

ผลกระทบของการปรับ pH ของน้ำที่มีต่ออายุการปักแจกัน และการเปลี่ยนแปลงหลังการตัดของดอกกุหลาบ พันธุ์คริสเตียนดิออร์

Effects of pH Adjustment of Holding Water on Vase Life and Postharvest Changes of 'Christian Dior' Cut Roses

ลพ ภวภูตานนท์ และ สายชล เกตุษา¹

Lop Phavaphutanon and Saichol Ketsa

ABSTRACT

The effects of pH adjustment of distilled, rain and tap water on the vase life and postharvest changes of 'Christian Dior' cut roses were studied. The pH of holding water was adjusted to 4, 5, 6, 7 and 8 with citric acid and/or potassium hydroxide as necessary. The results showed that rose vase life tended to increase as the pH was lowered. The optimum pH of distilled and rain water was 4 while the pH of tap water was 5. Lowering the pH by citric acid reduced blueing and bent neck and increased fresh weight, water conductivity and water consumption of cut roses.

บทคัดย่อ

การศึกษาผลกระทบของการปรับ pH ของน้ำกลั่น น้ำฝน และน้ำประปา เป็น 4, 5, 6, 7 และ 8 โดยใช้กรดซิตริก และ โพแทสเซียมไฮดรอกไซด์ ที่มีต่ออายุการปักแจกันและการเปลี่ยนแปลงหลังการตัดของดอกกุหลาบพันธุ์คริสเตียนดิออร์ ผลปรากฏว่า การปรับ pH ของน้ำที่ใช้ปักแจกันให้มีสภาพเป็นกรดมีอายุการปักแจกันเพิ่มขึ้น pH ที่เหมาะสมของน้ำกลั่นและน้ำฝนคือ 4 ขณะที่ของน้ำประปาคือ 5 การปรับ pH ของน้ำที่ใช้ปักแจกันให้ต่ำลงทำให้การเปลี่ยนสีของกลีบดอกและการโค้งงอของก้านดอกเกิดขึ้นน้อยลง และเพิ่ม

น้ำหนักสด การไหลของน้ำผ่านก้านดอกและปริมาณการใช้น้ำทั้งหมด

คำนำ

กุหลาบ (*Rosa hybrida*) เป็นไม้ตัดดอกที่สำคัญชนิดหนึ่งของประเทศไทย ถ้าไม่นับกล้วยไม้ตัดดอกแล้ว กุหลาบมีพื้นที่การปลูกและจำนวนผู้ปลูกมากกว่าไม้ตัดดอกชนิดอื่น ๆ (สายชล, 2531) แม้ว่าดอกกุหลาบมีอายุการปักแจกันค่อนข้างสั้น แต่ก็มีผู้นิยมใช้ดอกกุหลาบมาก ปัจจัยที่สำคัญอย่างหนึ่งของการจำกัดอายุการปักแจกันของดอกกุหลาบคือ ความสมดุลของน้ำ (water balance) ในดอกกุหลาบ ดอกกุหลาบที่ตัดมา

¹ ภาควิชาพืชสวน คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

จากต้นแล้วและนำมาปักแจกันในน้ำ การดูน้ำจะเพิ่มขึ้นในช่วงเวลา 1-2 วันแรก และจะลดลงอย่างรวดเร็วในวันต่อมา (สายชล และ กิตติพงศ์, 2531 ; Mayak *et al.*, 1974) การดูน้ำของดอกกุหลาบลดลงขณะที่ปักแจกันในน้ำ เพราะท่อลำเลียงน้ำ (xylem) ในก้านดอกมีบางสิ่งขัดขวาง การขัดขวางหรือการอุดตันของท่อลำเลียงน้ำเกิดจากหลายสาเหตุ (สายชล, 2531) แต่สาเหตุที่สำคัญคือจุลินทรีย์ที่อยู่ในน้ำซึ่งจะเพิ่มประชากรและ/หรือขับถ่ายบางสิ่งออกมาทำให้เกิดการอุดตันท่อลำเลียงน้ำ

การปรับปรุงการดูน้ำของดอกกุหลาบโดยการปรับ pH ของน้ำหรือการใช้สารเคมีเติมลงในน้ำ สามารถยืดอายุการปักแจกันของดอกกุหลาบได้ Aarts (1957) พบว่าสารละลายเคมี (preservatives) สูตรต่าง ๆ ที่ใช้ได้ผลดีในการยืดอายุการปักแจกันของดอกไม้มักจะมี pH ต่ำ ซึ่งในสภาพดังกล่าวสามารถยับยั้งการเพิ่มประชากรของจุลินทรีย์ในน้ำได้ Masousky (1971) พบว่าในสภาพปลอดเชื้อของการปักแจกันดอกกุหลาบในสารละลายเคมีที่ pH ต่ำ สามารถลดการอุดตันของท่อลำเลียงน้ำและเพิ่มอัตราการเคลื่อนที่ของน้ำภายในก้านดอกได้

การทดลองครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลกระทบของการปรับ pH ระดับต่าง ๆ ของน้ำกลั่น น้ำฝน และน้ำประปา ที่มีต่ออายุการปักแจกันและการเปลี่ยนแปลงดอกกุหลาบภายใต้สภาวะของประเทศไทย

อุปกรณ์และวิธีการ

ดอกกุหลาบที่ใช้ในการศึกษาค้นครั้งนี้คือดอกกุหลาบสีแดงพันธุ์คริสเตียนดิออร์ (Christian Dior) ซึ่งซื้อจากสวนกุหลาบเอกชนในตำบลอ้อมใหญ่ อำเภอสามพราน จังหวัดนครปฐม โดยตัดดอกกุหลาบในระยะดอกตูมซึ่งเป็นระยะเดียวกับที่ชาวสวนตัดส่งตลาด

ห่อดอกกุหลาบที่ตัดแล้วด้วยกระดาษหนังสือพิมพ์และขนส่งแบบแห้งมายังห้องปฏิบัติการ ภาควิชาพืชสวน คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ คัดเลือกดอกกุหลาบที่มีขนาดดอกและก้านดอกเท่า ๆ กัน ริดใบให้เหลือใบประกอบด้านบน 2 ชุด และตัดก้านดอกให้มี ความยาว 25 ซม. ชั่งน้ำหนักของดอกกุหลาบแต่ละดอก และนำดอกกุหลาบไปปักแจกันในขวดแก้วที่มีน้ำกลั่น น้ำฝน และน้ำประปา ขวดละ 200 มล. น้ำแต่ละชนิดมีการปรับ pH เป็น 5 ระดับ คือ 4 5 6 7 และ 8 โดยการใช้กรดซิตริกและ/หรือโพแทสเซียมไฮดรอกไซด์ ตามความจำเป็น

ทำการบันทึกข้อมูลเกี่ยวกับอายุการปักแจกัน การเปลี่ยนสีของกลีบดอกเป็นสีน้ำเงินม่วง (โดยการให้คะแนน 1 = กลีบดอกสีปกติ 2 = กลีบดอกเปลี่ยนสีเล็กน้อย 3 = กลีบดอกเปลี่ยนสีปานกลาง และ 4 = กลีบดอกเปลี่ยนสีมาก) การโค้งงอของก้านดอก (bent neck) การเปลี่ยนแปลงน้ำหนักสด อัตราการเคลื่อนที่น้ำผ่านก้านดอก (water conductivity) โดยใช้วิธีที่ดัดแปลงจาก Durkin (1979) และปริมาณการใช้น้ำทั้งหมด หลังหมดอายุการปักแจกัน ค่าที่แสดงเป็นค่าเฉลี่ยจากดอกกุหลาบ 9 ดอก ห้องทดลองไม่ได้ควบคุมอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ ได้รับแสงธรรมชาติความเข้มของแสงประมาณ 600 ลักซ์ต่อวัน อุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ยตลอดการทดลองคือ 29.95 °ซ. และ 69.16% ตามลำดับ

ผล

การทดลองปักแจกันดอกกุหลาบในน้ำชนิดต่าง ๆ 3 ชนิด คือ น้ำกลั่น น้ำฝน และน้ำประปา ซึ่งน้ำแต่ละชนิดปรับ pH เป็น 4 5 6 7 และ 8 ด้วยกรดซิตริกและ/หรือโพแทสเซียมไฮดรอกไซด์ โดยแยกการทดลองออกตามชนิดของน้ำ 3 ชนิด ให้ผลดังนี้

