบคุมอุณหภูมิที่ 21$\pm$2°C ความชื้นสัมพัทธ์ 60-70% ให้แสงฟลูออเรสเซนส์นาน 12 ชั่วโมง/วัน ตลอดระยะเวลาการทดลอง บันทึกผลการทดลองทุกวันจนสิ้นสุดอายุการปักแจกัน พิจารณาจากช่อดอกมีอาการเสื่อมสภาพมากกว่า 75 % (การเหี่ยวและเกิดสีน้ำตาลของกลีบดอก) ซึ่งถือเป็นวันสิ้นสุดอายุการปักแจกัน

ผล

วิธีการปักแช่ (holding) มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยาของช่อดอกบูเก้ ในขณะที่วิธีการพัลซิ่ง (pulsing) ไม่มีผลและไม่มีความแตกต่างทางสถิติ โดยการเปลี่ยนแปลงน้ำหนักสดและอัตราการดูดน้ำของช่อดอกบูเก้มีแนวโน้มลดลงอย่างต่อเนื่องตลอดระยะเวลาการปักแจกัน พบว่า ในวันที่ 4 ของการปักแจกัน ช่อดอกบูเก้ที่พัลซิ่งด้วยสาร LL แล้วปักแช่ด้วยน้ำ DI มีการเปลี่ยนแปลงน้ำหนักสดลดลงน้อยที่สุด เท่ากับ 78.48% ในขณะที่ช่อดอกบูเก้ที่พัลซิ่งด้วยน้ำ DI แล้วปักแช่ด้วย LL มีการเปลี่ยนแปลงน้ำหนักสดลดลงมากที่สุด เท่ากับ 86.85% (Figure 1A, Table 1A) และช่อดอกบูเก้ที่พัลซิ่งด้วยน้ำ DI แล้วปักแช่ด้วย TOG-6® มีอัตราการดูดน้ำลดลงน้อยที่สุด เท่ากับ 18.50 ml/day ในขณะที่ช่อดอกบูเก้ที่พัลซิ่ง ด้วย LL แล้วปักแช่ด้วยน้ำ DI มีอัตราการดูดน้ำลดลงมากที่สุด เท่ากับ 8.44 ml/day (Figure 1B, Table 1B) การผลิตเอทิลีนของช่อบูเก้มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตลอดระยะเวลาการปักแจกัน ช่อดอกบูเก้ที่พัลซิ่งด้วยน้ำ DI แล้วปักแช่ด้วยน้ำ DI มีการผลิตเอทิลีนสูงสุด เท่ากับ 4.01 $\mu l C_2H_4 \cdot kg^{-1} \cdot h^{-1}$ ในขณะที่ช่อดอกบูเก้ที่พัลซิ่งด้วย LL แล้วปักแช่ด้วย LL มีการผลิตเอทิลีนต่ำที่สุดตลอดระยะเวลาการปักแจกัน (Figure 1C, Table 1C)

ปริมาณจุลินทรีย์ในน้ำยาปักแจกันของช่อดอกบูแก้พบว่า ในวันที่ 3 ของการปักแจกันช่อดอกบูแก้ที่ pulsing ด้วย LL แล้ว holding ด้วยน้ำ DI มีปริมาณจุลินทรีย์ในน้ำยาปักแจกันมากที่สุด เท่ากับ 6.03 log CFU·ml^{-1} ในขณะที่ช่อดอกบูแก้ที่พัลซิ่งด้วยน้ำ DI แล้วปักแช่ใน LL และ TOG-6® ไม่พบปริมาณจุลินทรีย์ในน้ำยาปักแจกัน (Table 2) ช่อดอกบูแก้ที่พัลซิ่งด้วย LL แล้วปักแช่ด้วย LL มีอายุการปักแจกันนานที่สุด เท่ากับ 5.50 วัน รองลงมา คือ ช่อดอกบูแก้ที่พัลซิ่งด้วยน้ำ DI แล้วปักแช่ด้วย LL มีอายุการปักแจกัน เท่ากับ 5.25 วัน ในขณะที่ช่อดอกบูแก้ที่พัลซิ่งด้วย LL แล้วปักแช่ด้วยน้ำ DI และ TOG-6® มีอายุการปักแจกันสั้นที่สุด เท่ากับ 3.75 และ 3.50 วัน ตามลำดับ (Table 2)

