

## คำนำ

กุหลาบเป็นไม้ตัดดอกที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจ และเป็นที่ต้องการของตลาดทั้งใน และต่างประเทศ ผลผลิตส่วนมากใช้ในประเทศ และไม่เพียงพอับความต้องการ จึงต้องมีการนำเข้าจากต่างประเทศอีกทั้งดอกกุหลาบมีปัญหาเรื่องการสูญเสียคุณภาพหลังการเก็บเกี่ยวเร็วเกินไปเนื่องจากเนื้อเยื่อของดอกไม้ถูกตัดขาดจากแหล่งน้ำ อาหาร นอกจากนี้อาหารสะสมของดอกกุหลาบซึ่งมีจำกัดจะถูกนำไปในกระบวนการหายใจในการดำเนินชีวิตอย่างรวดเร็ว ส่งผลให้กุหลาบมีอายุการปักแจกันที่สั้นลง ระหว่างการปักแจกันมักพบอาการโร้ของของก้านดอกดอก เป็นผลมาจากการดูดน้ำของก้านดอกขึ้นมาไม่เพียงพอ เพราะการอุดตันของท่อน้ำ ดอกไม้ที่นำมาปักแจกันมักมีปัญหาดอกบานไม่เต็มที่หรือเหี่ยวก่อนเวลาอันควร เนื่องจากผลของเอทิลีน ดังนั้นเพื่อทำให้ดอกกุหลาบคงทน และมีอายุการใช้ประโยชน์ได้นานยิ่งขึ้น จึงทำการศึกษายืดอายุการปักแจกันของดอกกุหลาบสีชาวพันธุ์ไวท์คริสมาสต์ด้วยการปักแจกันในสารละลายชนิดต่างๆ ที่ใช้ในทางการค้า และประยุกต์ใช้สารสกัดจากธรรมชาติคือสารเคอร์คูมิน (curcumin) ที่สกัดได้จากขมิ้นชัน มาศึกษาประสิทธิภาพในการยับยั้งการเจริญของเชื้อจุลินทรีย์ในสารละลายปักแจกัน เพื่อหาชนิดของสารละลายปักแจกันที่เหมาะสมสำหรับกุหลาบสีชาวพันธุ์ไวท์คริสมาสต์ นอกจากนี้ยังมีการศึกษาผลของสาร 1-methylcyclopropene (1-MCP) ซึ่งเป็นสารที่มีประสิทธิภาพในการยับยั้งการทำงานของเอทิลีน โดยทำการรมให้กับดอกกุหลาบก่อนการปักแจกันในสารละลาย จึงเป็นการดีหากพบว่าสารสกัดเคอร์คูมินมีประสิทธิภาพในการยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อจุลินทรีย์ในสารละลายปักแจกัน ซึ่งจะเป็นการส่งเสริมการใช้สารสกัดจากสมุนไพรไทย ซึ่งไม่ก่อให้เกิดปัญหากับผู้ใช้ และสิ่งแวดล้อมอีกด้วย

### วัตถุประสงค์ของโครงการวิจัย

- เพื่อทราบถึงการเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยา อัตราการหายใจและการผลิตเอทิลีนระหว่างการปักแจกันของดอกกุหลาบชาวพันธุ์ไวท์คริสมาสต์
- เพื่อทราบถึงผลของสารละลายเคอร์คูมิน และสาร 1-MCP ที่มีต่ออายุการปักแจกันของดอกกุหลาบพันธุ์ไวท์คริสมาสต์

## หลักการและที่มาของโครงการ

กุหลาบ มีชื่อทางวิทยาศาสตร์ว่า *Rosa hybrida* อยู่ในวงศ์ Rosaceae ดอกกุหลาบสีขาว พันธุ์ไวท์คริสมาสต์ เป็นพันธุ์ที่มีลักษณะต้นตั้งตรง สูง 0.8 เมตร กิ่งก้านมีหนามน้อย ก้านดอกยาว (สมร, 2550) ดอกไม้หลังการเก็บเกี่ยว จะมีปริมาณอาหารที่สะสมในก้านดอกน้อยลง เมื่ออาหารหมดเซลล์จะตาย ส่งผลให้ดอกไม้เหี่ยว สีดอกเปลี่ยน ถ้าทำให้ดอกไม้ได้รับอาหารต่อไปดอกไม้จะมีชีวิตที่ยาวนานขึ้น การใช้สารส่งเสริมคุณภาพแก่ก้านดอกเป็นการเพิ่มอาหารให้แก่ดอกไม้ ทำให้ดอกไม้มีคุณภาพดีและยืดอายุการใช้งานในการปักแจกัน การแช่ดอกไม้ในน้ำยาที่มีน้ำตาล และสารฆ่าเชื้อจุลินทรีย์ ดอกไม้จะดูดน้ำตาลซึ่งเป็นแหล่งอาหารของดอกไม้ พร้อมทั้งดูดสารฆ่าเชื้อจุลินทรีย์เข้าไปด้วย และบางส่วนจะเคลือบอยู่ที่โคนก้านดอก ทำให้ดอกไม้มีอาหารสำหรับใช้ในการหายใจ และโคนก้านดอกเกิดการอุดตันน้อยลง ดอกไม้จึงสด และบานได้นานขึ้น (จริงแท้, 2550)

สารสกัดเคอร์คูมิน (Curcumin) ที่สกัดได้จากขมิ้นชันสามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อแบคทีเรียหลายชนิด เช่น *Pseudomonas aeruginos*, *Staphylococcus aureus*, *Bacillus cereus*, *B. coagulans*, *B. subtilis*, และ *Escherichia coli* (Negi *et al*, 1999) ซึ่งเชื้อจุลินทรีย์ที่เจริญเติบโตอยู่ในน้ำที่ใช้ปักแจกัน ได้แก่ แบคทีเรีย ยีสต์ และเชื้อรา ซึ่งเชื้อจุลินทรีย์เหล่านี้ก่อให้เกิดผลเสียต่อดอกไม้ในแง่การพัฒนาของดอก และการอุดตันของท่อน้ำซึ่งจะเร่งการเสื่อมสภาพของดอกไม้ให้เร็วขึ้น สำหรับสารละลายเอทานอล ความเข้มข้น 2 เปอร์เซ็นต์ สามารถยืดอายุการปักแจกันของดอกกุหลาบออกไปได้ ทั้งนี้เป็นเพราะเอทานอลจะช่วยฆ่าเชื้อจุลินทรีย์ และช่วยลดแรงตึงผิวของน้ำทำให้ดอกกุหลาบดูดน้ำขึ้นไปใช้ได้ดี (จริงแท้, 2550) สามารถยับยั้งการสังเคราะห์เอทิลีน เพิ่มการดูดน้ำ ลดอัตราการหายใจ และลดการหลุดร่วงของดอกคาร์เนชัน (Wu *et al*. 1992) สำหรับผลของเอทานอลต่อการสร้างเอทิลีน พบว่ามีผลในการยับยั้งการทำงานของเอนไซม์ ACC synthase และ ACC oxidase (Pun *et al*, 2001)

เอทิลีน (Ethylene) เป็นฮอร์โมนพืชเพียงชนิดเดียวที่อยู่ในของรูปแก๊ส สามารถแพร่กระจายได้ทุกทิศทาง มีสูตรทางเคมีคือ  $C_2H_4$  มีโมเลกุลขนาดเล็ก ถูกสร้างขึ้นในส่วนต่างๆ ของพืช รวมทั้งจุลินทรีย์ มีผลต่อกระบวนการทางสรีรวิทยาของพืช ได้แก่ การสุกแก่ การหลุดร่วง การเปลี่ยนแปลงสี และการเสื่อมสภาพเป็นต้น (สมบุญ, 2548) ซึ่งการสังเคราะห์เอทิลีนจะมีอัตราเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว และแพร่กระจายออกมาเมื่อดอกไม้ได้รับเอทิลีนจากภายนอก จะทำให้ดอกไม้สีซีดลง กลีบดอกเหี่ยว และอายุการใช้งานสั้นลง อาการเหล่านี้ขึ้นอยู่กับความเข้มข้นของเอทิลีน ชนิดและอายุของดอกไม้ และอุณหภูมิ (สายชล, 2531)

สาร 1-methylcyclopropene (1-MCP) มีสูตรทางเคมีคือ  $C_4H_6$  มีสถานะเป็นแก๊ส ไม่มีกลิ่นและสี (Porat *et al*, 1995) โดยทั่วไปสาร 1-MCP ใช้รมดอกไม้ก่อนการใช้งาน สามารถยืดอายุดอกไม้ โดยกลไกการทำงานคือการไปจับกับตัวรับเอทิลีน (ethylene receptor) ทำให้เอทิลีนไม่สามารถทำงานกระตุ้นการเสื่อมสภาพของดอกไม้ (จริงแท้, 2550) การนำสาร 1-MCP มาใช้สำหรับยืดอายุหลังการเก็บ

เกี่ยว และอายุการปักแจกันของดอกไม้ มีรายงานว่าประสบความสำเร็จในการยืดอายุการปักแจกันในดอกไม้ต่างๆ เช่น Pink Blizzard (Cameron and Reid. 2001), Phlox (Porat *et al*, 1995), Daffodil (Hunter *et al*. 2004), กลี๋ยงไม้สกุลทวย (Uthaichay *et al*, 2007), Regal Pelargonium (Kim *et al*. 2007) เป็นต้น

สำหรับรายงานการใช้สาร 1-MCP ในดอกกุหลาบ ที่ความเข้มข้น 1,000 ppb เป็นเวลานาน 2 ชั่วโมงกับดอกกุหลาบสายพันธุ์ First Red ที่อุณหภูมิ 22 องศาเซลเซียส สามารถยืดอายุได้นาน 13 วัน อีกทั้งช่วยชะลอการสูญเสียน้ำหนักสด และเพิ่มการดูดสารละลายให้มากขึ้นด้วย (Chamani *et al*, 2005) ขณะที่การรมสาร 1-MCP ที่ความเข้มข้น 400 nLL<sup>-1</sup> นาน 4 ชั่วโมง ส่งผลให้เพิ่มการบาน และยืดอายุการปักแจกันในดอกกุหลาบสายพันธุ์ Golden Gate อีกทั้งกุหลาบตัดดอกโดยปกติจะจัดเป็นพวกที่ตอบสนองต่อเอทิลีนต่ำมาก เมื่อพิจารณาจากเวลาต่อการร่วงโรยของดอก (Hadas *et al*, 2005) นอกจากนี้การรมสาร 1-MCP ความเข้มข้น 250 และ 500 nLL<sup>-1</sup> นาน 6 ชั่วโมง และ 18 ชั่วโมง ในดอกกุหลาบสองสายพันธุ์ คือ Saphir และ Confetti พบว่า การรมสาร 1-MCP ที่ความเข้มข้น 500 nLL<sup>-1</sup> เป็นเวลา 18 ชั่วโมง มีประสิทธิภาพในการชะลอการเสื่อมสภาพของดอกกุหลาบสายพันธุ์ Confetti ขณะที่การรมสารที่ความเข้มข้น 250 nLL<sup>-1</sup> นาน 18 ชั่วโมง สามารถยืดอายุการเสื่อมสภาพของกุหลาบสายพันธุ์ Saphir ได้ดีที่สุดใน (Cuquel *et al*, 2007) ส่วน Batista *et al*. (2009) ได้ศึกษาความไวของการตอบสนองต่อเอทิลีนในดอกกุหลาบ 7 สายพันธุ์ และศึกษาความเข้มข้น และระยะเวลาการรม 1-MCP ที่ดีที่สุดที่มีผลดีต่อคุณภาพหลังการเก็บเกี่ยว พบว่า กุหลาบพันธุ์ Grand Gala มีการตอบสนองต่อเอทิลีนไวที่สุด และมีอายุปักแจกันสั้นที่สุด ขณะที่ พันธุ์ Konfetti<sup>TM</sup> มีความต้านทานต่อผลของเอทิลีนมากที่สุด จากนั้นทำการศึกษาผลของสาร 1-MCP ต่อกุหลาบพันธุ์ Grand Gala และ พันธุ์ Konfetti<sup>TM</sup> พบว่าการใช้สาร 1-MCP ที่อยู่ในรูปการค้าคือ Ethylbloc<sup>®</sup> ความเข้มข้น 1500 µLL<sup>-1</sup> เป็นเวลา 3 ชั่วโมง สามารถเพิ่มอายุการปักแจกันของพันธุ์ Grand Gala เป็น 7.2 วัน โดยกลีบดอกมีการบานออกปานกลาง ขณะที่พันธุ์ Konfetti<sup>TM</sup> มีอายุปักแจกันที่ 12.1 วัน ในสถานะเดียวกัน ดอกกุหลาบพันธุ์ Konfetti<sup>TM</sup> มีการบานของดอกเต็มที่เมื่อใช้ Ethylbloc<sup>®</sup> ความเข้มข้น 1.5 µLL<sup>-1</sup> เป็นเวลา 12 ชั่วโมง

## อุปกรณ์และวิธีการ

### อุปกรณ์

๑. ตัวอย่างดอกกุหลาบสีขาวตัดดอกพันธุ์ไวท์คริสมาสต์ ซึ่งจากตลาดไท ที่ปลูกในพื้นที่อำเภอพบพระ จังหวัดตาก

๒. เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง

- เครื่องแก้วชนิดต่างๆ ที่ใช้ในการเตรียมสารละลายปฏิกิริยา เช่น บีกเกอร์ กระจกบอดวง volumetric flask ปิเปต และแท่งแก้วคนสารเคมี

- เครื่องชั่งทศนิยม 4 ตำแหน่งสำหรับชั่งสารเคมี

- เครื่อง Gas chromatography สำหรับวัดปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์และเอทิลีน

- Plate แก้วสำหรับเลี้ยงเชื้อเพื่อตรวจหาปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ในสารละลายปฏิกิริยา

- แผ่นเทียบสี Color chart

- กล้องจุลทรรศน์

๓. สารเคมีที่ใช้ในสารละลายปฏิกิริยา ได้แก่ Ethanol, Sucrose, Floralife, Curcumin และสาร 1-methylcyclopropene (1-MCP)

### วิธีการ

การทดลองที่ ๑ ศึกษาอัตราการหายใจ และการผลิตเอทิลีนของดอกกุหลาบขาวพันธุ์ไวท์คริสมาสต์

นำกุหลาบตัดดอกสีขาวพันธุ์ไวท์คริสมาสต์ ทำการพ่นคลื่นสภาพความสดให้กับดอกไม้ (conditioning) โดยการแช่ปลายก้านดอกในน้ำอุ่นที่อุณหภูมิ 45 องศาเซลเซียส ครอบปากภาชนะบรรจุ ดอกกุหลาบด้วยถุงพลาสติกใส รัดปากถุงกับภาชนะให้แน่น เก็บรักษาในตู้เย็นอุณหภูมิ 12 องศาเซลเซียส นาน 6 ชั่วโมง ในทุกการทดลอง จากนั้นปักแจกันดอกกุหลาบในหลอดพลาสติกใสปริมาตร 50 มิลลิลิตร ที่มีสารละลายปฏิกิริยาชนิดต่างๆ ปริมาตร 40 มิลลิลิตร และเปรียบเทียบกับการปักแจกันในน้ำกลั่น โดยกำหนดให้ซ้ำละ 2 ดอก จำนวน 5 ซ้ำ ทำการทดลองในห้องที่ควบคุมอุณหภูมิที่ 25 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 70% ตลอดการทดลอง วางแผนการทดลองแบบ completely randomized design (CRD) โดยแบ่งการทดลองออกเป็น 4 ทริตเมนต์ คือ

ทริตเมนต์ ที่ 1 น้ำกลั่น

ทริตเมนต์ ที่ 2 สารละลาย Floralife 1 %

ทริตเมนต์ ที่ 3 สารละลายเคอร์คูมิน 0.015 % ร่วมกับน้ำตาลซูโครส 5 %

ทริตเมนต์ ที่ 4 สารละลายเอทานอล 5 % ร่วมกับน้ำตาลซูโครส 5 %

บันทึกผลทุกวันจนกระทั่งดอกกุหลาบเกิดการเสื่อมสภาพมากกว่า 50 % ดังนี้

- อัตราการดูดน้ำ (มิลลิลิตร/ดอก/วัน)

- การเปลี่ยนแปลงน้ำหนักสด (%) ของน้ำหนักสดเริ่มต้น ด้วยเครื่องชั่งไฟฟ้าละเอียด

2 ตำแหน่ง นำไปหาค่าการเปลี่ยนแปลงน้ำหนักเป็นเปอร์เซ็นต์

$$\text{การเปลี่ยนแปลงน้ำหนักสด (\%)} = \frac{\text{น้ำหนักดอกในแต่ละวัน}}{\text{น้ำหนักดอกเริ่มต้น}} \times 100$$

- การบานของดอกกุหลาบ (เซนติเมตร) โดยวัดเส้นผ่าศูนย์กลางของดอก ด้วยเวอร์เนียร์คาลิปเปอร์

- อายุการปักแจกัน (วัน) โดยวันที่กลีบดอกเกิดสีน้ำตาล ความสดของใบ และอาการโค้งงอ มีการเสื่อมสภาพมากกว่า 50% เป็นวันหมดอายุการปักแจกัน

- การเปลี่ยนแปลงสีของดอกกุหลาบในระหว่างการทดลองด้วย R.H.S. Color Chart โดยนำแผ่นสีมาเทียบกับสีของกลีบกุหลาบขาวที่ตำแหน่งเดิมในทุกวัน โดยกุหลาบแต่ละดอกทำการวัดทั้งหมด 3 ตำแหน่ง จากนั้นนำมาอ่านค่า x, y และ Y (เย็นจิตต์, มปป.) เพื่อใช้ในการคำนวณค่า L\* a\* และ b\* จากสูตรการคำนวณ ดังนี้

$$L^* = 10\sqrt{Y}, \quad Z = 1 - x - y, \quad a^* = \frac{17.5(1.02x - y)}{\sqrt{y}}, \quad b^* = \frac{7.0(y - 0.847Z)}{\sqrt{y}}$$