อายุการปักแจกัน

ดอกกุหลาบซึ่งปักแจกันในน้ำแต่ละชนิดมีแนวโน้มของอายุการปักแจกันเพิ่มขึ้นเมื่อระดับ pH ของน้ำลดลง (Figure 1) การตอบสนองของดอกกุหลาบต่อระดับ pH ของน้ำเห็นได้ชัดเจนสำหรับดอกกุหลาบซึ่งปักแจกันในน้ำกลั่น และน้ำฝน ซึ่งเป็นน้ำที่มีเกลือแร่ละลายอยู่น้อย ดอกกุหลาบซึ่งปักแจกันในน้ำทั้ง 2 ชนิดมีอายุเฉลี่ยในการปักแจกันมากที่สุดเมื่อ pH ของน้ำแต่ละชนิดเท่ากับ 4 น้ำที่ใช้ในการทดลองนี้ส่วนมากมี pH ประมาณ 8 ยกเว้น น้ำฝนที่มี 7.2 ซึ่งเมื่อปรับ pH ของน้ำทั้งสองชนิดนี้เป็น 8 ด้วยโพแทสเซียมไฮดรอกไซด์แล้ว พบว่าดอกกุหลาบซึ่งปักแจกันในน้ำทั้งสองชนิดมีอายุเฉลี่ยในการปักแจกันลดลง ส่วนน้ำประปานั้นมีอายุในการปักแจกันมากที่สุดเมื่อ pH ของน้ำเท่ากับ 5

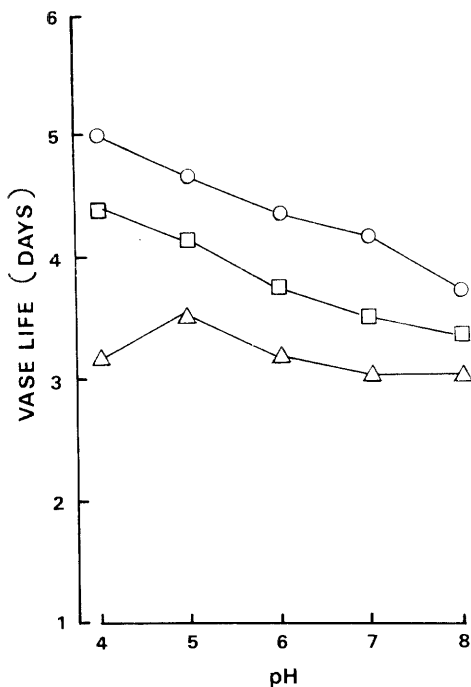


Figure 1. Vase life of 'Christian Dior' cut roses held in distilled (O), rain (□) and tap (△) water whose pH was adjusted to 4, 5, 6, 7 and 8.

การเปลี่ยนสีของกลีบดอก

ดอกกุหลาบซึ่งปักแจกันในน้ำกลั่น และ น้ำฝน มีการเปลี่ยนสีของกลีบดอกลดลง เมื่อระดับ pH ของน้ำแต่ละชนิดลดลง (Figure 2) ดอกกุหลาบซึ่งปักแจกันในน้ำประปา ที่ pH ต่ำ (4 และ 5) มีการเปลี่ยนสีของกลีบดอกเพิ่มขึ้นเมื่อเปรียบเทียบกับดอกกุหลาบซึ่งปักแจกันในน้ำชนิดเดียวกันที่ pH สูง (6, 7 และ 8)

การโค้งงอของก้านดอก

ดอกกุหลาบซึ่งปักแจกันในน้ำกลั่น น้ำดีประปา และน้ำฝน มีแนวโน้มที่จะเกิดก้านคอดอกโค้งงอระหว่างการปักแจกันลดลงเมื่อระดับ pH ของน้ำลดลง (Figure 2) ในขณะที่ดอกกุหลาบซึ่งปักแจกันในน้ำประปาและน้ำฝนมีจำนวนดอกที่เกิดก้านคอดอกโค้งงอกิดเป็นเปอร์เซ็นต์ค่อนข้างมากในแต่ละระดับ pH และ

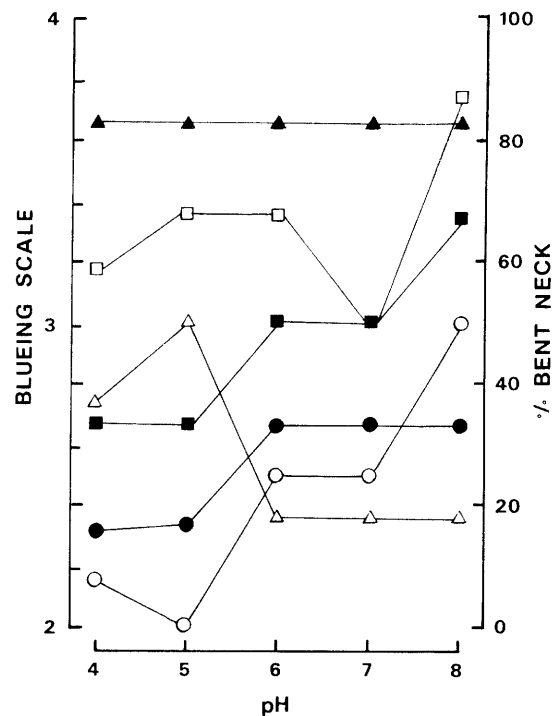


Figure 2. Blueing (open) and bent neck (solid) of 'Christian Dior' cut roses held in distilled (O), rain (□) and tap (△) water whose pH was adjusted to 4, 5, 6, 7 and 8.