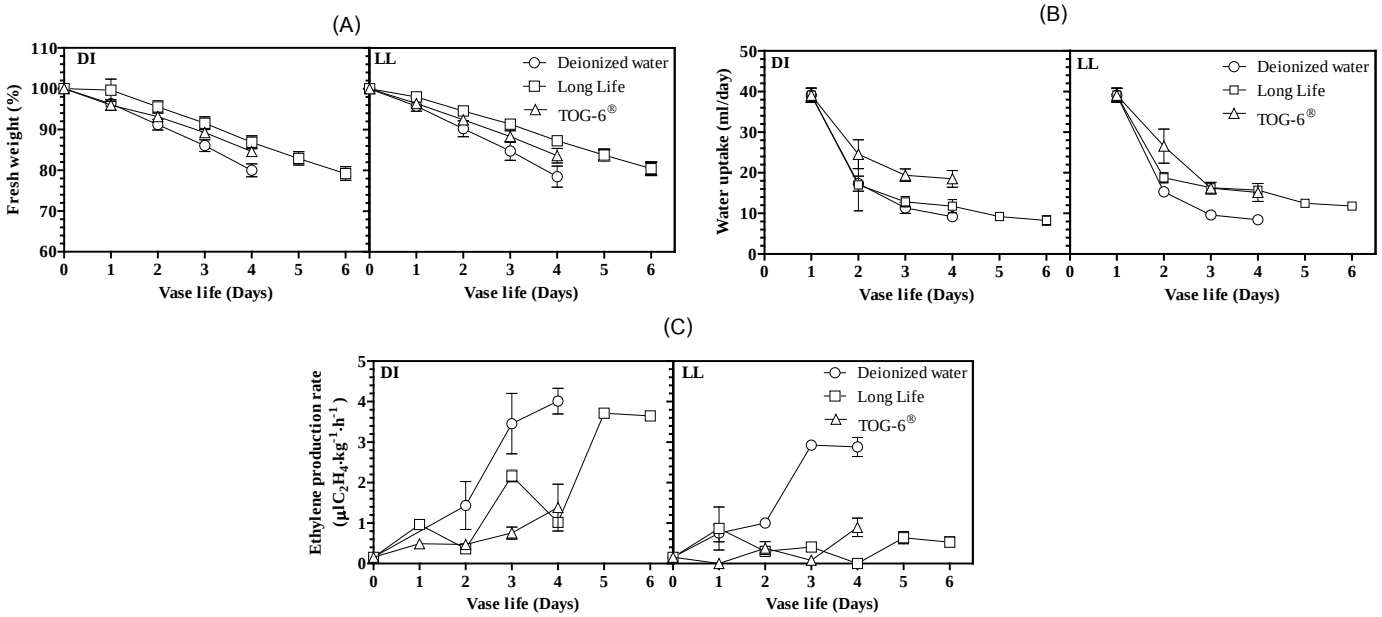

Figure 1 Fresh weight (A), water uptake (B) and ethylene production rate (C) of mixed flower bouquet pulsed with DI water and LL solution for 6 h then held in DI water, LL and TOG-6® solutions.

Table 1 Anova of fresh weight (A), water uptake (B) and ethylene production rate (C) of mixed flower bouquet pulsed with DI water and LL solution for 6 h then held in DI water, LL and TOG-6® solutions.

(A)

Treatments	Fresh weight (%)[1/] Vase life (days)						
	0	1	2	3	4	5	6
Pulsing (P)	-	NS	NS	NS	NS	NS	NS
Holding (H)	-	NS	*	**	**	**	**
PxH	-	NS	NS	*	*	**	**
C.V.(%)	-	5.05	2.35	2.87	3.45	5.41	6.15

(B)

Treatments	Water uptake (ml/day)[1/] Vase life (days)						
	0	1	2	3	4	5	6
Pulsing (P)	-	NS	NS	NS	NS	*	*
Holding (H)	-	NS	NS	**	**	**	**
PxH	-	NS	NS	**	**	**	**
C.V.(%)	-	17.09	47.92	14.74	19.89	21.85	30.56

(C)