- นับจำนวนประชากรจุลินทรีย์ในสารละลายปักแจกัน วันที่ 0, 5 และ 10 วัน ของการปักแจกัน โดยมีวิธีการดังนี้เก็บตัวอย่างน้ำ 10 มิลลิลิตร ทำการเจือจางตัวอย่าง ในอัตราส่วนน้ำตัวอย่าง 1 มิลลิลิตร ต่ออัตราส่วนเจือจาง  $10^4$ ,  $10^5$  และ  $10^6$  เท่า เพื่อเลือกการเจือจางที่ให้จำนวนโคโลนีทั้งหมดบนจานเพาะเชื้อ อยู่ระหว่าง 30-300 โคโลนี โดยเลี้ยงบนอาหาร nutrient agar slant ที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 18-24 ชั่วโมง ทำการนับจำนวนโคโลนีบนจานเพาะเชื้อ ใช้เครื่อง Quebec colony counter หรือ automatic plate counting

- วัดอัตราการหายใจ โดยใช้เครื่อง gas chromatography (GC) ที่มีเครื่องตรวจวัด ชนิด thermal conductivity detector (TCD) มีหน่วยเป็นมิลลิกรัมคาร์บอนไดออกไซด์ต่อกรัมต่อชั่วโมง ( $\text{mg CO}_2 \text{ g}^{-1} \text{ h}^{-1}$ )

- วัดอัตราการผลิตเอทิลีน โดยทำการวัดอัตราการสร้างเอทิลีนโดยเก็บตัวอย่างก๊าซ จำนวน 1 มิลลิลิตร ด้วยหลอดฉีดขนาด 5 มิลลิลิตร แล้วนำไปวิเคราะห์หาปริมาณเอทิลีน ด้วย เครื่อง gas chromatography (GC) ที่มีเครื่องตรวจวัด ชนิด flame ionization detector (FID) ปริมาณเอทิลีนที่วัดได้มีค่าเป็นนาโนลิตรเอทิลีนต่อกรัมต่อชั่วโมง ( $\text{nL C}_2\text{H}_4 \text{ g}^{-1} \text{ h}^{-1}$ )

### การทดลองที่ ๒ ศึกษาระดับความเข้มข้น และระยะเวลาที่เหมาะสมของการรมสาร 1-MCP

โดยนำดอกกุหลาบขาวพันธุ์ไวท์คริสมาสต์ปักแจกันในน้ำกลั่น รมด้วยสาร 1-MCP ที่ระดับความเข้มข้น 0, 250 และ 500 nLL<sup>-1</sup> เป็นระยะเวลานาน 6, 12 และ 18 ชั่วโมง ที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 70% ในตู้ระบบปิด โดยเขย่าสาร 1-MCP ให้ละลายก่อนปิดฝาถัง และหลังจากรมด้วย 1-MCP ให้นำดอกกุหลาบเก็บรักษาในตู้เย็นอุณหภูมิ 12 องศาเซลเซียส นาน 1 ชั่วโมง ก่อนนำมาปักแจกัน วางแผนการทดลองแบบ 3×3 factorial in CRD มี 2 ปัจจัยคือ

ปัจจัยที่ 1 มี 3 ระดับคือ ความเข้มข้นของ 1-MCP ที่ 0, 250 และ 500 nLL<sup>-1</sup>

ปัจจัยที่ 2 มี 3 ระดับคือ เวลา 6, 12 และ 18 ชั่วโมง

โดยกำหนดให้ซ้ำละ 2 ดอก จำนวน 5 ซ้ำ แบ่งการทดลองออกเป็น 9 ทริตเมนต์ ดังนี้

ทริตเมนต์ ที่ 1 รม 1-MCP ที่ความเข้มข้น 0 nLL<sup>-1</sup> ระยะเวลา 6 ชั่วโมง

ทริตเมนต์ ที่ 2 รม 1-MCP ที่ความเข้มข้น 0 nLL<sup>-1</sup> ระยะเวลา 12 ชั่วโมง

ทริตเมนต์ที่ 3 รม 1-MCP ที่ความเข้มข้น 0 nLL<sup>-1</sup> ระยะเวลา 18 ชั่วโมง

ทริตเมนต์ ที่ 4 รม 1-MCP ที่ความเข้มข้น 250 nLL<sup>-1</sup> ระยะเวลา 6 ชั่วโมง

ทริตเมนต์ ที่ 5 รม 1-MCP ที่ความเข้มข้น 250 nLL<sup>-1</sup> ระยะเวลา 12 ชั่วโมง

ทริตเมนต์ ที่ 6 รม 1-MCP ที่ความเข้มข้น 250 nLL<sup>-1</sup> ระยะเวลา 18 ชั่วโมง

ทริตเมนต์ ที่ 7 รม 1-MCP ที่ความเข้มข้น 500 nLL<sup>-1</sup> ระยะเวลา 6 ชั่วโมง

ทริตเมนต์ ที่ 8 รม 1-MCP ที่ความเข้มข้น 500 nLL<sup>-1</sup> ระยะเวลา 12 ชั่วโมง

ทริตเมนต์ ที่ 9 รม 1-MCP ที่ความเข้มข้น 500 nLL<sup>-1</sup> ระยะเวลา 18 ชั่วโมง

### การทดลองที่ ๓ ศึกษาผลของสาร 1-MCP ร่วมกับสารละลายปักแจกันต่อคุณภาพของดอกกุหลาบขาวพันธุ์ไวท์คริสมาสต์

โดยเลือกความเข้มข้น และระยะเวลาการรมสาร 1-MCP จากการทดลองที่ ๒ ที่สามารถลดการเสื่อมสภาพ และสามารถยืดอายุดอกกุหลาบได้ดีที่สุด นำดอกกุหลาบขาวพันธุ์ไวท์คริสมาสต์ รมด้วยสาร 1-MCP ตามความเข้มข้น และระยะเวลาที่เหมาะสม จากนั้นนำมาปักแจกันในสารละลายต่างๆ ที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 70% วางแผนการทดลองแบบ 2×4 factorial in CRD มี 2 ปัจจัยคือ

ปัจจัยที่ 1 สาร 1-MCP มี 2 ระดับ คือ ไม่รมสาร และรมสาร 1-MCP

ปัจจัยที่ 2 สารละลาย มี 4 ระดับ คือ น้ำกลั่น สารละลายเคอร์คูมิน สารละลายเอทานอล และสารละลาย Floralife

การศึกษานี้แบ่งการทดลองออกเป็น 8 ทรีตเมนต์ จำนวน 5 ซ้ำต่อทรีตเมนต์ โดยกำหนดให้แต่ละซ้ำจะมีจำนวนดอกเท่ากับ 2 ดอก ดังนี้

ทรีตเมนต์ที่ 1 ไม่รม 1-MCP ปักแจกันในน้ำกลั่น

ทรีตเมนต์ที่ 2 ไม่รม 1-MCP ปักแจกันในสารละลายเคอร์คูมิน 0.015%+ชูโครส 5%

ทรีตเมนต์ที่ 3 ไม่รม 1-MCP ปักแจกันในสารละลายเอทานอล 5% + ชูโครส 5%

ทรีตเมนต์ที่ 4 ไม่รม 1-MCP ปักแจกันในสารละลาย Floralife 1%

ทรีตเมนต์ที่ 5 รม 1-MCP ปักแจกันในน้ำกลั่น

ทรีตเมนต์ที่ 6 รม 1-MCP ปักแจกันในสารละลายเคอร์คูมิน 0.015% +ชูโครส 5 %

ทรีตเมนต์ที่ 7 รม 1-MCP ปักแจกันในสารละลายเอทานอล 5%+ ชูโครส 5%

ทรีตเมนต์ที่ 8 รม 1-MCP ปักแจกันในสารละลาย Floralife 1%

บันทึกผลการทดลองที่ ๒ และ ๓ เช่นเดียวกับการทดลองที่ ๑

#### การวิเคราะห์ข้อมูล

นำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ค่าทางสถิติโดยวิธี Analysis of Variance (ANOVA) เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยแบบ Duncan' Multiple Range Test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

## ผลการทดลอง

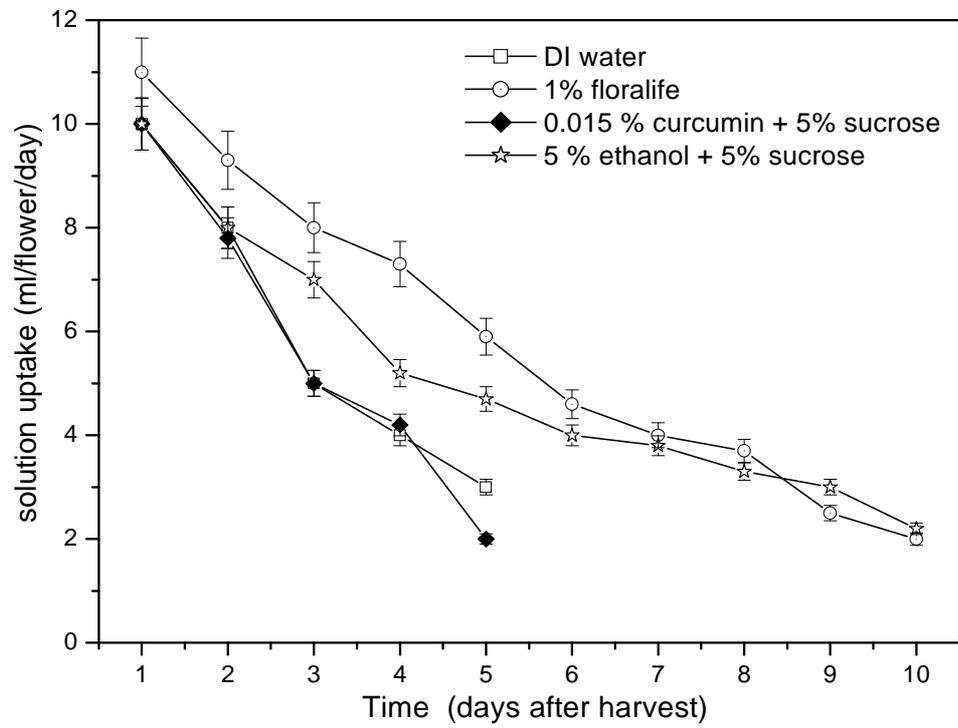
### การทดลองที่ ๑ ศึกษาอัตราการหายใจ และการผลิตเอทิลีนของดอกกุหลาบขาวพันธุ์ไวท์คริสมาสต์

#### อัตราการดูดน้ำ

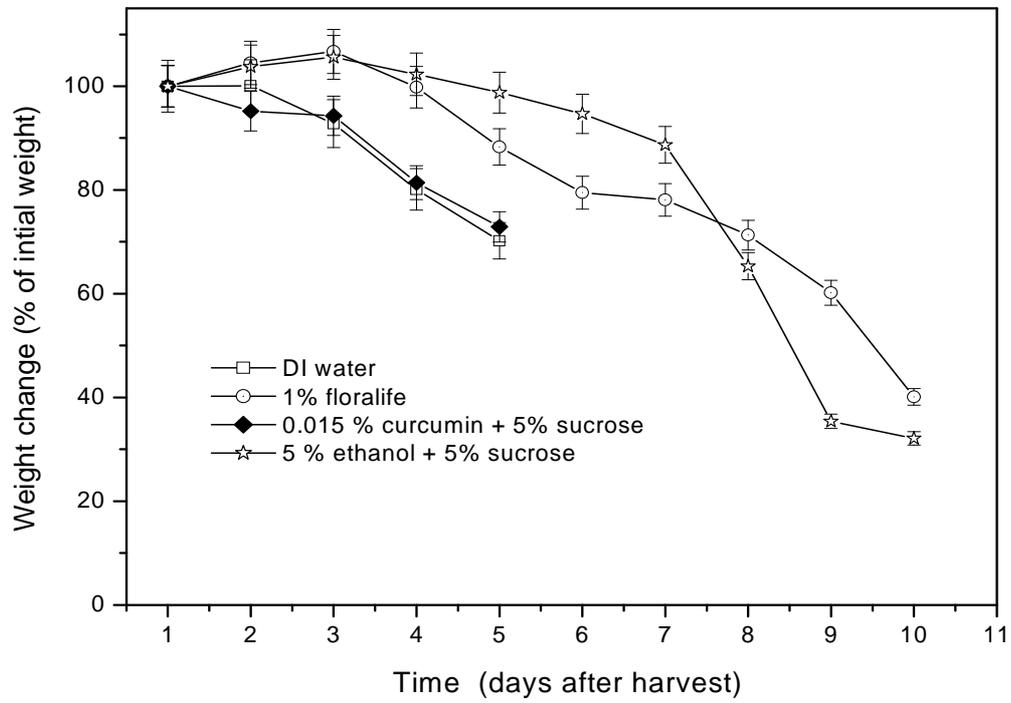
อัตราการดูดน้ำของดอกกุหลาบที่ปักแจกันในสารละลายชนิดต่างๆ มีค่าลดลงอย่างรวดเร็วและต่อเนื่องจนกระทั่งสิ้นอายุปักแจกัน โดยดอกกุหลาบที่ปักแจกันในน้ำกลั่น และสารละลายเคอร์คูมิน ความเข้มข้น 0.015% ร่วมกับสารละลายซูโครส 5% มีอัตราการดูดน้ำลดลงอย่างรวดเร็วจาก 10 มิลลิลิตรต่อดอกต่อวัน เป็น 3 และ 2 มิลลิลิตรต่อดอกต่อวัน ตามลำดับ ส่วนดอกกุหลาบที่ปักแจกันในสารละลายเอทานอล 5% ร่วมกับน้ำตาลซูโครส 5% มีอัตราการดูดน้ำลดลงอย่างรวดเร็วในช่วง 4 วันแรกของการปักแจกัน จาก 10 มิลลิลิตรต่อดอกต่อวัน เป็น 5.2 มิลลิลิตรต่อดอกต่อวัน จากนั้นอัตราการดูดน้ำลดลงอย่างต่อเนื่อง โดยมีอัตราการดูดน้ำในวันสุดท้ายของการปักแจกัน (วันที่ 10) เท่ากับ 3 มิลลิลิตรต่อดอกต่อวัน ขณะที่การปักแจกันในสารละลาย floralife ความเข้มข้น 1% พบว่ามีอัตราการดูดน้ำมากกว่าพรีติเมนต์อื่นๆ ในช่วง 6 วันแรกของการปักแจกัน โดยมีอัตราการดูดน้ำลดลงจาก 11 มิลลิลิตรต่อดอกต่อวัน ในวันที่ 1 ของการปักแจกัน เป็น 5.1 มิลลิลิตรต่อดอกต่อวันในวันที่ 6 และลดลงเป็น 2.8 มิลลิลิตรต่อดอกต่อวัน ในวันที่ 10 ของการปักแจกัน (ภาพที่ 1)

#### การเปลี่ยนแปลงน้ำหนักสด

ดอกกุหลาบที่ปักแจกันในน้ำกลั่นและสารละลายเคอร์คูมินความเข้มข้น 0.015% ร่วมกับน้ำตาลซูโครส 5% มีการเปลี่ยนแปลงน้ำหนักสดเร็วกว่าการปักแจกันในสารละลายชนิดอื่นๆ โดยในช่วง 3 วันแรกของการปักแจกัน พบว่ามีการเปลี่ยนแปลงน้ำหนักสดเพียงเล็กน้อย ซึ่งมีน้ำหนักสดคงอยู่มากกว่า 90% จากนั้นการเปลี่ยนแปลงน้ำหนักสดลดลงอย่างรวดเร็วจนกระทั่งสิ้นอายุปักแจกัน (ในวันที่ 5) โดยมีน้ำหนักสดคงอยู่ประมาณ 70% ในวันสุดท้ายของการปักแจกัน ส่วนดอกกุหลาบที่ปักแจกันในสารละลายเอทานอล 5% ร่วมกับน้ำตาลซูโครส 5% และสารละลาย floralife ความเข้มข้น 1% พบว่าไม่มีการเปลี่ยนแปลงน้ำหนักสดในช่วง 4 วันแรกของการปักแจกัน จากนั้นพบว่าดอกกุหลาบที่ปักแจกันในสารละลาย floralife ความเข้มข้น 1% มีอัตราการเปลี่ยนแปลงน้ำหนักสดตั้งแต่วันที่ 4 ถึงวันที่ 7 ลดลงมากกว่าการปักแจกันใน สารละลายเอทานอล 5% ร่วมกับน้ำตาลซูโครส 5% โดยมีน้ำหนักสดคงอยู่ประมาณ 80 และ 92% ตามลำดับ จากนั้นพบว่าดอกกุหลาบที่ปักแจกันในสารละลายเอทานอล 5% ร่วมกับน้ำตาลซูโครส 5% มีการเปลี่ยนแปลงน้ำหนักสดอย่างรวดเร็ว ในช่วงวันที่ 7-9 ของการปักแจกัน โดยมีน้ำหนักสดคงอยู่เท่ากับ 35% และมีน้ำหนักสดคงอยู่ประมาณ 30% ส่วนดอกกุหลาบที่ปักในสารละลาย floralife ความเข้มข้น 1% มีน้ำหนักสดลดลงอย่างต่อเนื่องจนกระทั่งวันที่ 10 ของการปักแจกัน โดยมีน้ำหนักสดคงอยู่เท่ากับ 40% (ภาพที่ 2)