ถึงแม้ว่า pH ของน้ำลดลง แต่ดอกกุหลาบที่เกิดอาการ
ก้านคอดอกโค้งงอยังคงมีจำนวนใกล้เคียงกัน

การเปลี่ยนแปลงน้ำหนักสดของดอกกุหลาบ

ดอกกุหลาบซึ่งปักแจกันในน้ำแต่ละชนิดที่ปรับ
pH ต่าง ๆ กัน 5 ระดับ ส่วนมากมีน้ำหนักเพิ่มขึ้นใน
ช่วง 1 วันแรกของการปักแจกัน โดยน้ำหนักของดอก
กุหลาบมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเมื่อระดับ pH ของน้ำแต่ละ
ชนิดลดต่ำลง ที่ระดับ pH 4 พบว่า ดอกกุหลาบซึ่งปัก
แจกันในน้ำกลั่น และน้ำฝน มีน้ำหนักเพิ่มขึ้นมาก
กว่าดอกกุหลาบซึ่งปักแจกันในน้ำชนิดเดียวกันที่มี
ระดับ pH สูงกว่า (Figure 3 and 4) สำหรับดอก
กุหลาบซึ่งปักแจกันในน้ำประปา พบว่าที่ระดับ
pH 6 ดอกกุหลาบมีน้ำหนักเพิ่มขึ้นมากกว่าที่ระดับ
pH อื่น (Figure 5) หลังจากนั้นน้ำหนักของดอกกุหลาบ
ซึ่งปักแจกันในน้ำแต่ละชนิดจึงลดลงเป็นลำดับ ดอกกุ
หลาบซึ่งปักแจกันในน้ำกลั่นและน้ำฝนมีการเปลี่ยน
แปลงน้ำหนักในช่วงหลังในอัตราที่ช้าลงเมื่อระดับ
pH ของน้ำแต่ละชนิดลดต่ำลง (Figure 3 and 4)
ในขณะที่ดอกกุหลาบซึ่งปักแจกันในน้ำประปามีน้ำหนัก
ลดลงในอัตราที่รวดเร็วขึ้นเมื่อ pH ของน้ำต่ำกว่า 6

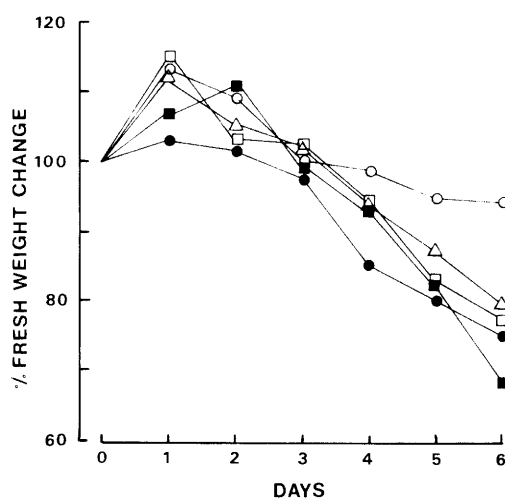


Figure 3. Fresh weight changes of 'Christian Dior' cut roses held in distilled water whose pH was adjusted to 4(○), 5(□), 6(△), 7(■) and 8(●).

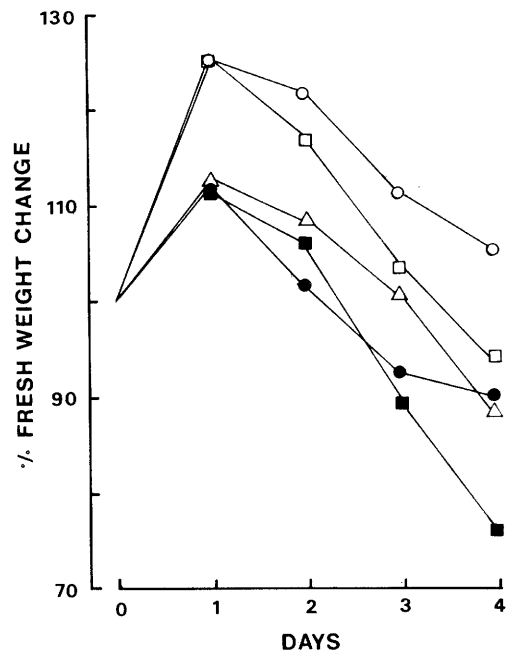


Figure 4. Fresh weight changes of 'Christian Dior' cut roses held in rain water whose pH was adjusted to 4 (○), 5 (□), 6 (△), 7 (●) and 8 (■).