Treatments	Ethylene production rate (μlC$_2$H$_4$·kg^{-1}·h^{-1})[1/] Vase life (days)						
	0	1	2	3	4	5	6
Pulsing (P)	NS	NS	NS	NS	*	NS	NS
Holding (H)	NS	NS	**	**	**	**	*
PxH	*	*	*	**	**	*	*
C.V.(%)	169.8	196.22	125.25	60.12	39.79	191.33	230.95

วิจารณ์ผล

วิธีการปักแช่ (holding) มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยาของช่อดอกบูแก้ ในขณะที่วิธีการพัลซิ่ง (pulsing) ไม่มีผลและไม่มีความแตกต่างทางสถิติ โดยการเปลี่ยนแปลงน้ำหนักสดและอัตราการดูดน้ำของช่อดอกบูแก้มีแนวโน้มลดลงอย่างต่อเนื่องตลอดระยะเวลาการปักแจกัน สอดคล้องกับผลการศึกษาของ กาญจนา (2555) ที่พบว่า วิธีการปักแช่ (holding) มีประสิทธิภาพในการยืดอายุการปักแจกันของดอกกุหลาบพันธุ์ ‘Gran Gala’ มากกว่าวิธีการพัลซิ่ง (pulsing) โดยดอกกุหลาบที่ทำการปักแช่ในสารละลาย DICA ที่ความเข้มข้น 50 ppm สามารถยับยั้งการเจริญของเชื้อจุลินทรีย์ได้ดีที่สุด และมีผลไปชะลอการลดลงของน้ำหนักสดและอัตราการดูดน้ำ การดูดน้ำที่ลดลงเนื่องจากเกิดการอุดตันของท่อลำเลียงน้ำมีสาเหตุมาจาก

ฟองอากาศอยู่ที่โคนก้านดอกหรือภายในท่อลำเลียงน้ำทำให้โมเลกุลของน้ำเกาะกันไม่ต่อเนื่องประสิทธิภาพในการดูดน้ำและการเคลื่อนที่ของน้ำจึงลดลง (สายชล, 2531) ช่อดอกบูเก้ที่ปักแช่ด้วยน้ำ DI มีการผลิตเอทิลีนสูงสุด เปรียบเทียบกับช่อดอกบูเก้ที่ปักแช่ด้วย LL (น้ำตาล) และ TOG-6® (คลอรีน) จากการศึกษาของ Verlinden *et al*. (2004) รายงานว่า น้ำตาลซูโครสสามารถช่วยชะลอการเสื่อมสภาพและลดการตอบสนองของเอทิลีนในกลีบดอกของคาร์เนชั่นได้

ปริมาณจุลินทรีย์ในน้ำยาปักแจกันของช่อดอกบูเก้ที่ พัลซิ่งด้วยน้ำ DI แล้วปักแช่ใน LL และ TOG-6® ไม่พบปริมาณจุลินทรีย์ในน้ำยาปักแจกัน อาจจะเนื่องมาจากคุณสมบัติของคลอรีนที่มีอยู่ในสาร TOG-6® ช่วยลดประชากรเชื้อจุลินทรีย์ในน้ำยาปักแจกันได้ นอกจากนั้นยังพบว่าช่อดอกบูเก้ที่พัลซิ่งด้วย LL แล้วปักแช่ด้วย LL มีอายุการปักแจกันนานที่สุด เท่ากับ 5.50 วัน รองลงมา คือ ช่อดอกบูเก้ที่พัลซิ่งด้วยน้ำ DI แล้วปักแช่ด้วย LL ซึ่งมีอายุการปักแจกัน เท่ากับ 5.25 วัน ซึ่ง Long Life เป็นสารละลายที่มีส่วนประกอบของน้ำตาลซึ่งเป็นแหล่งอาหารใช้ในกระบวนการหายใจของดอกไม้ นอกจากนี้น้ำตาลในสารละลายที่ดอกไม้ดูดขึ้นไปจะช่วยรักษาสภาพของไมโทคอนเดรียและเมมเบรนให้อยู่ในสภาพเดิมได้นานต่อไป ทำให้อายุการใช้งานของดอกไม้ยืดยาวออกไป (ยงยุทธ, 2546; สายชล, 2531)

Table 2 Total bacteria content in vase solution and vase life of mixed flower bouquet pulsed with DI water and LL solution for 6 h then held in DI water, LL and TOG-6® solutions throughout experimental period in an observation room (21±2°C, 70-80%RH under cool-white fluorescence lights).