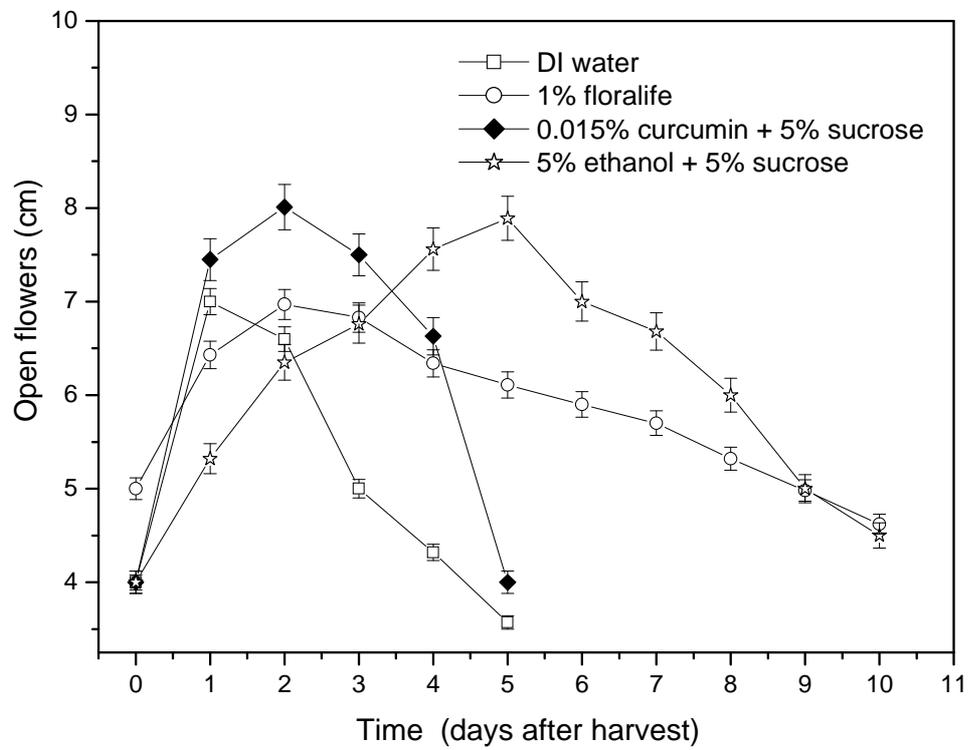
ภาพที่ 1 อัตราการดูดน้ำของดอกกุหลาบขาวตัดดอกพันธุ์ไวท์คริสมาสต์ที่ปักแจกันในสารละลายชนิดต่างๆ ตลอดอายุการปักแจกัน



ภาพที่ 2 การเปลี่ยนแปลงน้ำหนักสดของดอกกุหลาบขาวตัดดอกพันธุ์ไวท์คริสมาสต์  
ที่ปักแฉกในสารละลายชนิดต่างๆ ตลอดอายุการปักแฉก

### การบานของดอกกุหลาบ

ดอกกุหลาบที่ปักแจกันในน้ำกลั่น สารละลาย floralife ความเข้มข้น 1% และสารละลายเคอร์คูมิน 0.015% ร่วมกับน้ำตาลซูโครส 5% มีการบานเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วในวันแรก และสูงสุดในวันที่ 2 ของการปักแจกัน ส่วนดอกกุหลาบที่ปักแจกันในสารละลายเอทานอล 5% ร่วมกับน้ำตาลซูโครส 5% พบว่ามีการบานเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องจนถึงอายุปักแจกันในวันที่ 7 โดยมีการบานเพิ่มขึ้น 52.72% (3.70 เซนติเมตร) เมื่อเทียบกับการบานเมื่อเริ่มปักแจกัน ส่วนดอกกุหลาบที่ปักแจกันใน สารละลาย Floralife ความเข้มข้น 1% หรือสารละลายเคอร์คูมิน 0.015% ร่วมกับน้ำตาลซูโครส 5% มีการบานสูงสุดในวันที่ 2 ของการปักแจกัน โดยมีการบานเพิ่มขึ้น 26.36, 22.45 และ 21.30% หรือประมาณ 1.6 เซนติเมตร หลังจากนั้นการบานลดลงอย่างต่อเนื่องจนถึงอายุการปักแจกัน สำหรับการปักแจกันใน สารละลายเคอร์คูมิน 0.015% ร่วมกับน้ำตาลซูโครส 5% พบว่าดอกกุหลาบสิ้นอายุปักแจกันในวันที่ 5 โดยมีการบานมากกว่าเริ่มต้น 20.73% (1.5 เซนติเมตร) ส่วนดอกกุหลาบที่ปักแจกันในน้ำกลั่น มีการบานเพิ่มขึ้นในวันที่ 1 ของการปักแจกัน 26.97% (1.7 เซนติเมตร) และบานเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องจนถึงสุดอายุปักแจกันในวันที่ 3 โดยมีการบานเพิ่มขึ้นเท่ากับ 31.69 % (1.9 เซนติเมตร) (ภาพที่ 3)



ภาพที่ 3 การบานของดอกกุหลาบขาวตัดดอกพันธุ์ไวท์คริสมาสต์ที่ปักแจกันในสารละลายชนิดต่างๆ ตลอดอายุการปักแจกัน

### การเปลี่ยนแปลงสีกลีบดอก

กุหลาบสีขาวที่ปักแจกันในสารละลาย Floralife ความเข้มข้น 1% สารละลายเอทานอล 5% ร่วมกับน้ำตาลซูโครส 5% มีค่าความสว่าง (ค่า L) ของกลีบดอกในช่วง 4 วันแรก ของการปักแจกันเท่ากับ 93.01 จากนั้นลดลงเล็กน้อยในวันที่ 5 โดยมีค่าเท่ากับ 92.52 และคงที่จนถึงสิ้นสุดอายุการปักแจกัน ซึ่งไม่แตกต่างกันทางสถิติตลอดอายุการปักแจกัน ส่วนดอกกุหลาบที่ปักแจกันในสารละลายเคอร์คูมิน 0.015 เปอร์เซ็นต์ ร่วมกับน้ำตาลซูโครส 5 เปอร์เซ็นต์ มีค่า L ลดลง จนถึงสิ้นสุดอายุการปักแจกันเท่ากับ 83.25 (ตารางที่ 1)

สำหรับการเปลี่ยนแปลงค่า a พบว่าดอกกุหลาบที่ปักแจกันในสารละลาย Floralife ความเข้มข้น 1% หรือ สารละลายเอทานอล 5% ร่วมกับน้ำตาลซูโครส 5% มีค่า a ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ส่วนดอกกุหลาบที่ปักแจกันในสารละลายเคอร์คูมิน 0.015% ร่วมกับน้ำตาลซูโครส 5% หรือปักแจกันในน้ำกลั่น มีค่า a ตลอดอายุการปักแจกันประมาณ -0.4 (ตารางที่ 2)

สำหรับค่า b ในทุกทริทเมนต์ ในช่วง 2 วันแรกของการปักแจกันมีค่าเท่ากับ 1.03 ขณะที่ปักแจกัน ในสารละลาย Floralife ความเข้มข้น 1% สารละลายเอทานอล 5% ร่วมกับน้ำตาลซูโครส 5% มีค่า b คงที่จนกระทั่งวันที่ 4 ของการปักแจกัน จากนั้นลดลงเล็กน้อยในวันที่ 5 และต่อเนื่องจนถึงอายุการปักแจกัน โดยมีค่าเท่ากับ 0.85 ส่วนดอกกุหลาบที่ปักแจกันในสารละลายเคอร์คูมิน 0.015 เปอร์เซ็นต์ ร่วมกับน้ำตาลซูโครส 5 เปอร์เซ็นต์ มีค่า b ในช่วง 3 วันแรก เท่ากับ 1.03 จากวันเริ่มปักแจกัน และลดลงเล็กน้อยในวันที่ 4 เท่ากับ 0.85 (ตารางที่ 3)

ตารางที่ 1 การเปลี่ยนแปลงค่าความสว่าง (L) ของสีกลีบดอกกุหลาบขาวพันธุ์ไวท์คริสมาสต์ หลังจากปักแจกันในสารละลายต่างๆ กัน

Treatments	Change in L value of sepal color during vase life							
	Days in vase life							
	0	1	2	3	4	5	6	7
Distilled water	93.01	93.01	93.01	92.52	-	-	-	-
1% Floralife	93.01	93.01	93.01	93.01	93.01	92.52	92.52	92.52
0.015% Curcumin+% Sucrose	93.01	93.01	93.01	92.52	92.52	92.52	-	-
5% Ethanol + 5% Sucrose	93.01	93.01	93.01	93.01	93.01	92.52	92.52	92.52
<i>F</i> -test	na	na	na	na	na	na	na	na

na = not analyzed

ตารางที่ 2 การเปลี่ยนแปลงค่าสีแดง a (+) และสีเขียว a (-) ของสีกลีบดอกกุหลาบขาวพันธุ์ไวท์คริสมาสต์ หลังจากปักแจกันในสารละลายต่างๆ กัน

Treatments	Change in a value of sepal color during vase life							
	Days in vase life							
	0	1	2	3	4	5	6	7
Distilled water	-0.39	-0.39	-0.39	-0.40	-	-	-	-
1% Floralife	-0.39	-0.39	-0.39	-0.39	-0.40	-0.40	-0.40	-0.40
0.015% Curcumin+% Sucrose	-0.39	-0.39	-0.39	-0.40	-0.40	-0.40	-	-
5% Ethanol + 5% Sucrose	-0.39	-0.39	-0.39	-0.39	-0.39	-0.40	-0.40	-0.40
<i>F</i> -test	na	na	na	na	na	na	na	na

na = not analyzed

ตารางที่ 3 การเปลี่ยนแปลงค่าสีเหลือง b (+) และสีน้ำเงิน b (-) ของสีกลีบดอกกุหลาบขาวพันธุ์ไวก์คริสมาสต์ หลังจากปักแจกันในสารละลายต่างๆ กัน

Treatments	Change in b value of sepal color during vase life							
	Days in vase life							
	0	1	2	3	4	5	6	7
Distilled water	1.03	1.03	1.03	0.85	-	-	-	-
1% Floralife	1.03	1.03	1.03	1.03	0.85	0.85	0.85	0.85
0.015% Curcumin+% Sucrose	1.03	1.03	1.03	0.85	0.85	0.85	-	-
5% Ethanol + 5% Sucrose	1.03	1.03	1.03	1.03	1.03	0.85	0.85	0.85
<i>F</i> -test	na	na	na	na	na	na	na	na

na= ไม่วิเคราะห์ทางสถิติ

### อายุการปักแฉก

ดอกกุหลาบเมื่อปักแฉกในเอทานอล 5% ร่วมกับ น้ำตาลซูโครส 5% และสารละลาย Floralife 1% มีอายุการปักแฉกนาน 9.9 และ 9.7 วัน โดยไม่มีความแตกต่างทางสถิติ ส่วนดอกกุหลาบที่ปักแฉกในสารละลายเคอร์คูมิน 0.015% ร่วมกับน้ำตาลซูโครส 5% มีอายุการปักแฉกนาน 7.8 วัน ซึ่งทริทเมนต์ที่มีการใช้สารละลายปักแฉกมีอายุการปักแฉกมากกว่าการปักแฉกในน้ำกลั่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยดอกกุหลาบที่ปักแฉกในน้ำกลั่นมีอายุการปักแฉก 5 วัน (ตารางที่ 4)

ตารางที่ 4 อายุการปักแฉกของดอกกุหลาบขาวพันธุ์ไวท์คริสมาสต์ ในสารละลายชนิดต่างๆ จนกระทั่งดอกเกิดการเสื่อมสภาพมากกว่า 50% เป็นวันสิ้นอายุปักแฉก

วิธีการ	อายุปักแฉก (วัน)
น้ำกลั่น	5c <sup>1/</sup>
สารละลาย floralife 1%	9.7a
สารละลายเคอร์คูมิน 0.015% + น้ำตาลซูโครส 5%	7.8b
สารละลายเอทานอล 5% + น้ำตาลซูโครส 5%	9.9a
F-test	*

<sup>1/</sup> = ตัวเลขที่ตามด้วยตัวอักษรภาษาอังกฤษที่เหมือนกันในคอลัมน์เดียวกัน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ โดยเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยด้วยวิธี DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

\* = มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

### จำนวนประชากรจุลินทรีย์ในสารละลายปักแจกัน

จำนวนประชากรจุลินทรีย์บนจานเพาะเชื้อ จากสารละลายปักแจกันที่มีสารละลายเคอร์คูมิน 0.015% ร่วมกับสารละลายชูโครส 5% มีจำนวนน้อยที่สุด  $26 \times 10^{-6}$  โคโลนีต่อน้ำ 50 มิลลิลิตรในวันที่ 10 ส่วนปริมาณ จุลินทรีย์ในสารละลายปักแจกันที่มีสารละลายเอทานอล 5% ร่วมกับน้ำตาลชูโครส 5% และสารละลาย Floralife 1% มีจำนวนประชากรจุลินทรีย์เท่ากับ  $80 \times 10^{-6}$  และ  $64 \times 10^{-6}$  โคโลนีต่อน้ำ 50 มิลลิลิตร ตามลำดับ ส่วนการปักแจกันในน้ำกลั่น พบว่ามีจำนวนประชากรจุลินทรีย์ประมาณ  $30 \times 10^{-6}$  โคโลนีต่อน้ำ 50 มิลลิลิตร ในวันที่ 5 -10 ของการปักแจกัน (ตารางที่ 5)

ตารางที่ 5 จำนวนประชากรจุลินทรีย์ในสารละลายปักแจกันชนิดต่างๆ ของดอกกุหลาบขาวพันธุ์ ไวท์คริสมาสต์

วิธีการ	ปริมาณจุลินทรีย์บนจานเพาะ ( $10^{-6}$ โคโลนีต่อน้ำ 50 มิลลิลิตร)		
	วันที่ 0	วันที่ 5	วันที่ 10
น้ำกลั่น	0	30	31
สารละลาย floralife 1%	0	3	64
สารละลายเคอร์คูมิน 0.015% + น้ำตาลชูโครส 5%	0	42	26
สารละลายเอทานอล 5% + น้ำตาลชูโครส 5%	0	24	80

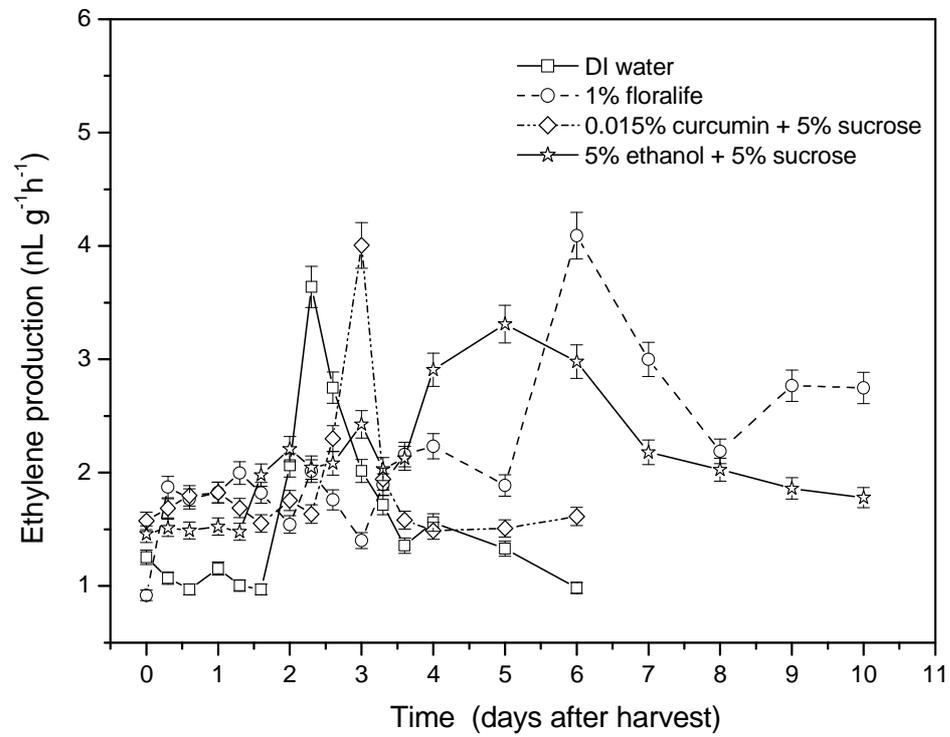
### อัตราการผลิตเอทิลีน

ดอกกุหลาบที่ปักแจกันในน้ำกลั่น และสารละลาย Floralife ความเข้มข้น 1% มีการผลิตเอทิลีนเพิ่มขึ้นในวันที่ 3 และมีการผลิตเอทิลีนเพิ่มขึ้นสูงสุดในวันที่ 4 เท่ากับ 2.46 และ 3.04  $\text{nLC}_2\text{H}_4 \text{ g}^{-1} \text{ h}^{-1}$  ส่วนดอกกุหลาบที่ปักแจกันในสารละลายเอทานอล ความเข้มข้น 5% ร่วมกับน้ำตาลซูโครส ความเข้มข้น 5% มีการผลิตเอทิลีนเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องและสูงสุดในวันที่ 6 ของการปักแจกัน โดยมีค่าเท่ากับ 6.49  $\text{nLC}_2\text{H}_4 \text{ g}^{-1} \text{ h}^{-1}$  จากนั้นมีค่าลดลงอย่างต่อเนื่องจนสิ้นอายุปักแจกัน โดยมีค่าเท่ากับ 1.7  $\text{nLC}_2\text{H}_4 \text{ g}^{-1} \text{ h}^{-1}$  ขณะที่ดอกกุหลาบที่ปักแจกันในสารละลายเคอร์คูมิน ความเข้มข้น 0.015% ร่วมกับน้ำตาลซูโครส ความเข้มข้น 5% มีการผลิตเอทิลีนเพิ่มขึ้นสูงสุดในวันที่ 3 เท่ากับ 3.85  $\text{nLC}_2\text{H}_4 \text{ g}^{-1} \text{ h}^{-1}$  จากนั้นมีค่าลดลง โดยมีค่าเท่ากับ 1.52  $\text{nLC}_2\text{H}_4 \text{ g}^{-1} \text{ h}^{-1}$  ในวันสุดท้ายของการปักแจกัน (ภาพที่ 4)