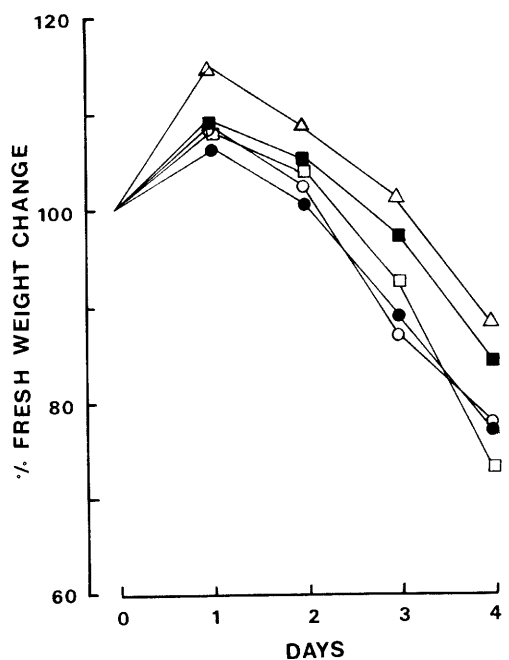


Figure 5. Fresh weight changes of 'Christian Dior' cut roses held in tap water whose pH was adjusted to 4 (○), 5 (□), 6 (△), 7 (■) and 8 (●). The initial fresh weight of cut roses in all treatment was 100%.

การเปลี่ยนแปลง water conductivity ภายใน ก้านดอก

ดอกกุหลาบซึ่งปักแจกันในน้ำแต่ละชนิดที่ปรับ pH ต่าง ๆ กัน 5 ระดับมีค่า water conductivity ภายในก้านดอกมากที่สุดในวันเริ่มต้นการปักแจกัน โดยในน้ำชนิดแต่ละชนิดมีแนวโน้มว่าที่ระดับ pH ค่าดอกกุหลาบมีค่า water conductivity มากกว่าที่ระดับ pH ปกติของน้ำชนิดนั้น ๆ (Figure 6, 7 and 8) แต่อย่างไรก็ตามดอกกุหลาบซึ่งปักแจกันในน้ำประปาที่ปรับ pH เป็น 4 มีค่า water conductivity ลดลงในอัตราที่รวดเร็ว เมื่อเปรียบเทียบกับระดับ pH อื่น ๆ (Figure 8) ดอกกุหลาบซึ่งปักแจกันในน้ำฝนที่ปรับเป็น 8 ด้วยโพแทสเซียมไฮดรอกไซด์ มีค่า water conductivity ลดลงมากกว่าดอกกุหลาบซึ่งปักแจกันในน้ำชนิดเดียวกันที่ไม่ปรับ pH (Figure 7)

ปริมาณการใช้น้ำรวม

ดอกกุหลาบซึ่งปักแจกันในน้ำแต่ละชนิดมีการใช้น้ำระหว่างการปักแจกันเพิ่มขึ้นเมื่อระดับ pH ของ

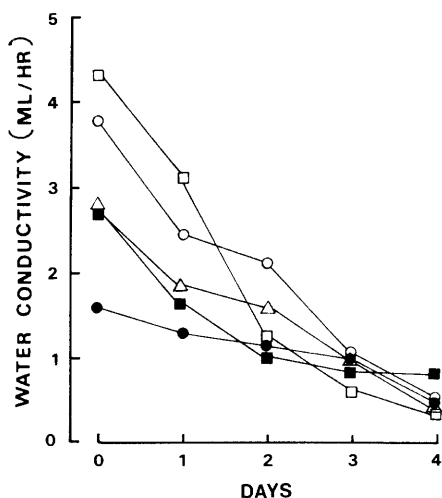


Figure 6. Water conductivity of 'Christian Dior' cut roses held in distilled water whose pH was adjusted to 4 (O), 5 (□), 6 (△), 7 (■) and 8 (●).