Treatments		Total bacteria content (log CFU·ml^{-1}) [1/]			Vase life (days) [1/]
		Vase life (days)			
Methods	Preservative solution	0	3	6	
Pulsing DI	Deionized water	3.58^{a}	5.26^{b}	TV	3.75^{b}
	Long Life	0.00^{b}	0.00^{e}	3.83	5.25^{a}
	TOG-6®	0.00^{b}	0.00^{e}	TV	4.00^{b}
Pulsing LL	Deionized water	3.61^{a}	6.03^{a}	TV	3.75^{b}
	Long Life	0.00^{b}	3.75^{c}	3.68	5.50^{a}
	TOG-6®	0.00^{b}	2.24^{d}	TV	3.50^{b}
F-test		**	**	-	**
CV.(%)		9.48	2.69	-	19.99

[1/] Within the day of each treatment, means followed by the different letters are significant differences, ** $p \leq 0.01$. The absence letters indicate no statistically significant differences.

TV = Termination of vase life

สรุปผล

สารส่งเสริมคุณภาพที่ใช้ในการพัลซิ่งนั้น ไม่มีผลต่อคุณภาพและอายุการปักแจกันของช่อดอกบูเก้ ในขณะที่สารส่งเสริมคุณภาพที่ใช้ในการปักแช่ มีผลต่อคุณภาพและอายุการปักแจกันของช่อดอกบูเก้ การพัลซิ่งช่อดอกบูเก้ด้วยน้ำ DI และ LL แล้วปักแช่ด้วย LL สามารถชะลอการผลิตเอทิลีน เชื้อจุลินทรีย์และยืดอายุการปักแจกันได้นานที่สุด เท่ากับ 5.25 และ 5.50 วัน ตามลำดับ ในขณะที่ช่อดอกบูเก้ที่พัลซิ่งด้วยน้ำ DI และ LL แล้วปักแช่ด้วยน้ำ DI และ TOG-6® มีอายุการปักแจกันได้สั้นที่สุด เท่ากับ 3.75, 4.00, 3.75 และ 3.50 วัน ตามลำดับ

คำขอบคุณ

ขอขอบพระคุณหลักสูตรเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว คณะทรัพยากรชีวภาพและเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี และศูนย์นวัตกรรมเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว คณะกรรมการการอุดมศึกษา สำหรับการเอื้อเฟื้อสถานที่และอุปกรณ์ในการทำวิจัย

เอกสารอ้างอิง

กาญจนา วรราษฎร์. 2555. ประสิทธิภาพของน้ำมันหอมระเหยและสารโซเดียมไดคลอโรไอโซไซยานูเรทร่วมกับน้ำตาลทรีฮาโลสในการลดปริมาณจุลินทรีย์ในน้ำยาปักแจกันและปรับปรุงคุณภาพของกุหลาบตัดดอกพันธุ์ 'Gran Gala'. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. สาขาวิชเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว, คณะทรัพยากรชีวภาพและเทคโนโลยี, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี. 147 หน้า.

ยงยุทธ ข้ามสี่. 2546. การใช้สารละลายเคมีปรับปรุงคุณภาพหลังการเก็บเกี่ยวดอกไม้. วารสารแม่โจ้ปริทัศน์ 4 (4) : 19-24.

สายชล เกตุษา. 2530. การปรับปรุงคุณภาพและยืดอายุการใช้งานของดอกกุหลาบโดยใช้น้ำยา. *ใน*: รายงานผลการวิจัยประจำปี 2530. สถาบันวิจัยและพัฒนาแห่งชาติของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 13 หน้า.

สายชล เกตุษา. 2531. เทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยวดอกไม้. บริษัทสารมวลชน จำกัด, กรุงเทพฯ. 291 หน้า.

Verlinden, S., J. Julio and V. Garcia. 2004. Sucrose loading decreases ethylene responsiveness in carnation (*Dianthus caryophyllus* cv. White Sim) petals. Postharvest Biology and Technology 31 : 305-312.