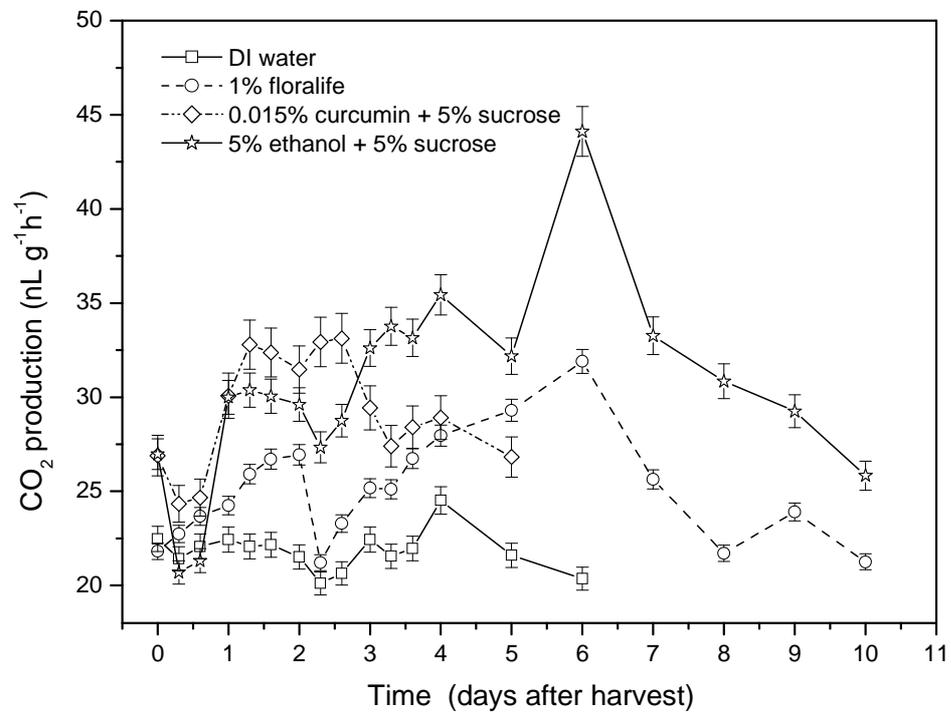
### อัตราการหายใจ

ดอกกุหลาบที่ปักแจกันในทุกทริทเมนต์มีอัตราการหายใจในช่วงวันแรก ประมาณ 20-30  $\text{mg CO}_2 \text{ g}^{-1} \text{ h}^{-1}$  โดยกุหลาบที่ปักแจกันในน้ำกลั่น มีอัตราการหายใจคงที่ในช่วง 3 วันแรก และเพิ่มขึ้นสูงสุดในวันที่ 4 เท่ากับ 45.42  $\text{mg CO}_2 \text{ g}^{-1} \text{ h}^{-1}$  จากนั้นลดลงในวันที่ 5 และลดลงอย่างต่อเนื่องจนสิ้นอายุปักแจกัน โดยมีอัตราการหายใจ เท่ากับ 21  $\text{mg CO}_2 \text{ g}^{-1} \text{ h}^{-1}$  สำหรับดอกกุหลาบที่ปักแจกันใน สารละลาย Floralife ความเข้มข้น 1% มีอัตราการหายใจเพิ่มขึ้นในช่วง 2 วันแรก และเพิ่มขึ้นต่อเนื่องจนมีค่าสูงสุดในวันที่ 6 ของการปักแจกัน โดยมีค่าเท่ากับ 31.8  $\text{mg CO}_2 \text{ g}^{-1} \text{ h}^{-1}$  จากนั้นมีอัตราการหายใจลดลงจนสิ้นอายุปักแจกัน โดยมีอัตราการหายใจเท่ากับ 22  $\text{mg CO}_2 \text{ g}^{-1} \text{ h}^{-1}$  ส่วนดอกกุหลาบที่ปักแจกันในสารละลาย เคอร์คูมิน ความเข้มข้น 0.015% ร่วมกับน้ำตาลซูโครสความเข้มข้น 5% มีอัตราการหายใจเพิ่มขึ้นในวันแรก และคงที่จนกระทั่งวันที่ 3 โดยมีค่าเท่ากับ 32  $\text{mg CO}_2 \text{ g}^{-1} \text{ h}^{-1}$  จากนั้นมีค่าลดลงจนสิ้นอายุปักแจกัน

ส่วนดอกกุหลาบที่ปักแจกันในสารละลายเอทานอล 5% ร่วมกับน้ำตาลซูโครส 5% มีอัตราการหายใจเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วในช่วง 3 วันแรก จากนั้นเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง โดยมีอัตราการหายใจสูงสุดในวันที่ 6 ของการปักแจกันเท่ากับ 68.17  $\text{mg CO}_2 \text{ g}^{-1} \text{ h}^{-1}$  ก่อนที่จะลดลงเป็น 49.90  $\text{mg CO}_2 \text{ g}^{-1} \text{ h}^{-1}$  ในวันสิ้นอายุการปักแจกัน (ภาพที่ 5)



ภาพที่ 4 อัตราการผลิตเอทิลีนของดอกกุหลาบขาวพันธุ์ไวท์คริสมาสต์ที่ปักแจกันในสารละลายชนิดต่างๆ ตลอดอายุการปักแจกัน



ภาพที่ 5 อัตราการหายใจของดอกกุหลาบขาวพันธุ์ไวท์คริสมาสต์ที่ปักแจกันในสารละลายชนิดต่างๆ ตลอดอายุการปักแจกัน



ภาพที่ 6 ดอกกุหลาบขาวพันธุ์ไวท์คริสมาสต์ ก่อนปักแจกัน และลักษณะดอก ณ วันสิ้นอายุปักแจกัน หลังจากปักในสารละลายชนิดต่างๆ

## การทดลองที่ ๒ ศึกษาระดับความเข้มข้น และระยะเวลาที่เหมาะสมในการรมสาร 1-MCP ต่อการเสื่อมสภาพของดอกกุหลาบขาวพันธุ์ไวท์คริสมาสต์

### การบานของดอกกุหลาบ

ดอกกุหลาบเมื่อนำมารม 1-MCP ความเข้มข้น 0, 250 และ 500 nLL<sup>-1</sup> ระยะเวลา 6 ชั่วโมง และนำมาปักแจกันในน้ำกลั่น พบว่ามีการบานของดอกในวันแรกเท่ากับ 1.0, 1.0 และ 1.1 เซนติเมตร ตามลำดับ จากนั้นการบานลดลงในทุกทริตเมนต์จนกระทั่งสิ้นสุดอายุการปักแจกันในวันที่ 5 โดยมีการบานเท่ากับ 18.80, -20.07 และ 13.16% (1.7, -1.3 และ 0.3 เซนติเมตร) ตามลำดับ (ภาพที่ 7a)

สำหรับดอกที่รม 1-MCP ที่ความเข้มข้น 0, 250 และ 500 nLL<sup>-1</sup> ระยะเวลา 12 ชั่วโมง พบว่าในวันแรกมีการบานเพิ่มขึ้น 16.55, 25.14 และ 24.24% (0.8, 1.5 และ 1.5 เซนติเมตร) ตามลำดับ และคงที่จนกระทั่งวันที่ 4 ของการปักแจกัน จากนั้นการบานลดลงอย่างต่อเนื่องจนกระทั่งสิ้นสุดอายุการปักแจกันในวันที่ 5, 5 และ 6 ตามลำดับ โดยมีการบาน 5.08, -4.44 และ 15.30% (0.6, 0.5 และ 1.2 เซนติเมตร) ตามลำดับ (ภาพที่ 7b) ส่วนดอกที่รม 1-MCP ความเข้มข้น 0, 250 และ 500 nLL<sup>-1</sup> ระยะเวลา 18 ชั่วโมง มีการบานเพิ่มขึ้นในวันแรกเท่ากับ 20.23, 21.88 และ 22.40% (0.8, 0.8 และ 1.4 เซนติเมตร) ตามลำดับ จากนั้นดอกที่รม 1-MCP ที่ความเข้มข้น 250 และ 500 nLL<sup>-1</sup> ระยะเวลา 18 ชั่วโมง พบว่าบานเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องจนกระทั่งสูงสุดในวันที่ 3 ประมาณ 25.95 และ 26.86% (1.5 และ 1.8 เซนติเมตร) ตามลำดับ และบานลดลงจนวันสิ้นสุดอายุปักแจกันในวันที่ 5 มีค่าการบานเท่ากับ 16.94 และ 22.21% (1.3 และ 1.3 เซนติเมตร) ตามลำดับ ส่วนดอกที่ไม่ได้รม 1-MCP มีการบานเพิ่มขึ้นต่อเนื่องจนสิ้นสุดอายุปักแจกันในวันที่ 5 โดยมีการบานเพิ่มขึ้น 27.41% (1.3 เซนติเมตร) (ภาพที่ 7c)

### อัตราการดูดน้ำ

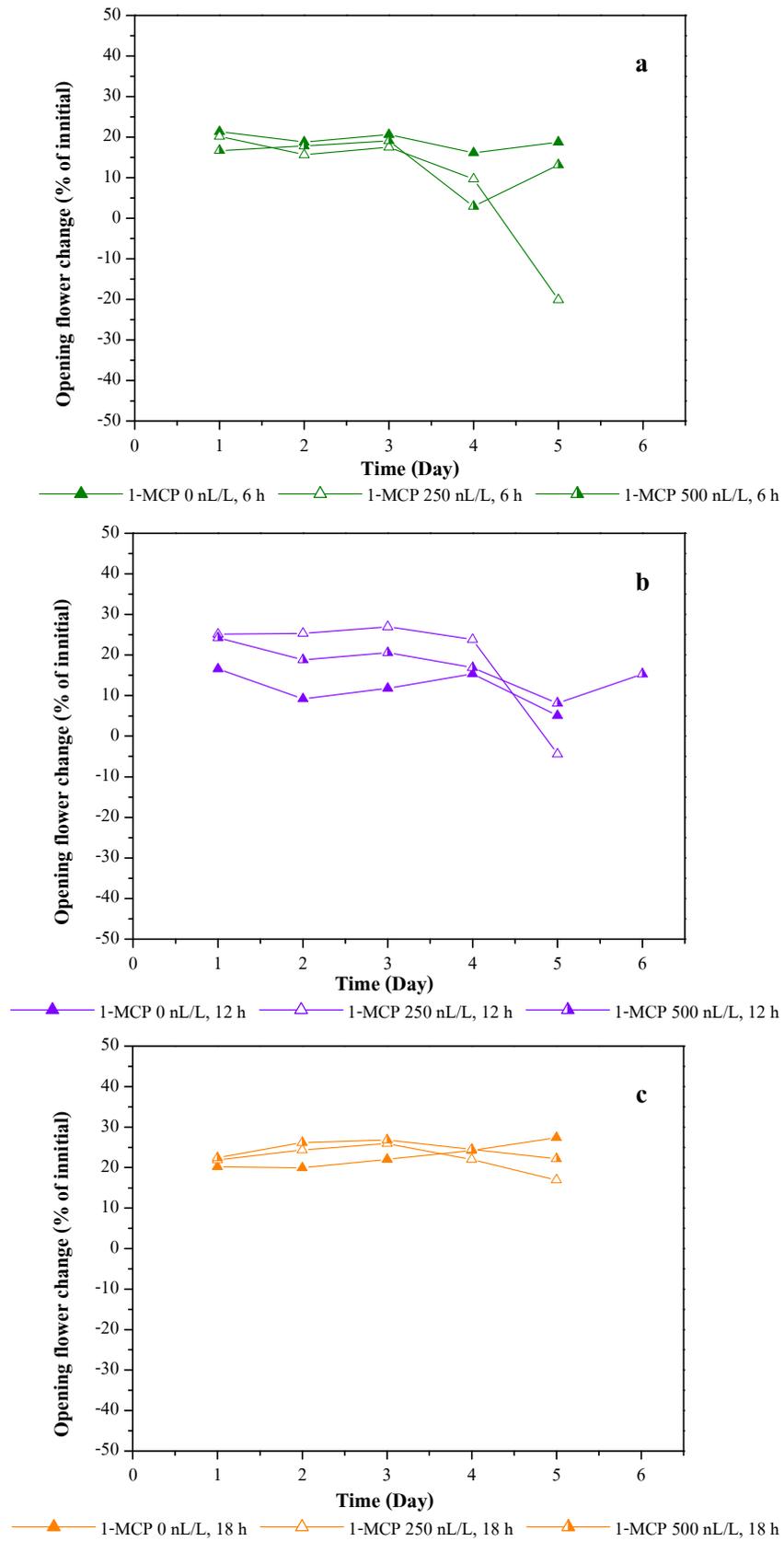
ดอกกุหลาบที่รมสาร 1-MCP ที่ความเข้มข้นต่างกัน และระยะเวลาที่ต่างกัน จากนั้นนำมาปักแจกันในน้ำกลั่น พบว่าในทุกทริตเมนต์มีอัตราการดูดน้ำในวันแรก ประมาณ 6-8 มิลลิลิตรต่อดอกต่อวัน หลังจากนั้นอัตราการดูดน้ำลดลงอย่างต่อเนื่องจนสิ้นสุดอายุการปักแจกัน โดยพบว่า ดอกกุหลาบที่ไม่ได้รม 1-MCP มีอัตราการดูดน้ำมากกว่าดอกกุหลาบที่รม 1-MCP ความเข้มข้น 250 และ 500 nLL<sup>-1</sup> เป็นระยะเวลา 6 ชั่วโมง ในช่วง 3 วันแรก โดยในดอกกุหลาบที่ไม่ได้รมมีอัตราการดูดน้ำในวันที่ 1 เท่ากับ 7.7 มิลลิลิตรต่อดอกต่อวัน ขณะที่ดอกกุหลาบที่รม 1-MCP ความเข้มข้น 250 และ 500 nLL<sup>-1</sup> มีอัตราการดูดน้ำเท่ากับ 6.3 และ 6.8 มิลลิลิตรต่อดอกต่อวัน ตามลำดับ หลังจากนั้นอัตราการดูดน้ำลดลงอย่างต่อเนื่องจนสิ้นสุดอายุการปักแจกันในวันที่ 5 ในดอกกุหลาบที่ไม่ได้รมมีอัตราการดูดน้ำเท่ากับ 2.4 มิลลิลิตรต่อดอกต่อวัน ส่วนดอกกุหลาบที่รม 1-MCP ความเข้มข้น 250 และ 500 nLL<sup>-1</sup> มีค่าเท่ากับ 2.1 และ 2.2 มิลลิลิตรต่อดอกต่อวัน ตามลำดับ (ภาพที่ 8a) เช่นเดียวกับดอกกุหลาบที่รมด้วย 1-MCP ที่ความเข้มข้น 0, 250 และ 500 nLL<sup>-1</sup> ระยะเวลา 12 ชั่วโมง มีอัตราการดูดน้ำในวันแรกของการปักแจกันเท่ากับ

7.7, 6.5 และ 8.4 มิลลิลิตรต่อดอกต่อวัน ตามลำดับ โดยดอกกุหลาบที่รมด้วย 1-MCP ความเข้มข้น 500  $\text{nLL}^{-1}$  มีอัตราการคุดน้ำในช่วง 3 วันแรกมากกว่าดอกกุหลาบที่ไม่ได้รม และที่รมด้วย 1-MCP ความเข้มข้น 250  $\text{nLL}^{-1}$  หลังจากนั้นอัตราการคุดน้ำลดลงอย่างต่อเนื่องจนถึงอายุการปักแจกันวันที่ 5 โดยในดอกกุหลาบที่ไม่ได้รมและรม 1-MCP ที่ความเข้มข้น 250  $\text{nLL}^{-1}$  มีอัตราการคุดน้ำเท่ากับ 2.8 และ 2.3 มิลลิลิตรต่อดอกต่อวัน ตามลำดับ ส่วนดอกกุหลาบที่รม 1-MCP ที่ความเข้มข้น 500  $\text{nLL}^{-1}$  ซึ่งสิ้นอายุปักแจกันในวันที่ 6 โดยมีอัตราการคุดน้ำเท่ากับ 2.1 มิลลิลิตรต่อดอกต่อวัน (ภาพที่ 8b) และสำหรับดอกกุหลาบที่รม 1-MCP ความเข้มข้น 250 และ 500  $\text{nL/l}$  ระยะเวลา 18 ชั่วโมง มีอัตราการคุดน้ำมากกว่าดอกกุหลาบที่ไม่ได้รมสารในช่วง 3 วันแรก โดยมีอัตราการคุดน้ำในวันที่ 3 เท่ากับ 4.1 และ 4.3 มิลลิลิตรต่อดอกต่อวัน ตามลำดับ ขณะที่ดอกที่ไม่ได้รมมีอัตราการคุดน้ำเท่ากับ 3.3 มิลลิลิตรต่อดอกต่อวัน หลังจากนั้นอัตราการคุดน้ำลดลงอย่างต่อเนื่องจนถึงอายุการปักแจกันในวันที่ 5 มีค่าเท่ากับ 2.6 และ 2.5 มิลลิลิตรต่อดอกต่อวัน ซึ่งมีอัตราการคุดน้ำน้อยกว่าดอกกุหลาบที่ไม่ได้รมเท่ากับ 2.8 มิลลิลิตรต่อดอกต่อวัน ตามลำดับ (ภาพที่ 8c)