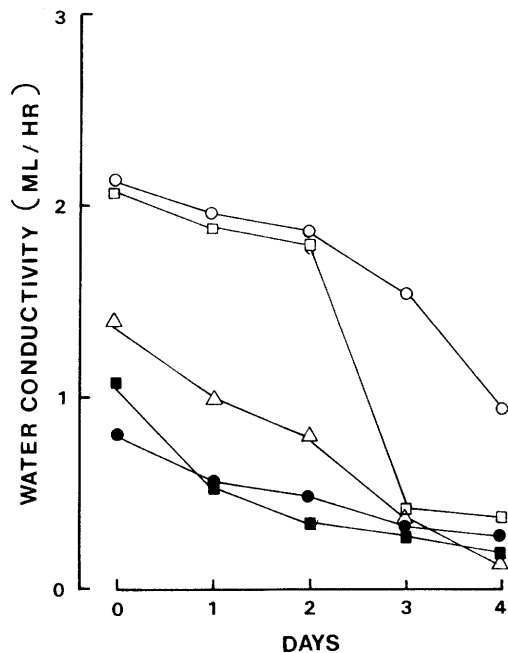


Figure 7. Water conductivity of 'Christian Dior' cut roses held in rain water whose pH was adjusted to 4 (O), 5 (□), 6 (△), 7 (●) and 8 (■).

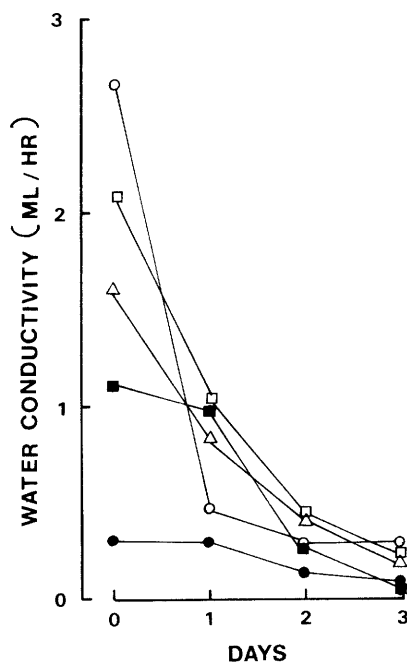


Figure 8. Water conductivity of 'Christian Dior' cut roses held in tap water whose pH was adjusted to 4 (O), 5 (□), 6 (△), 7 (■) and 8 (●).

น้ำแต่ละชนิดลดลง (Figure 9) โดยดอกกุหลาบซึ่งปักแจกันในน้ำกลั่น และน้ำฝนมีปริมาณการใช้น้ำรวมตลอดการปักแจกันมากที่สุดเมื่อปรับ pH ของน้ำเป็น 4 ส่วนดอกกุหลาบซึ่งปักแจกันในน้ำประปามีปริมาณการใช้น้ำรวมระหว่างการปักแจกันลดลงเมื่อระดับ pH ของน้ำต่ำกว่า 6

วิจารณ์

การปรับ pH ของน้ำแต่ละชนิดให้มีสภาพเป็นกรดด้วยกรดซิตริกทำให้ออกกุหลาบมีอายุการปักแจกันความสามารถในการใช้น้ำระหว่างการปักแจกันและน้ำหนักดอกเพิ่มขึ้น ลดการเปลี่ยนสีของกลีบดอก ลดการโค้งงอของก้านดอก และมีการเปลี่ยนแปลง water conductivity ภายในก้านดอกในอัตราที่ช้าลงเมื่อเปรียบเทียบกับดอกกุหลาบซึ่งปักแจกันใต้น้ำชนิดเดียวกันที่ไม่ปรับ pH (Marousky, 1971 ; Durkin, 1979 a ; Durkin, 1979 b ; Conrado *et al.*, 1980) สภาพน้ำที่เป็นกรดช่วยลดการเจริญเติบโตของเชื้อจุลินทรีย์ในน้ำที่ใช้ปักแจกันซึ่งเป็นสาเหตุให้ระบบท่อลำเลียงน้ำเกิดการอุดตันและเน่าเสีย (Aarts, 1957) นอกจากนี้สภาพน้ำที่เป็นกรดสามารถทำลายโครงสร้างของเอนไซม์ที่เกี่ยวข้องกับปฏิกิริยาการสลายตัวของเซลล์ระบบท่อลำเลียงน้ำ ช่วยให้การอุดตันของระบบท่อลำเลียงน้ำลดลงได้ (Marousky, 1971) สภาพน้ำที่เป็นกรดช่วยให้ฟองอากาศในระบบท่อลำเลียงน้ำละลายได้ดีขึ้นเป็นการลดการอุดตันของระบบท่อลำเลียงน้ำเนื่องจากฟองอากาศและสภาพน้ำที่เป็นกรด ทำให้ calcium pectate บนผนังเซลล์ของ vessel เกิดการแยกตัวออกจากกัน ผนังเซลล์มีความพรุนมากขึ้น ส่งเสริมให้การเคลื่อนที่ของน้ำภายในก้านดอกดีขึ้นด้วย (Durkin, 1979a; Durkin, 1979b) แต่ดอกกุหลาบซึ่งปักแจกันใต้น้ำประปาลับมีอายุการปักแจกันลดลงและมีการ

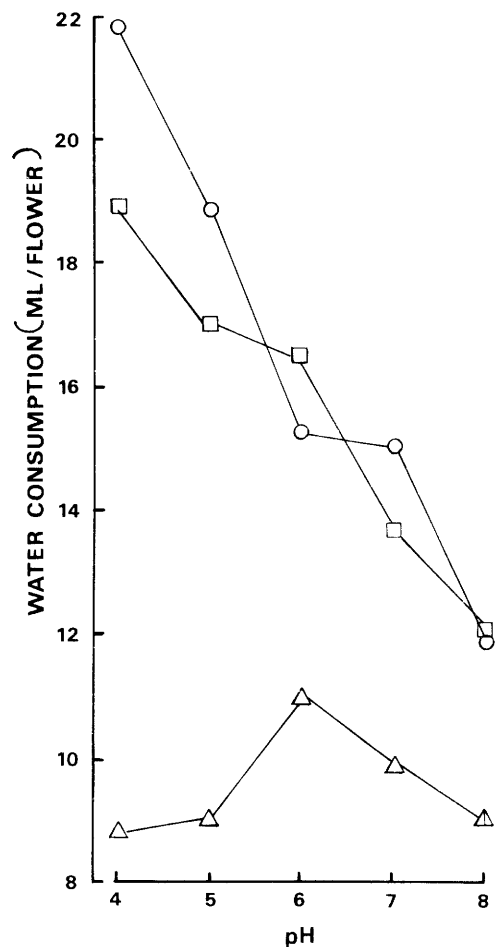


Figure 9. Water consumption of 'Christian Dior' cut roses held in distilled (O), rain (□) and tap (△) water whose pH was adjusted to 4, 5, 6, 7 and 8.

เปลี่ยนแปลงอื่น ๆ ที่สอดคล้องกัน เมื่อปรับ pH ของน้ำให้ต่ำกว่า 5 อาจเป็นเพราะการปรับ pH ด้วยกรดซิตริกทำให้ปริมาณเกลือแร่ที่ละลายในน้ำเพิ่มมากเกินไปจนเป็นผลเสียกับดอกกุหลาบ (Waters, 1968) เพราะน้ำประปามีเกลือแร่ละลายอยู่มากกว่าน้ำกลั่นและน้ำฝนหลายเท่า (ลพ และ สายชล, 2531) ดอกกุหลาบซึ่งปักแจกันใต้น้ำแต่ละชนิดที่ปรับ pH ให้มีสภาพเป็นกรดส่วนมากมีการเปลี่ยนสีของกลีบดอกลดลง อาจเป็นเพราะว่าระดับ pH ของน้ำแต่ละชนิดลดลงจน