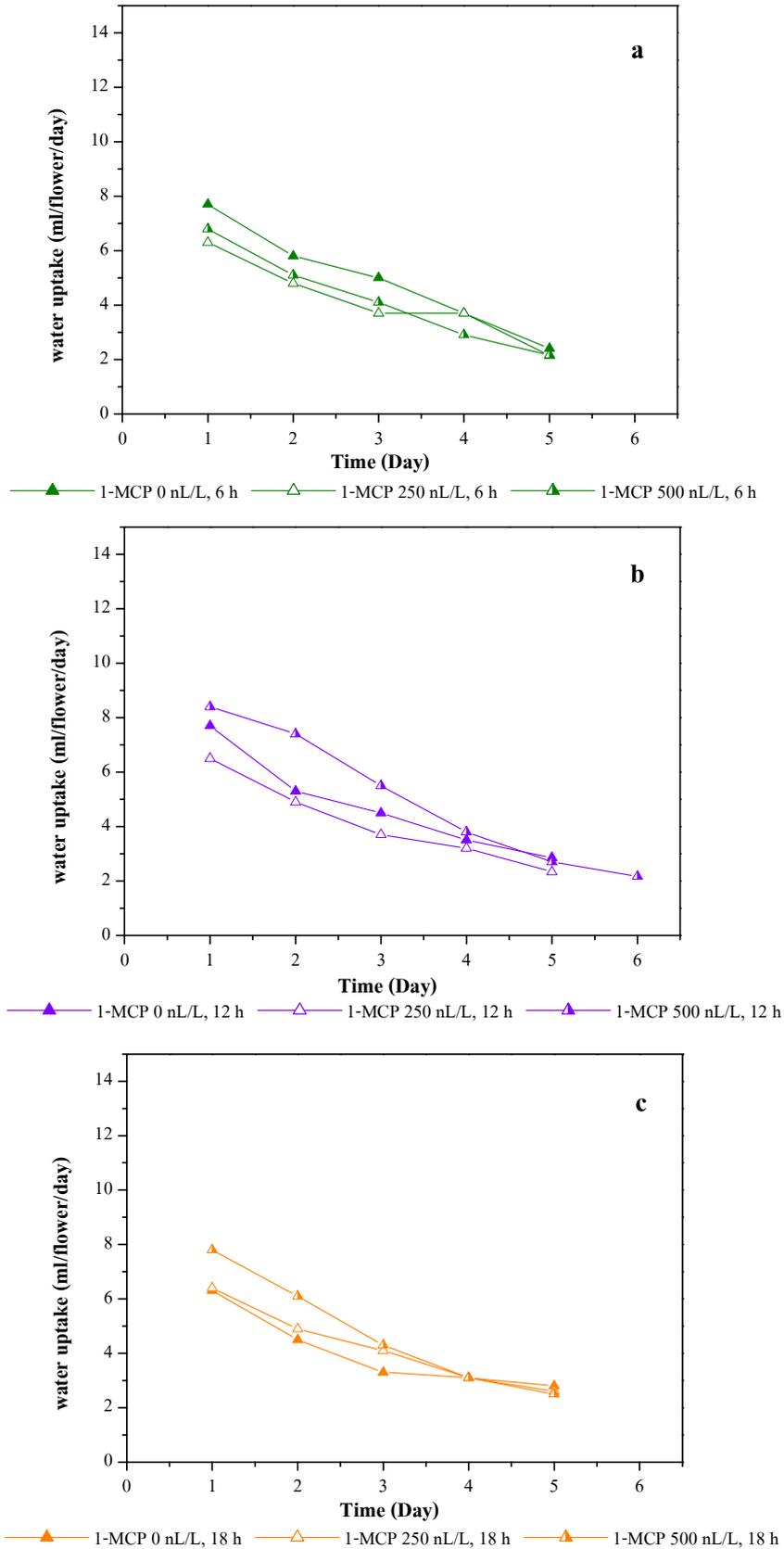
#### การเปลี่ยนแปลงน้ำหนักสด

ดอกกุหลาบที่รม 1-MCP ความเข้มข้น 0, 250 และ 500  $\text{nLL}^{-1}$  ระยะเวลา 6 ชั่วโมง มีการลดลงของน้ำหนักสดอย่างต่อเนื่องจนถึงอายุการปักแจกัน โดยมีน้ำหนักสดคงอยู่ เท่ากับ 76.8, 65.5 และ 67.2% ตามลำดับ แต่การลดลงของน้ำหนักสดไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (ภาพที่ 9a) ขณะที่การรมด้วย 1-MCP ความเข้มข้น 500  $\text{nLL}^{-1}$  ระยะเวลา 12 ชั่วโมง สิ้นอายุปักแจกันในวันที่ 6 โดยมีน้ำหนักสดคงเหลือเท่ากับ 61.30% ส่วนดอกที่รมด้วย 1-MCP ความเข้มข้น 0 และ 250  $\text{nLL}^{-1}$  ระยะเวลา 12 ชั่วโมง สิ้นอายุปักแจกันในวันที่ 5 โดยมีน้ำหนักสดคงอยู่เท่ากับ 77.1 และ 72.2 % แต่ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติระหว่างการรมสาร 1-MCP ทั้งสามระดับ (ภาพที่ 9b)

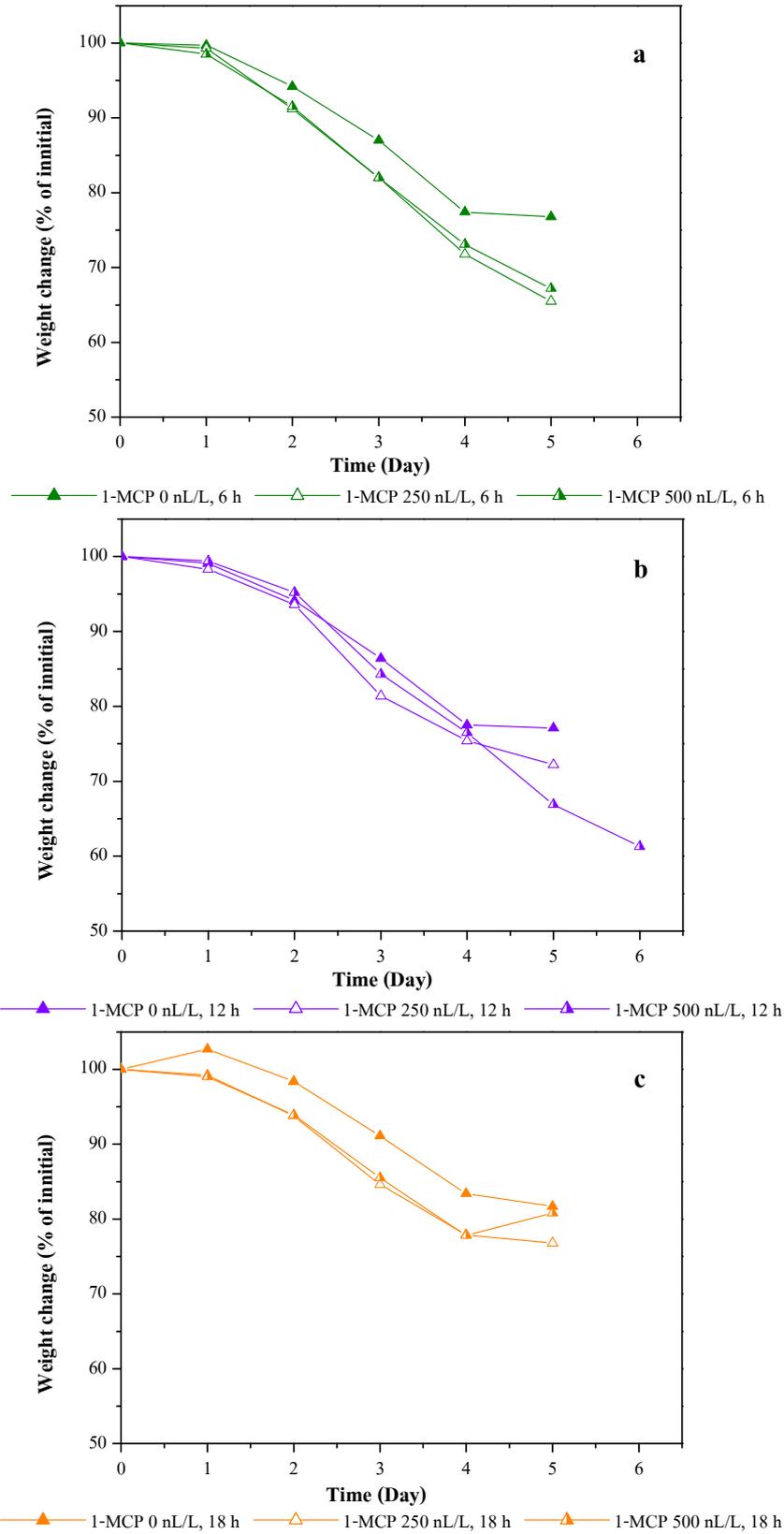
ส่วนดอกกุหลาบที่รม 1-MCP ความเข้มข้น 0  $\text{nLL}^{-1}$  ระยะเวลา 18 ชั่วโมง มีน้ำหนักสดคงที่ถึงวันที่ 2 จากนั้นลดลงอย่างต่อเนื่อง จนถึงอายุการปักแจกันในวันที่ 5 มีน้ำหนักสดคงอยู่เท่ากับ 81.7% ส่วนดอกกุหลาบที่รม 1-MCP ความเข้มข้น 250 และ 500  $\text{nLL}^{-1}$  ระยะเวลา 18 ชั่วโมง มีน้ำหนักสดคงที่ในวันแรก และมีการเปลี่ยนแปลงน้ำหนักสดลดลงอย่างต่อเนื่องโดยลดลงเร็วกว่าดอกที่ไม่ได้รม โดยสิ้นอายุการปักแจกันในวันที่ 5 โดยมีน้ำหนักสดคงอยู่เท่ากับ 76.8 และ 80.8% ตามลำดับ ซึ่งการลดลงของน้ำหนักสดไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (ภาพที่ 9c)



ภาพที่ 7 การบานของดอกกุหลาบขาวพันธุ์ไวท์คริสมาสต์ ที่รม 1-MCP ที่ความเข้มข้น 0, 250 และ 500 nL/l ระยะเวลา 6 ชั่วโมง (a) ระยะเวลา 12 ชั่วโมง (b) ระยะเวลา 18 ชั่วโมง (c) หลังจากปักแจกัน ในน้ำกลั่นเป็นเวลา 7 วัน



ภาพที่ 8 อัตราการดูดน้ำของดอกกุหลาบขาวพันธุ์ไวท์คริสมาสต์ ที่รม 1-MCP ที่ความเข้มข้น 0, 250 และ 500 nL/l ระยะเวลา 6 ชั่วโมง (a) ระยะเวลา 12 ชั่วโมง (b) ระยะเวลา 18 ชั่วโมง (c) หลังจากปักแจกันในน้ำกลั่นเป็นเวลา 6 วัน



ภาพที่ 9 การเปลี่ยนแปลงน้ำหนักสดของดอกกุหลาบขาวพันธุ์ไวท์คริสมาสต์ที่รม 1-MCP ที่ความเข้มข้น 0, 250 และ 500 nL/l ระยะเวลา 6 ชั่วโมง (a) ระยะเวลา 12 ชั่วโมง (b) ระยะเวลา 18 (c) หลังจากปักแจกันในน้ำกลั่นเป็นเวลา 6 วัน

### การเปลี่ยนแปลงสีของดอกกุหลาบ

กุหลาบสีขาว มีค่าความสว่าง (ค่า L) ในวันเริ่มทำการทดลองประมาณ 93.01 และมีค่าคงที่ในช่วง 3 วันแรกของการปักแจกัน จากนั้นมีค่าลดลงอย่างต่อเนื่องจนกระทั่งสิ้นสุดอายุปักแจกัน โดยมีค่า L เท่ากับ 92.52 ขณะที่ทริทเมนต์ที่รมสาร 1-MCP ความเข้มข้น 500 nLL<sup>-1</sup> นาน 12 ชั่วโมง มีอายุปักแจกัน 6 วัน โดยมีค่า L ในวันสุดท้ายของการปักแจกันเท่ากับ 83.25 (ตารางที่ 6) ส่วนเปลี่ยนแปลงค่า a พบว่ามีค่าค่อนข้างคงที่ในช่วง 4 วันแรก โดยมีค่า -0.4 จากนั้นมีค่าเพิ่มขึ้นในวันสุดท้ายของการปักแจกันในทริทเมนต์ที่รมสาร 1-MCP ความเข้มข้น 250 nLL<sup>-1</sup> นาน 18 ชั่วโมง และความเข้มข้น 500 nLL<sup>-1</sup> นาน 6 และ 18 ชั่วโมง โดยมีค่าเท่ากับ 0.33 (ตารางที่ 7)

สำหรับการเปลี่ยนแปลงค่า b พบว่ามีค่าเริ่มต้นเท่ากับ 1.03 และลดลงเล็กน้อยในวันที่ 3 เป็น 0.85 และมีค่าเพิ่มขึ้นในทริทเมนต์ที่รมสาร 1-MCP ความเข้มข้น 250 nLL<sup>-1</sup> นาน 18 ชั่วโมง และความเข้มข้น 500 nLL<sup>-1</sup> นาน 6 และ 18 ชั่วโมง ในวันที่ 5 ของการปักแจกัน เป็น 1.28 (ตารางที่ 8)

ตารางที่ 6 การเปลี่ยนแปลงค่าความสว่าง (L) ของสีกลีบดอกกุหลาบขาวพันธุ์ไวท์คริสมาสต์ หลังจากปักแจกันในน้ำกลั่นเป็นเวลา 6 วัน

Treatments	Change in petal color (L value) of cut rose flower during vase life						
	Days in vase life						
	0	1	2	3	4	5	6
1-MCP 0 nl/l, 6 h	93.01	93.01	93.01	92.52	92.52	92.52	-
1-MCP 250 nl/l, 6 h	93.01	93.01	93.01	92.52	92.52	92.52	-
1-MCP 500 nl/l, 6 h	93.01	93.01	93.01	92.52	92.52	83.25	-
1-MCP 0 nl/l, 12 h	93.01	93.01	93.01	92.52	92.52	83.25	-
1-MCP250 nl/l,12 h	93.01	93.01	93.01	92.52	92.52	92.52	-
1-MCP500 nl/l,12 h	93.01	93.01	93.01	92.52	92.52	92.52	83.25
1-MCP 0 nl/l, 18 h	93.01	93.01	93.01	92.52	92.52	83.25	-
1-MCP250 nl/l,18 h	93.01	93.01	93.01	92.52	92.52	83.25	-
1-MCP500 nl/l,18 h	93.01	93.01	93.01	92.52	92.52	83.25	-
<i>F</i> -test	na	na	na	na	na	na	na

na = not analyzed

ตารางที่ 7 การเปลี่ยนแปลงค่าสีแดง a (+) และสีเขียว a (-) ของสีกลีบดอกกุหลาบขาวพันธุ์ไวท์คริสมาสต์ หลังจากปักแจกันในน้ำกลั่นเป็นเวลา 6 วัน

Treatments	Change in petal color (a value) of cut rose flower during vase life						
	Days in vase life						
	0	1	2	3	4	5	6
1-MCP 0 nl/l, 6 h	-0.39	-0.39	-0.39	-0.40	-0.40	-0.40	-
1-MCP 250 nl/l, 6 h	-0.39	-0.39	-0.39	-0.40	-0.40	-0.40	-
1-MCP 500 nl/l, 6 h	-0.39	-0.39	-0.39	-0.40	-0.40	0.33	-
1-MCP 0 nl/l, 12 h	-0.39	-0.39	-0.39	-0.40	-0.40	0.33	-
1-MCP250 nl/l,12 h	-0.39	-0.39	-0.39	-0.40	-0.40	-0.40	-
1-MCP500 nl/l,12 h	-0.39	-0.39	-0.39	-0.40	-0.40	-0.40	0.33
1-MCP 0 nl/l, 18 h	-0.39	-0.39	-0.39	-0.40	-0.40	0.33	-
1-MCP250 nl/l,18 h	-0.39	-0.39	-0.39	-0.40	-0.40	0.33	-
1-MCP500 nl/l,18 h	-0.39	-0.39	-0.39	-0.40	-0.40	0.33	-
<i>F</i> -test	na	na	na	na	na	na	na

na = not analyzed

ตารางที่ 8 การเปลี่ยนแปลงค่าสีเหลือง b (+) และสีน้ำเงิน b (-) ของสีกลีบดอกกุหลาบขาวพันธุ์ไวท์คริสมาสต์ หลังจากปักแจกันในน้ำกลั่นเป็นเวลา 6 วัน

Treatments	Change in petal color (b value) of cut rose flower during vase life						
	Days in vase life						
	0	1	2	3	4	5	6
1-MCP 0 nl/l, 6 h	1.03	1.03	1.03	0.85	0.85	0.85	1.28
1-MCP 250 nl/l, 6 h	1.03	1.03	1.03	0.85	0.85	0.85	-
1-MCP 500 nl/l, 6 h	1.03	1.03	1.03	0.85	0.85	1.28	1.28
1-MCP 0 nl/l, 12 h	1.03	1.03	1.03	0.85	0.85	1.28	1.28
1-MCP250 nl/l,12 h	1.03	1.03	1.03	0.85	0.85	0.85	1.28
1-MCP500 nl/l,12 h	1.03	1.03	1.03	0.85	0.85	0.85	1.28
1-MCP 0 nl/l, 18 h	1.03	1.03	1.03	0.85	0.85	1.28	1.28
1-MCP250 nl/l,18 h	1.03	1.03	1.03	0.85	0.85	1.28	1.28
1-MCP500 nl/l,18 h	1.03	1.03	1.03	0.85	0.85	1.28	1.28
<i>F</i> -test	na	na	na	na	na	na	na

na = not analyzed

### อายุการปักแจกัน

ดอกกุหลาบที่รมด้วยสาร 1-MCP แล้วนำมาปักแจกันในน้ำกลั่น พบว่าการรมสาร 1-MCP ความเข้มข้น 0 nLL<sup>-1</sup> ระยะเวลา 12 และ 18 ชั่วโมง และรมที่ความเข้มข้น 500 nLL<sup>-1</sup> ระยะเวลา 6 และ 12 ชั่วโมง มีอายุการปักแจกันนานที่สุดคือ 7 วัน รองลงมาคือ รมที่ความเข้มข้น 0 nLL<sup>-1</sup> ระยะเวลา 6 ชั่วโมง และ ความเข้มข้น 250 nLL<sup>-1</sup> ระยะเวลา 12 และ 18 ชั่วโมง และความเข้มข้น 500 nLL<sup>-1</sup> ระยะเวลา 18 ชั่วโมง มีอายุการปักแจกัน 6 วัน สำหรับความเข้มข้น 500 nL/l ระยะเวลา 6 ชั่วโมง มีอายุการปักแจกันน้อยที่สุดเพียง 5 วัน (ตารางที่ 9)

ตารางที่ 9 อายุการปักแจกันของดอกกุหลาบขาวพันธุ์ไวท์คริสมาสต์

Treatments	Vase life (day)
1-MCP 0 nLL <sup>-1</sup> , 6 h	4.5b <sup>1/</sup>
1-MCP 250 nLL <sup>-1</sup> , 6 h	4.7b
1-MCP 500 nLL <sup>-1</sup> , 6 h	4.6b
1-MCP 0 nLL <sup>-1</sup> , 12 h	4.7b
1-MCP 250 nLL <sup>-1</sup> , 12 h	4.6b
1-MCP 500 nLL <sup>-1</sup> , 12 h	5.5a
1-MCP 0 nLL <sup>-1</sup> , 18 h	4.5b
1-MCP 250 nLL <sup>-1</sup> , 18 h	4.5b
1-MCP 500 nLL <sup>-1</sup> , 18 h	4.6b
<i>F</i> -test	*

<sup>1/</sup> = ตัวเลขที่ตามด้วยอักษรที่ไม่เหมือนกันในคอลัมน์เดียวกันแสดงว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติ โดย

เปรียบเทียบแบบ Duncan's new multiple range test ในระดับความเชื่อมั่นที่ 95 %

\* = แตกต่างทางสถิติ อย่างมีนัยสำคัญ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %



1-MCP 0 nLL<sup>-1</sup> รณระยะเวลา 6 ชั่วโมง



1-MCP 250 nLL<sup>-1</sup> รณระยะเวลา 6 ชั่วโมง



1-MCP 500 nLL<sup>-1</sup> รณระยะเวลา 6 ชั่วโมง

ภาพที่ 10 ดอกกุหลาบขาวพันธุ์ไวท์คริสมาสต์ที่รมสาร 1-MCP ความเข้มข้น 0, 250 และ 500 nLL<sup>-1</sup> นานระยะเวลา 6 ชั่วโมง และปักแจกันในน้ำกลั่น ในวันแรกและวันสิ้นอายุการปักแจกัน



1-MCP 0 nLL<sup>-1</sup> ระยะเวลา 12 ชั่วโมง



1-MCP 250 nLL<sup>-1</sup> ระยะเวลา 12 ชั่วโมง



1-MCP 500 nLL<sup>-1</sup> ระยะเวลา 12 ชั่วโมง

ภาพที่ 11 ดอกกุหลาบขาวพันธุ์ไวท์คริสต์มาสที่รมสาร 1-MCP ความเข้มข้น 0, 250 และ 500 n/l นานระยะเวลา 12 ชั่วโมง และปักแจกันในน้ำกลั่น ในวันแรกและวันสิ้นอายุการปักแจกัน



1-MCP 0 nLL<sup>-1</sup> รณระยะเวลา 18 ชั่วโมง



1-MCP 250 nLL<sup>-1</sup> รณระยะเวลา 18 ชั่วโมง



1-MCP 500 nLL<sup>-1</sup> รณระยะเวลา 18 ชั่วโมง

ภาพที่ 12 ดอกกุหลาบขาวพันธุ์ไวท์คริสต์มาสที่รมสาร 1-MCP ความเข้มข้น 0, 250 และ 500 n/l นานระยะเวลา 18 ชั่วโมง และปักแจกันในน้ำกลั่นในวันแรกและวันสิ้นอายุการปักแจกัน

## การทดลองที่ ๓ ผลของการรมสาร 1-MCP ร่วมกับสารละลายปักแจกัน ต่อคุณภาพของดอกกุหลาบขาว พันธุ์ไวท์คริสมาสต์

### การบานของดอกกุหลาบ

ดอกกุหลาบในทุกทรีทเมนต์ เมื่อนำมาปักแจกันมีการบานของดอกเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วในวันแรกโดยดอกที่รมและไม่รมสาร 1-MCP 500  $\text{mL}^{-1}$  นาน 12 ชั่วโมง ปักแจกันในทรีทเมนต์ที่เป็น สารละลายเคอร์คูมิน 0.015% ร่วมกับน้ำตาลซูโครส 5% มีการบานเพิ่มขึ้นมากในวันแรก คือ 48.43 และ 40.32% หลังจากนั้นการบานจึงเริ่มลดลงอย่างต่อเนื่องจนสิ้นสุดอายุปักแจกันในวันที่ 5 โดยมีการบานของดอกเพิ่มขึ้นเท่ากับ 8.73 และ 17.69% ตามลำดับ ส่วนดอกที่รมและไม่รมสาร 1-MCP ปักแจกันด้วยน้ำกลั่น มีการบานสูงสุดในวันที่ 2 โดยมีการบานเพิ่มขึ้นเท่ากับ 41.67 และ 25.99% หลังจากนั้นการบานจึงเริ่มลดลงอย่างต่อเนื่องจนสิ้นสุดอายุปักแจกันในวันที่ 5 โดยมีเปอร์เซ็นต์การบานที่เปลี่ยนไปเท่ากับ 11.68 และ -40.73% ตามลำดับ สำหรับดอกที่รมและไม่รมสาร 1-MCP ปักแจกันการปักแจกันในสารละลาย Floralife ความเข้มข้น 1% มีการบานเพิ่มขึ้นต่อเนื่อง และมีการบานสูงสุดในวันที่ 2 ของการปักแจกันเท่ากับ 22.45 และ 26.04% ตามลำดับ จากนั้นลดลงอย่างช้าๆ จนสิ้นสุดอายุการปักแจกัน ในวันที่ 10 โดยมีเปอร์เซ็นต์การบานของดอกเท่ากับ -9.13 และ -22.60% ตามลำดับ และดอกที่รมและไม่รมสาร 1-MCP ปักแจกันในสารละลายเอทานอล 5% ร่วมกับน้ำตาลซูโครส 5% มีการบานเพิ่มมากขึ้นอย่างต่อเนื่องโดยมีการบานสูงสุดในวันที่ 6 และ 5 ของการปักแจกัน โดยมีการบานเท่ากับ 50.91 และ 47.56% ตามลำดับ จากนั้นการบานของดอกลดลงอย่างต่อเนื่องจนสิ้นสุดอายุการปักแจกันในวันที่ 10 โดยมีเปอร์เซ็นต์การบานเท่ากับ 25.32 และ 27.97% ตามลำดับ (ภาพที่ 13)

### อัตราการดูดน้ำ

ดอกกุหลาบที่รมและไม่รมสาร 1-MCP 500  $\text{mL}^{-1}$  นาน 12 ชั่วโมง ปักแจกันในทรีทเมนต์ที่เป็นสารละลายเอทานอล 5% ร่วมกับน้ำตาลซูโครส 5% มีอัตราการดูดน้ำสูงสุดในวันที่ 2 ของการปักแจกัน เท่ากับ 12.9 และ 9.6 มิลลิลิตรต่อดอกต่อวัน ตามลำดับ และจากนั้นอัตราการดูดน้ำจะลดลงอย่างต่อเนื่องจนสิ้นสุดอายุการปักแจกันในวันที่ 10 โดยมีอัตราการดูดน้ำ เท่ากับ 2.0 และ 2.2 มิลลิลิตรต่อดอกต่อวัน ตามลำดับ ดอกที่รมและไม่รมสาร 1-MCP 500  $\text{mL}^{-1}$  นาน 12 ชั่วโมง ปักแจกันในทรีทเมนต์ สารละลาย Floralife ความเข้มข้น 1% มีอัตราการดูดน้ำสูงสุดในวันที่วันแรก และวันที่ 2 ของการปักแจกัน เท่ากับ 11.0 และ 10.9 มิลลิลิตรต่อดอกต่อวัน ตามลำดับ และอัตราการดูดน้ำจะลดลงช้าๆ จนสิ้นสุดอายุการปักแจกันในวันที่ 10 โดยมีอัตราการดูดน้ำเท่ากับ 2.3 และ 2.2 มิลลิลิตรต่อดอกต่อวัน ตามลำดับ ส่วนทรีทเมนต์ที่รมและไม่รมสาร 1-MCP 500  $\text{mL}^{-1}$  นาน 12 ชั่วโมง ปักแจกันใน สารละลายเคอร์คูมิน 0.015% ร่วมกับน้ำตาลซูโครส 5% มีอัตราการดูดน้ำสูงสุดในวันแรกเท่ากับ 7.5 และ 8.2 มิลลิลิตรต่อดอกต่อวัน ตามลำดับ และอัตราการดูดน้ำจะลดลง จนสิ้นสุดอายุการปักแจกันในวันที่ 5

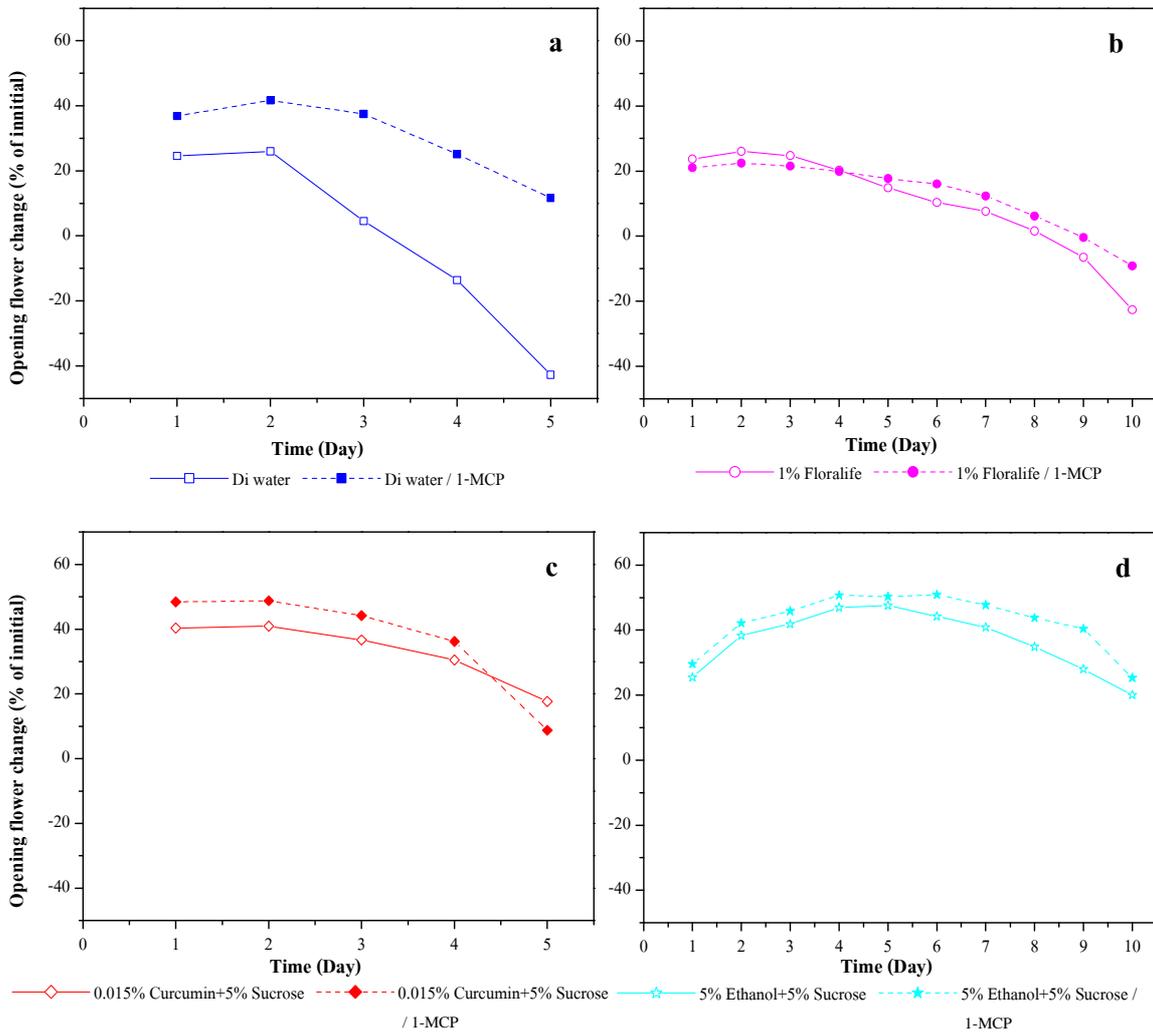
โดยมีอัตราการดูดน้ำเท่ากับ 2.2 และ 2.7 มิลลิลิตรต่อดอกต่อวัน ตามลำดับ ขณะที่ดอกกุหลาบที่ปักแจกันในน้ำกลั่นที่รมและไม่รมสาร 1-MCP  $500 \text{ mL}^{-1}$  นาน 12 ชั่วโมง มีอัตราการดูดน้ำช้าและต่ำกว่าทริทเมนอื่นๆ โดยมีอัตราการดูดน้ำเพิ่มสูงสุดในวันที่ 2 และ 1 เท่ากับ 4.4 และ 8.5 มิลลิลิตรต่อดอกต่อวัน ตามลำดับ และในอัตราการดูดน้ำจะลดลงอย่างต่อเนื่องจนถึงสิ้นสุดอายุการปักแจกันวันที่ 5 เท่ากับ 2.0 และ 2.3 มิลลิลิตรต่อดอกต่อวัน ตามลำดับ (ภาพที่ 14)

### การเปลี่ยนแปลงน้ำหนักสด

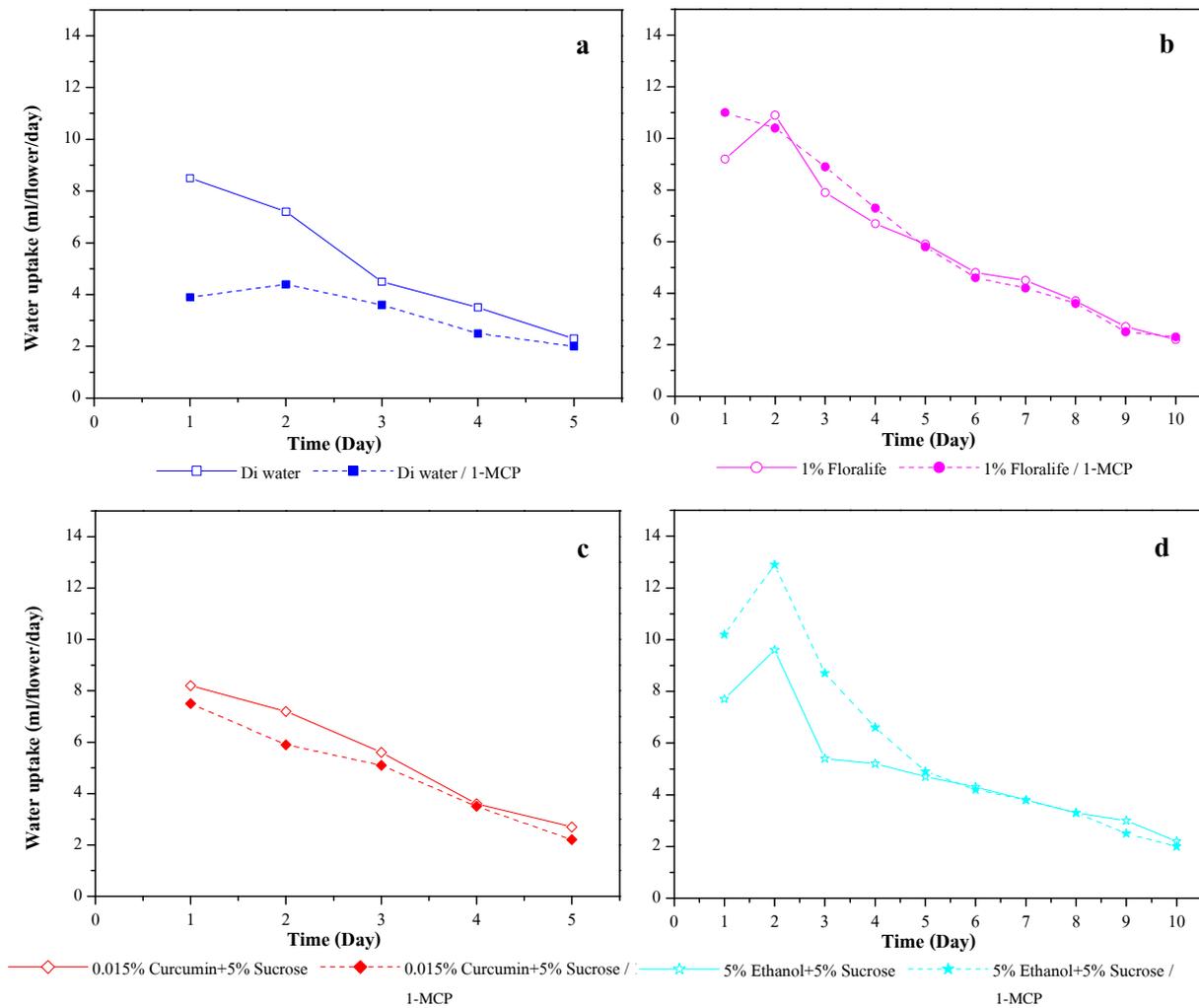
ดอกกุหลาบที่ปักแจกันในสารละลายทุกทริทเมนที่มีการเปลี่ยนแปลงน้ำหนักสด ลดลงอย่างต่อเนื่องจนถึงสิ้นสุดอายุการปักแจกัน โดยดอกกุหลาบที่รมและไม่รม 1-MCP  $500 \text{ mL}^{-1}$  นาน 12 ชั่วโมง นำมาปักแจกันด้วยน้ำกลั่น มีค่าการเปลี่ยนแปลงน้ำหนักสดลดลงเร็วกว่าทริทเมนอื่นๆ โดยน้ำหนักสดเริ่มลดลงตั้งแต่วันที่ 2 ของการปักแจกัน และลดลงอย่างต่อเนื่องจนถึงอายุปักแจกันในวันที่ 5 โดยมีน้ำหนักสดคงอยู่ในวันสิ้นสุดอายุการปักแจกันเท่ากับ 59.37 และ 68.89% ตามลำดับ

ในขณะที่ดอกที่รมและไม่รม 1-MCP ปักแจกันในสารละลายเคอร์คูมิน 0.015% ร่วมกับน้ำตาลซูโครส 5% เริ่มมีการเปลี่ยนแปลงน้ำหนักสดลดลงอย่างชัดเจนในวันที่ 3 ของการปักแจกัน และลดลงอย่างต่อเนื่องจนถึงอายุปักแจกันในวันที่ 5 โดยมีเปอร์เซ็นต์น้ำหนักสดคงอยู่ในวันสิ้นสุดอายุการปักแจกันเท่ากับ 65.95 และ 65.34% ตามลำดับ