มีค่าใกล้เคียงกับระดับ pH ของ cell sap ในกลีบดอก ที่มี pH ต่ำ ซึ่งเป็นระดับ pH ที่รงควัตถุสีแดง (anthocyanin) สามารถคงตัวได้ดี (Asen *et al.*, 1971) น้ำกลั่น และน้ำฝนที่ปรับ pH ให้ลดลงทำให้ดอกกุหลาบเกิดการโค้งงอของก้านดอกลดลง เพราะ pH ที่ต่ำช่วยให้ดอกกุหลาบดูดน้ำมากขึ้น (Conrado *et al.*, 1980) ซึ่งจะเพิ่มความเต่งของเนื้อเยื่อของก้านดอกบริเวณใต้ฐานรองดอก ทำให้เนื้อเยื่อบริเวณนี้ไม่เหี่ยวและไม่เกิดการโค้งงอ (Burdett, 1970) แต่อย่างไรก็ตาม ระดับ pH ของน้ำแต่ละชนิดไม่มีผลให้อายุการปักแจกันแตกต่างกันทางสถิติ อาจเนื่องมาจากระดับ pH ของน้ำไม่คงที่เมื่อเวลาผ่านไปทำให้การตอบสนองของดอกกุหลาบต่อระดับ pH ของน้ำแต่ละชนิดไม่มีผลให้อายุการปักแจกันแตกต่างกันทางสถิติ อาจเนื่องมาจากระดับ pH ของน้ำไม่คงที่เมื่อเวลาผ่านไป ทำให้การตอบสนองของดอกกุหลาบต่อระดับ pH ของน้ำแต่ละชนิดไม่เด่นชัด มีรายงานว่า ระดับ pH ของน้ำมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นในระหว่างการปักแจกัน โดยเฉพาะน้ำที่มีเกลือไนเตรต-บอเนตละลายอยู่มาก (Durkin, 1979b) นอกจากนี้ แม้ว่าดอกกุหลาบมีการดูดน้ำเพิ่มขึ้นเมื่อปรับ pH ให้ลดลง แต่ดอกกุหลาบก็ยังขาดอาหารซึ่งเป็นปัจจัยสำคัญในการจำกัดอายุใช้งานของดอกไม้ (Nichols, 1975) ดังนั้นการปรับ pH ของน้ำที่ใช้ปักแจกันอย่างเดียวอาจทำให้ไม่สามารถเพิ่มอายุการปักแจกันของดอกกุหลาบได้อย่างเห็นชัด

คำขอบคุณ

งานวิจัยนี้เป็นส่วนหนึ่งของโครงการวิจัยผลกระทบของคุณภาพน้ำต่ออายุการใช้งานและคุณภาพของดอกกุหลาบ ซึ่งได้รับเงินอุดหนุนการวิจัยจากสถาบันวิจัยและพัฒนา ม.ก. ประจำปี 2530

เอกสารอ้างอิง

- ลพ ภาวภูตานนท์ และ สายชล เกตุษา. 2531 การตอบสนองทางสรีรวิทยาต่อน้ำชนิดต่าง ๆ ที่มีผลต่ออายุการปักแจกันของดอกกุหลาบพันธุ์คริสเตียนดิออร์. วิทยาสารเกษตรศาสตร์ (วทช.) 22(4): 269-278.
- สายชล เกตุษา. 2531. เทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยวของดอกไม้. บริษัท สารมวลชน จำกัด. กรุงเทพฯ. 291 น.
- สายชล เกตุษา. และ กิตติพงษ์ ตรีตรุยานนท์. 2531. ผลของ 8-ไฮดรอกซีควิโนลีนซัลเฟต และ ซูโครสที่มีต่ออายุการปักแจกันและการเปลี่ยนแปลงของดอกกุหลาบพันธุ์คริสเตียนดิออร์ หลังการตัดดอก. วิทยาสารเกษตรศาสตร์ (วทช.) 22(3) : 165-170.
- Aarts, J.F.T. 1957. Over de houdbaarheid van snijblomen Meded van de Landbouwhogeschool te Wageningen, pp. 1-62. *Cited from* A.H. Halevy and S. Mayak. 1981. Senescence and postharvest physiology of cut flowers-Part 2. Hort. Rev. 3 : 59-143.
- Asen, S., K.H. Norris and R.N. Stewart. 1971. Effect of pH and concentration of the anthocyanin-flavonol copigment complex on the color of 'Better Times' roses. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 96 : 770-773.
- Burdett, A.N. 1970. The cause of the bent neck in cut roses. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 95 : 427 - 431.
- Conrado, L.L., R. Shanahan and W. Eisinger. 1980. Effect of pH, osmolarity and oxygen on solution uptake by cut rose flowers. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 105 : 680-683.
- Durkin, D.J. 1979a. Some characteristics of water flower through isolated rose stem segments. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 104 : 777-783.

- Durkin, D.J. 1979b. Effect of millipore filtration, citric acid and sucrose on peduncle water potential of cut rose flower. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 104 : 860-863.
- Marousky, F.J. 1971. Inhibition of vascular blockage and increased moisture retention in cut roses induced by pH, 8-hydroxyquinoline citrate and sucrose. J. Amer. Soc. Hort. 96 : 38-41.
- Mayak, S., A.H. Halevy, S. Sagie, A. Bar-Yoseph and B. Bravdo. 1974. The water balance of cut rose flowers. Physiol. Plant. 31 : 15-22.
- Nichols, R. 1975. Senescence and sugar status of the cut flower. Acta Hort. 41 : 21-29.
- Waters, W.E. 1968. Relationship of water salinity and fluorides to keeping quality of chrysanthemum and gladiolus cut-flowers. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 92 : 633-640.