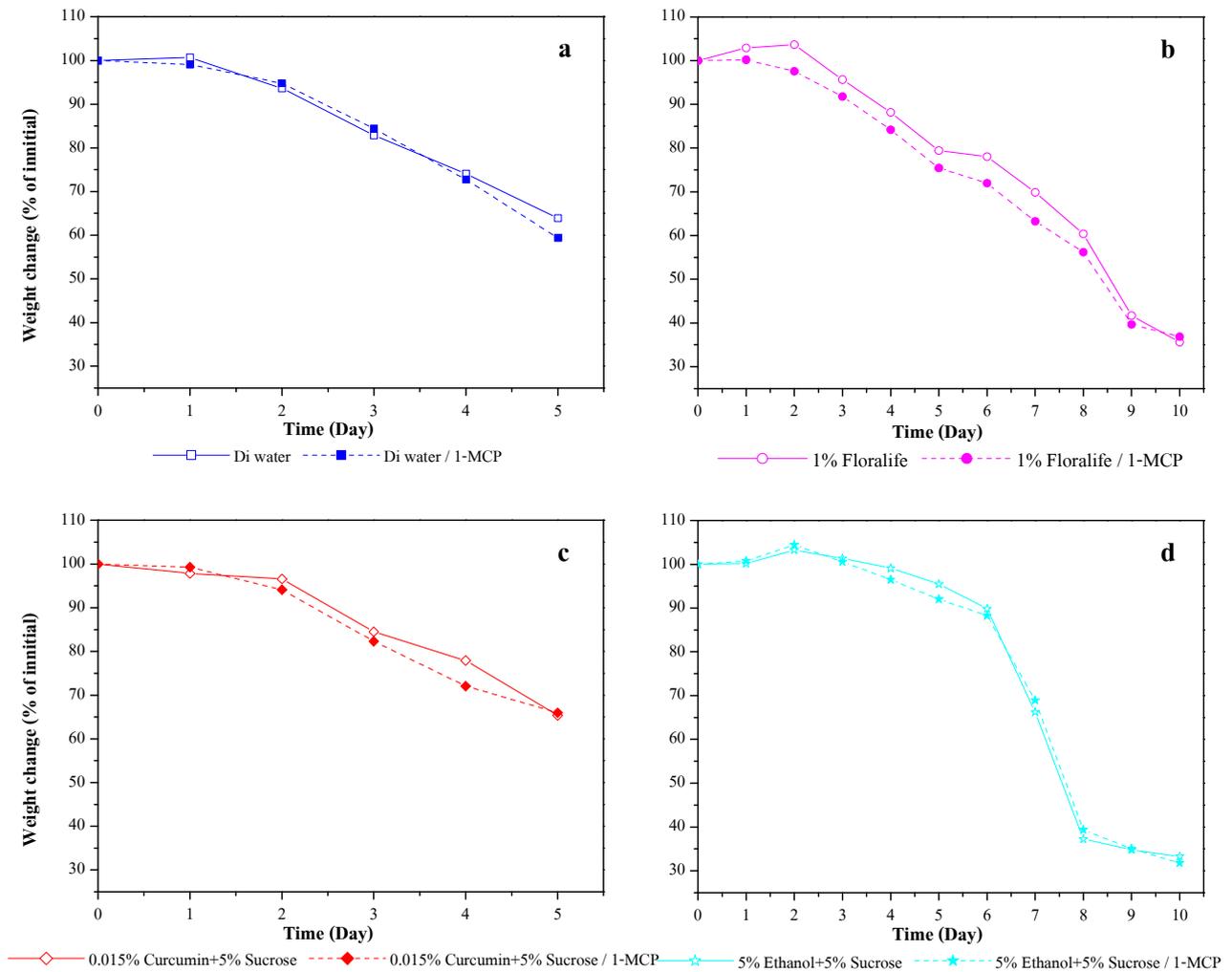
ส่วนดอกที่รมและไม่รม 1-MCP ปักแจกันในสารละลาย Floralife ความเข้มข้น 1% เริ่มมีการเปลี่ยนแปลงน้ำหนักสดลดลงอย่างชัดเจนตั้งแต่วันปักแจกันวันที่ 3 และลดลงอย่างต่อเนื่องจนถึงอายุปักแจกันในวันที่ 10 มีเปอร์เซ็นต์น้ำหนักสดคงอยู่ในวันสิ้นสุดอายุการปักแจกันเท่ากับ 36.83 และ 35.60% ตามลำดับและดอกที่รมและไม่รม 1-MCP ปักแจกันในสารละลายเอทานอล 5% ร่วมกับน้ำตาลซูโครส 5% เริ่มมีการเปลี่ยนแปลงน้ำหนักสดลดลงอย่างช้าในวันที่ 4 ของการปักแจกัน และน้ำหนักสดลดลงอย่างรวดเร็วหลังวันที่ 6 ของอายุปักแจกัน และลดลงอย่างต่อเนื่องจนถึงอายุปักแจกันในวันที่ 10 โดยมีเปอร์เซ็นต์น้ำหนักสดคงอยู่ในวันสิ้นสุดอายุการปักแจกันเท่ากับ 31.78 และ 33.26% ตามลำดับ (ภาพที่ 15)



ภาพที่ 13 การบานของดอกกุหลาบขาวพันธุ์ไวท์คริสมาสต์ ที่ไม่ได้รมและรมสาร 1-MCP ความเข้มข้น  $500 \text{ nLL}^{-1}$  นาน 12 ชั่วโมง และปักแจกันในน้ำกลั่น (a), สาร Floralife ความเข้มข้น 1 เปอร์เซ็นต์ (b), สารละลายเคอร์คูมิน 0.015 เปอร์เซ็นต์ ร่วมกับน้ำตาลซูโครส 5 เปอร์เซ็นต์ (c) และ สารละลายเอทานอล 5 เปอร์เซ็นต์ ร่วมกับน้ำตาลซูโครส 5 เปอร์เซ็นต์ (d)



ภาพที่ 14 อัตราการดูดน้ำของดอกกุหลาบขาวพันธุ์ไวท์คริสมาสต์ ที่ไม่ได้รมและรมสาร 1-MCP ความเข้มข้น  $500 \text{ nLL}^{-1}$  นาน 12 ชั่วโมง และปักแจกันในน้ำกลั่น (a), Floralife ความเข้มข้น 1 เปอร์เซ็นต์ (b), สารละลายเคอร์คูมิน 0.015 เปอร์เซ็นต์ ร่วมกับน้ำตาลซูโครส 5 เปอร์เซ็นต์ (c) และสารละลายเอทานอล 5 เปอร์เซ็นต์ ร่วมกับน้ำตาลซูโครส 5 เปอร์เซ็นต์ (d)



ภาพที่ 15 การเปลี่ยนแปลงน้ำหนักสดของดอกกุหลาบขาวพันธุ์ไวท์คริสมาสต์ ที่ไม่ได้รมและรมสาร

1-MCP ความเข้มข้น  $500 \text{ nLL}^{-1}$  นาน 12 ชั่วโมง และปักแจกันในน้ำกลั่น (a), Floralife ความเข้มข้น 1 เปอร์เซ็นต์ (b), สารละลายเคอร์คูมิน 0.015 เปอร์เซ็นต์ ร่วมกับน้ำตาลซูโครส 5 เปอร์เซ็นต์ (c) และ สารละลายเอทานอล 5 เปอร์เซ็นต์ ร่วมกับน้ำตาลซูโครส 5 เปอร์เซ็นต์ (d)

### การเปลี่ยนแปลงสีของดอกกุหลาบ

กุหลาบสีขาว มีค่าความสว่าง  $L$  ที่ลดลงจากวันเริ่มปักแจกันไปจนกระทั่งสิ้นสุดอายุปักแจกัน แสดงให้เห็นว่าในการทดลองที่ปักแจกันในสารละลาย Floralife ความเข้มข้น 1% Floralife ความเข้มข้น 1% ที่รมด้วย 1-MCP ความเข้มข้น  $500 \text{ nLL}^{-1}$  นาน 12 ชั่วโมง สารละลายเอทานอล 5 เปอร์เซ็นต์ ร่วมกับน้ำตาลซูโครส 5% และ สารละลายเอทานอล 5% ร่วมกับน้ำตาลซูโครส 5% ที่รมด้วย 1-MCP ความเข้มข้น  $500 \text{ nLL}^{-1}$  นาน 12 ชั่วโมง มีสีกลีบดอกจากเดิมสีขาวมากในวันแรก ถึงวันที่ 4 ในการปักแจกันเท่ากับ 93.01 จากนั้นเริ่มเปลี่ยนแปลงลดลงเล็กน้อยในวันที่ 5 เท่ากับ 92.52 และในวันที่ 8 เท่ากับ 83.25 จนสิ้นสุดอายุการปักแจกัน ซึ่งไม่แตกต่างกันทางสถิติ ส่วนการปักแจกันในสารละลายเคอร์คูมิน 0.015% ร่วมกับน้ำตาลซูโครส 5% สารละลายเคอร์คูมิน 0.015% ร่วมกับน้ำตาลซูโครส 5% ที่รมด้วย 1-MCP ความเข้มข้น  $500 \text{ nLL}^{-1}$  นาน 12 ชั่วโมง และที่รมด้วย 1-MCP ความเข้มข้น  $500 \text{ nLL}^{-1}$  นาน 12 ชั่วโมง ปักแจกันในน้ำกลั่นมีค่าความสว่างของสีกลีบดอกมากในช่วง 2 ของการปักแจกันเท่ากับ 93.01 จากนั้นเริ่มเปลี่ยนแปลงลดลงเล็กน้อยในวันที่ 3 เท่ากับ 92.52 และในวันที่ 5 เท่ากับ 83.25 จนสิ้นสุดอายุการปักแจกัน ซึ่งไม่แตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 9)

สำหรับการเปลี่ยนแปลงค่า  $a$  ในดอกกุหลาบที่รมด้วย 1-MCP ความเข้มข้น  $500 \text{ nLL}^{-1}$  นาน 12 ชั่วโมง ปักแจกันในสารละลาย Floralife ความเข้มข้น 1% มีค่าเป็นลบน้อยมาก ในช่วง 4 วันแรก โดยมีค่าเท่ากับ -0.39 และลดลงเล็กน้อยในวันที่ 5 เท่ากับ -0.40 และเพิ่มขึ้นในวันที่ 8 เท่ากับ 0.33 จนสิ้นสุดอายุการปักแจกัน แสดงว่าในวันเริ่มปักแจกันเกิดสีอมเขียวอ่อนที่กลีบดอก จนกระทั่งเกิดสีน้ำตาลปนแดงเล็กน้อยจนสิ้นอายุการปักแจกัน ส่วนการปักแจกันในสารละลายเคอร์คูมิน 0.015% ร่วมกับน้ำตาลซูโครส 5% สารละลายเคอร์คูมิน 0.015% ร่วมกับน้ำตาลซูโครส 5% ที่รมด้วย 1-MCP  $500 \text{ nLL}^{-1}$  นาน 12 ชั่วโมง ดอกที่ไม่ได้รมและรมสาร 1-MCP  $500 \text{ nLL}^{-1}$  นาน 12 ชั่วโมง และปักแจกันในน้ำกลั่นพบว่ามีค่าเป็นลบน้อยมาก ในวันแรก ถึงวันที่ 2 เท่ากับ -0.39 และลดลงเล็กน้อยในวันที่ 3 เท่ากับ -0.40 แสดงว่าเกิดสีอมเขียวอ่อนที่กลีบดอก และมีค่าเป็นบวกในวันที่ 5 เท่ากับ 0.33 แสดงว่าเกิดสีน้ำตาลปนแดงเล็กน้อยจนสิ้นอายุการปักแจกัน ซึ่งไม่แตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 10) สำหรับการเปลี่ยนแปลงค่า  $b$  ในสารละลาย Floralife ความเข้มข้น 1% ที่ไม่ได้รมสาร 1-MCP และที่รมด้วย 1-MCP ความเข้มข้น  $500 \text{ nLL}^{-1}$  นาน 12 ชั่วโมง ในช่วง 4 วันแรก มีค่าเท่ากับ 1.03 และลดลงเล็กน้อยในวันที่ 5 เท่ากับ 0.85 แสดงว่าสีกลีบดอกเปลี่ยนเป็นสีเหลืองเล็กน้อย และมีค่าเพิ่มขึ้นเท่ากับ 1.3 ในวันที่ 8 ส่วนการปักแจกันในสารละลายเคอร์คูมิน 0.015% ร่วมกับน้ำตาลซูโครส 5% สารละลายเคอร์คูมิน 0.015% ร่วมกับน้ำตาลซูโครส 5% และที่ไม่ได้รมและที่รมด้วย 1-MCP ความเข้มข้น  $500 \text{ nLL}^{-1}$  นาน 12 ชั่วโมง และปักแจกันในน้ำกลั่น มีการเปลี่ยนแปลงค่า  $b$  พบว่าในช่วง 2 วันแรก เท่ากับ 1.03 และลดลงเล็กน้อยในวันที่ 3 เท่ากับ 0.85 และมีค่าเพิ่มขึ้นในวันที่ 5 เท่ากับ 1.3 (ตารางที่ 11)

ตารางที่ 10 การเปลี่ยนแปลงค่าความสว่าง (L) ของสีกลีบดอกกุหลาบขาว ที่รมด้วย 1-MCP 500  $\mu\text{L}^{-1}$  นาน 12 ชั่วโมง หลังจากปักแจกันในสารละลายชนิดต่างๆ เป็นเวลา 10 วัน

Treatments	Change in petal color (L value) during vase life										
	Days in vase life										
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
น้ำกลั่น	93.01	93.01	93.01	92.52	92.52	83.25	-	-	-	-	-
น้ำกลั่น + 1-MCP	93.01	93.01	93.01	92.52	92.52	83.25	-	-	-	-	-
1% Floralife	93.01	93.01	93.01	93.01	93.01	92.52	92.52	92.52	83.25	83.25	83.25
1% Floralife+1-MCP	93.01	93.01	93.01	93.01	93.01	92.52	92.52	92.52	83.25	83.25	83.25
เคอร์คูมิน 0.015%+น้ำตาลซูโครส 5%	93.01	93.01	93.01	92.52	92.50	83.25	-	-	-	-	-
เคอร์คูมิน 0.015%+น้ำตาลซูโครส 5% + 1-MCP	93.01	93.01	93.01	92.52	92.52	83.25	-	-	-	-	-
เอทานอล 5% + น้ำตาลซูโครส 5%	93.01	93.01	93.01	93.01	93.01	92.52	92.52	92.52	83.25	83.25	83.25
เอทานอล 5%+น้ำตาลซูโครส 5% +1-MCP	93.01	93.01	93.01	93.01	93.01	92.52	92.52	92.52	83.25	83.25	83.25
<i>F</i> -test	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na

na = ไม่วิเคราะห์ทางสถิติ

ตารางที่ 11 การเปลี่ยนแปลงค่าสีแดง a (+) และสีเขียว a (-) ของสีกลีบดอกกุหลาบขาว ที่รมด้วย 1-MCP 500 nLL<sup>-1</sup> นาน 12 ชั่วโมง หลังจากปักแจกันในสารละลายชนิดต่างๆ เป็นเวลา 10 วัน

Treatments	Change in petal color (a value) during vase life										
	Days in vase life										
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
น้ำกลั่น	-0.39	-0.39	-0.39	-0.40	-0.40	0.33	-	-	-	-	-
น้ำกลั่น + 1-MCP	-0.39	-0.39	-0.39	-0.40	-0.40	0.33	-	-	-	-	-
1% Floralife	-0.39	-0.39	-0.39	-0.39	-0.39	-0.40	-0.40	-0.40	0.33	0.33	0.33
1% Floralife + 1-MCP	-0.39	-0.39	-0.39	-0.39	-0.39	-0.40	-0.40	-0.40	0.33	0.33	0.33
เคอร์คูมิน 0.015% + น้ำตาลซูโครส 5%	-0.39	-0.39	-0.39	-0.40	-0.40	0.33	-	-	-	-	-
เคอร์คูมิน 0.015% + น้ำตาลซูโครส 5% + 1-MCP	-0.39	-0.39	-0.39	-0.40	-0.40	0.33	-	-	-	-	-
เอทานอล 5% + น้ำตาลซูโครส 5%	-0.39	-0.39	-0.39	-0.39	-0.39	-0.40	-0.40	-0.40	0.33	0.33	0.33
เอทานอล 5% + น้ำตาลซูโครส 5% + 1-MCP	-0.39	-0.39	-0.39	-0.39	-0.39	-0.40	-0.40	-0.40	0.33	0.33	0.33
F-test	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na

na = not analyzed

ตารางที่ 12 การเปลี่ยนแปลงค่าสีเหลือง b (+) และสีน้ำเงิน b (-) ของสีกลีบดอกกุหลาบขาว ที่รมด้วย 1-MCP 500 ml/1นาน 12 ชั่วโมง หลังจากปักแจกันใน  
 สารละลายเป็นเวลา 10 วัน

Treatments	Change in petal color (b value) during vase life										
	Days in vase life										
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
น้ำกลั่น	1.03	1.03	1.03	0.85	0.85	1.28	-	-	-	-	-
น้ำกลั่น + 1-MCP	1.03	1.03	1.03	0.85	0.85	1.28	-	-	-	-	-
1% Floralife	1.03	1.03	1.03	1.03	1.03	0.85	0.85	0.85	1.28	1.28	1.28
1% Floralife + 1-MCP	1.03	1.03	1.03	1.03	1.03	0.85	0.85	0.85	1.28	1.28	1.28
เคอร์คูมิน 0.015% + น้ำตาลซูโครส 5%	1.03	1.03	1.03	0.85	0.85	1.28	-	-	-	-	-
เคอร์คูมิน 0.015% + น้ำตาลซูโครส 5% + 1-MCP	1.03	1.03	1.03	0.85	0.85	1.28	-	-	-	-	-
เอทานอล 5% + น้ำตาลซูโครส 5%	1.03	1.03	1.03	1.03	1.03	0.85	0.85	0.85	1.28	1.28	1.28
เอทานอล 5% + น้ำตาลซูโครส 5% + 1-MCP	1.03	1.03	1.03	1.03	1.03	0.85	0.85	0.85	1.28	1.28	1.28
F-test	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na

na = not analyzed

### การผลิตเอทิลีน

ดอกกุหลาบที่รม 1-MCP ความเข้มข้น  $500 \text{ nLL}^{-1}$  ปักแจกันในน้ำกลั่นมี climacteric rise ของเอทิลีนในช่วงวันที่ 3 และเพิ่มขึ้นสูงสุดในวันที่ 4 เท่ากับ  $3.53 \text{ nL C}_2\text{H}_4 \text{ g}^{-1}\text{h}^{-1}$  ส่วนดอกกุหลาบที่ไม่ได้รมสาร 1-MCP และปักแจกันในน้ำกลั่นมี climacteric rise ของเอทิลีนในวันที่ 2 และเพิ่มขึ้นสูงสุดในวันที่ 3 เท่ากับ  $3.95 \text{ nL C}_2\text{H}_4 \text{ g}^{-1}\text{h}^{-1}$  สำหรับดอกกุหลาบที่รม 1-MCP ความเข้มข้น  $500 \text{ nLL}^{-1}$  นำมาปักแจกันในสารละลาย Floralife 1% มีการผลิตเอทิลีนเพิ่มขึ้นสูงสุดในวันที่ 5 เท่ากับ  $4.89 \text{ nL C}_2\text{H}_4 \text{ g}^{-1}\text{h}^{-1}$  ซึ่งมีค่าน้อยกว่าดอกกุหลาบที่ไม่ได้รมสาร 1-MCP ปักแจกันในสารละลาย Floralife 1% มี climacteric rise ของเอทิลีนในวันที่ 3 และมีการผลิตเอทิลีนเพิ่มขึ้นสูงสุดในวันที่ 4 เท่ากับ  $5.53 \text{ nL C}_2\text{H}_4 \text{ g}^{-1}\text{h}^{-1}$  ส่วนดอกกุหลาบที่ไม่ได้รมสาร 1-MCP นำมาปักแจกันในสารละลายเคอร์คูมินความเข้มข้น 0.015% ร่วมกับน้ำตาลซูโครส 5% มี climacteric rise ของเอทิลีนในช่วงเวลาที่ 48-64 และมีการผลิตเอทิลีนเพิ่มขึ้นสูงสุดในวันที่ 3 เท่ากับ  $4.80 \text{ nL C}_2\text{H}_4 \text{ g}^{-1}\text{h}^{-1}$  ซึ่งมีค่าน้อยกว่า ดอกกุหลาบที่รม 1-MCP ความเข้มข้น  $500 \text{ nLL}^{-1}$  ปักแจกันในสารละลายเคอร์คูมิน 0.015% ร่วมกับน้ำตาลซูโครส 5 เปอร์เซ็นต์ มี climacteric rise ของเอทิลีนในวันที่ 3 และมีการผลิตเอทิลีนเพิ่มขึ้นสูงสุดในวันที่ 4 เท่ากับ  $5.48 \text{ nL C}_2\text{H}_4 \text{ g}^{-1}\text{h}^{-1}$  ขณะที่ดอกกุหลาบที่รม 1-MCP ความเข้มข้น  $500 \text{ nLL}^{-1}$  นำมาปักแจกันในสารละลายเอทานอล 5% ร่วมกับน้ำตาลซูโครส 5% มี climacteric rise ของเอทิลีนในช่วงวันที่ 4-6 และมีการผลิตเอทิลีนเพิ่มขึ้นสูงสุดในวันที่ 7 เท่ากับ  $4.80 \text{ nL C}_2\text{H}_4 \text{ g}^{-1}\text{h}^{-1}$  ซึ่งมีค่าน้อยกว่าดอกกุหลาบที่ไม่ได้รมสาร 1-MCP ซึ่งปักแจกันในสารละลายเอทานอล 5% ร่วมกับน้ำตาลซูโครส 5% พบว่ามี climacteric rise ของเอทิลีนในวันที่ 3-5 และมีการผลิตเอทิลีนเพิ่มขึ้นสูงสุดในวันที่ 6 เท่ากับ  $5.38 \text{ nL C}_2\text{H}_4 \text{ g}^{-1}\text{h}^{-1}$  (ภาพที่ 16)

### อัตราการหายใจ

ดอกกุหลาบที่รมและไม่รมสาร 1-MCP ความเข้มข้น  $500 \text{ nLL}^{-1}$  นาน 12 ชั่วโมง ปักแจกันในสารละลายเคอร์คูมินด์ 0.015% ร่วมกับน้ำตาลซูโครส 5% มีอัตราการหายใจเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง และมีอัตราการหายใจเพิ่มขึ้นสูงสุดในวันที่ 4 ของการปักแจกัน เท่ากับ 56.60 และ  $57.69 \text{ mg CO}_2 \text{ g}^{-1}\text{h}^{-1}$  ตามลำดับ ส่วนดอกกุหลาบที่ปักแจกันใต้น้ำกลั่นที่รมและไม่รมสาร 1-MCP มีอัตราการหายใจเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วในวันแรก และมีอัตราการหายใจเพิ่มขึ้นสูงสุดในวันที่ 4 เท่ากับ 42.05 และ  $44.25 \text{ mg CO}_2 \text{ g}^{-1}\text{h}^{-1}$  ขณะที่ดอกกุหลาบที่ปักแจกันในสารละลาย floral life 1% ที่ไม่ได้รมสาร 1-MCP มีอัตราการหายใจเพิ่มขึ้นสูงสุดในวันที่ 6 เท่ากับ  $58.29 \text{ mg CO}_2 \text{ g}^{-1}\text{h}^{-1}$  ส่วนดอกกุหลาบที่รมสาร 1-MCP  $500 \text{ nLL}^{-1}$  มีอัตราการหายใจ เพิ่มขึ้นสูงสุดในวันที่ 7 เท่ากับ  $54.35 \text{ mg CO}_2 \text{ g}^{-1}\text{h}^{-1}$  ดอกกุหลาบที่ปักแจกันในสารละลายเอทานอล 5% ร่วมกับน้ำตาลซูโครส 5% ที่ไม่ได้รมสาร 1-MCP มีอัตราการหายใจเพิ่มขึ้นสูงสุดในวันที่ 6 เท่ากับ  $78.96 \text{ mg CO}_2 \text{ g}^{-1}\text{h}^{-1}$  ส่วนดอกกุหลาบที่รมสาร 1-MCP  $500 \text{ nLL}^{-1}$  มีอัตราการหายใจเพิ่มขึ้นสูงสุดในวันที่ 7 เท่ากับ  $66.12 \text{ mg CO}_2 \text{ g}^{-1}\text{h}^{-1}$  (ภาพที่ 17)

### อายุการปักแจกัน

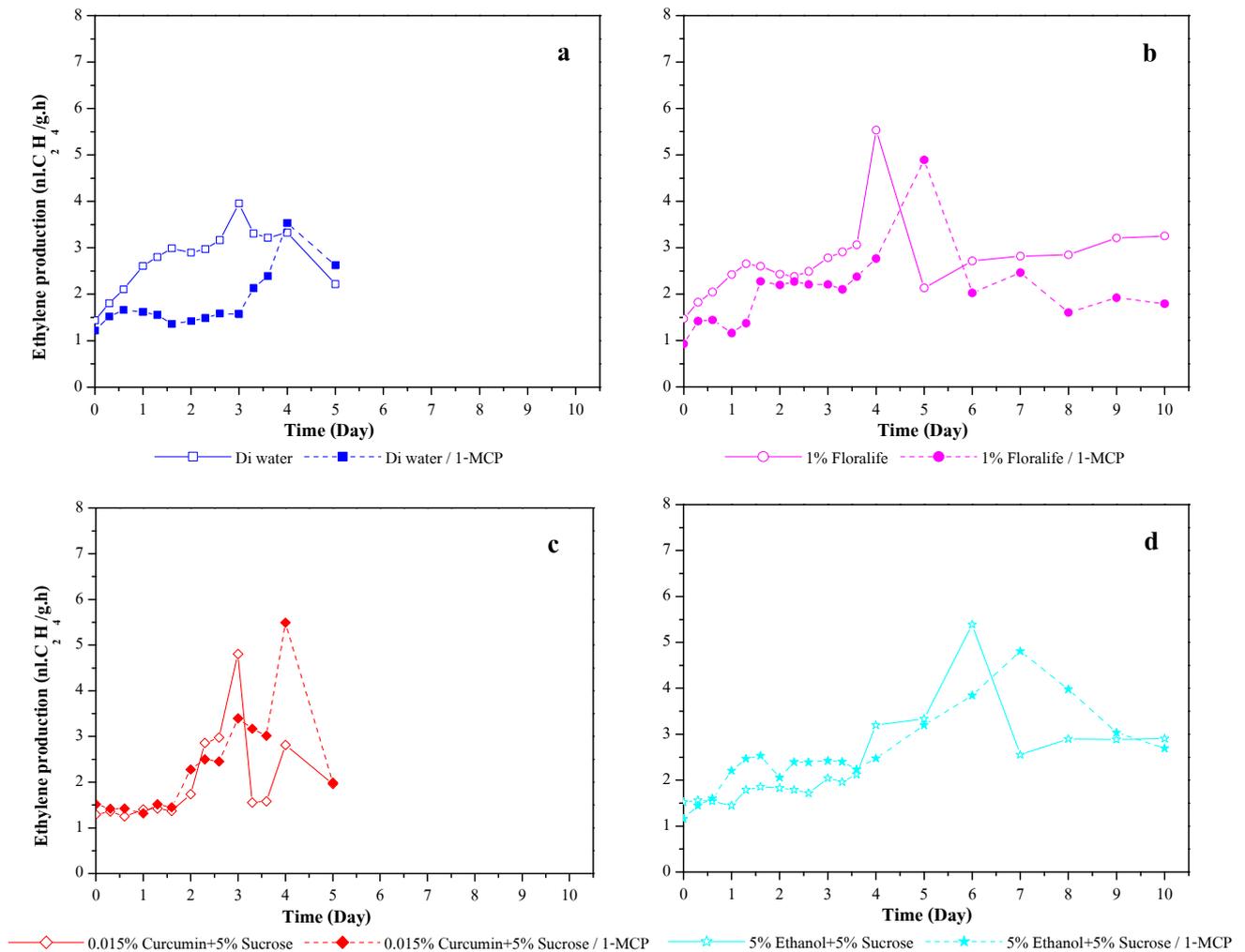
ดอกกุหลาบที่รม และไม่ได้รมสาร 1-MCP ความเข้มข้น  $500 \text{ nLL}^{-1}$  นาน 12 ชั่วโมง เมื่อปักแจกันในสารละลาย Floralife 1% มีอายุการปักแจกันนานที่สุดคือ 10 วัน รองลงมาคือดอกกุหลาบที่ปักแจกันในสารละลายเอทานอล 5% ร่วมกับ น้ำตาลซูโครส 5% มีอายุการปักแจกัน 9.5 วัน ส่วนดอกกุหลาบที่รม และไม่ได้รม 1-MCP ความเข้มข้น  $500 \text{ nLL}^{-1}$  นาน 12 ชั่วโมง เมื่อปักแจกันในสารละลายเคอร์คูมิน 0.015% ร่วมกับ น้ำตาลซูโครส 5% มีอายุการปักแจกัน 4.6 และ 4.7 วัน ส่วนน้ำกลั่นที่รม และไม่ได้รม 1-MCP ความเข้มข้น  $500 \text{ nLL}^{-1}$  นาน 12 ชั่วโมง มีอายุการปักแจกันเพียง 5 วัน (ตารางที่ 13)

ตารางที่ 13 อายุการปักแจกันของดอกกุหลาบขาวพันธุ์ไวท์คริสมาสต์ ที่รมด้วย 1-MCP ความเข้มข้น  $500 \text{ nLL}^{-1}$  นาน 12 ชั่วโมง

วิธีการ	อายุปักแจกัน (วัน)
น้ำกลั่น	5.0c <sup>1/</sup>
น้ำกลั่น+1-MCP	5.0c
1% Floralife	10.0a
1% Floralife + 1-MCP	9.9a
เคอร์คูมิน 0.015% + น้ำตาลซูโครส 5%	4.7cd
เคอร์คูมิน 0.015% + น้ำตาลซูโครส 5% + 1-MCP	4.6d
เอทานอล 5%+น้ำตาลซูโครส 5%	9.5b
เอทานอล 5%+น้ำตาลซูโครส 5%+1-MCP	9.7ab
<i>F</i> -test	*

<sup>1/</sup> = ตัวเลขที่ตามด้วยอักษรที่ไม่เหมือนกันในคอลัมน์เดียวกันแสดงว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยเปรียบเทียบแบบ Duncan's new multiple range test ในระดับความเชื่อมั่นที่ 95 %

\* = แตกต่างทางสถิติ อย่างมีนัยสำคัญ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

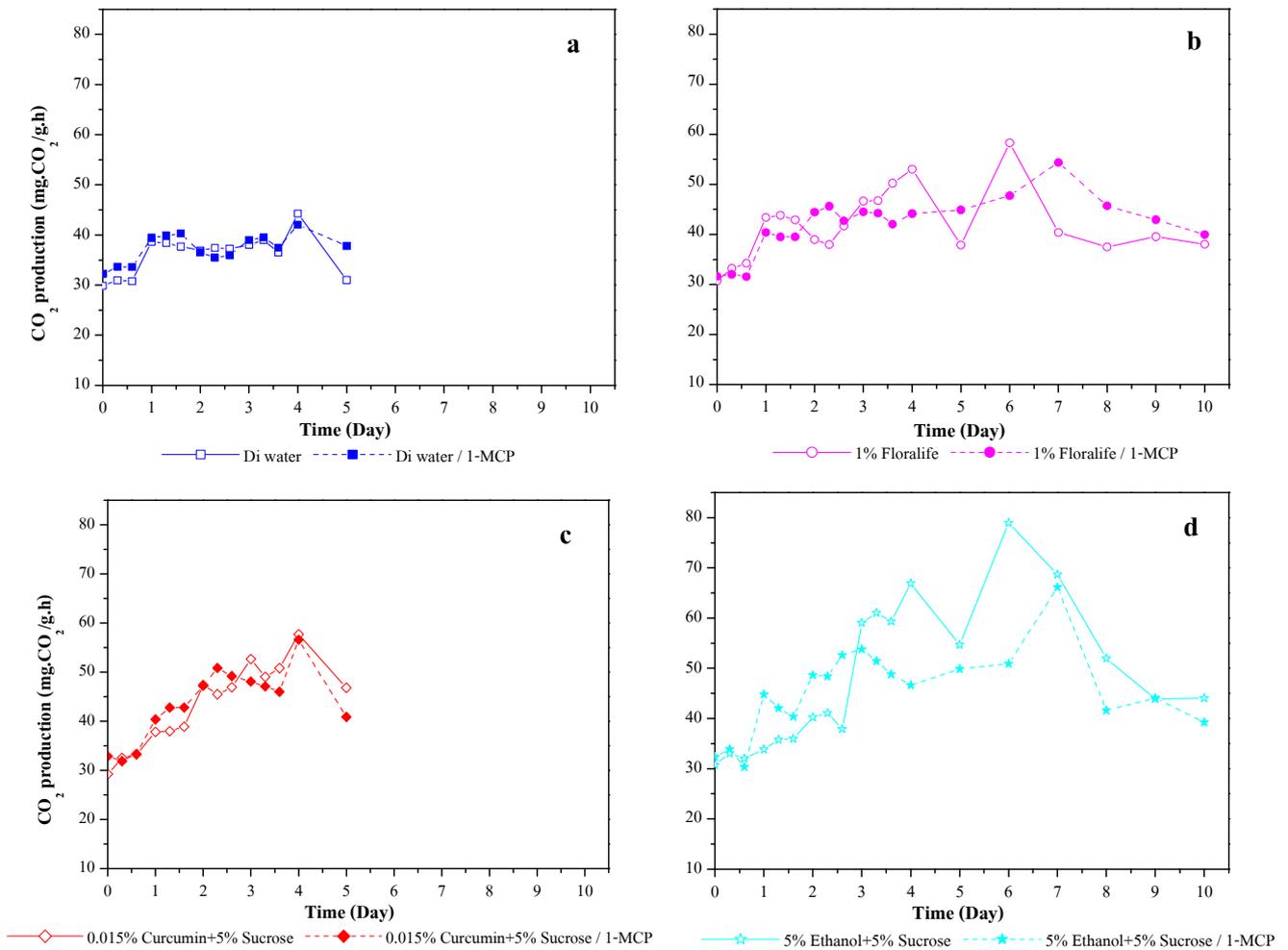


ภาพที่ 16 การผลิตเอทิลีนของดอกกุหลาบขาวพันธุ์ไวท์คริสมาสต์ ที่ไม่ได้รมและรมสาร 1-MCP

ความเข้มข้น 500 ml/l นาน 12 ชั่วโมง และปักแจกันในน้ำกลั่น (a), Floralife ความเข้มข้น

1 เปอร์เซ็นต์ (b), สารละลายเคอร์คูมิน 0.015 เปอร์เซ็นต์ ร่วมกับน้ำตาลซูโครส 5 เปอร์เซ็นต์

(c) และสารละลายเอทานอล 5 เปอร์เซ็นต์ ร่วมกับน้ำตาลซูโครส 5 เปอร์เซ็นต์ (d)



ภาพที่ 17 อัตราการหายใจของดอกกุหลาบขาวพันธุ์ไวท์คริสมาสต์ ที่ไม่ได้รมและรมสาร 1-MCP ความเข้มข้น 500 ml/l นาน 12 ชั่วโมง และปักแจกันในน้ำกลั่น (a), Floralife ความเข้มข้น 1 เปอร์เซ็นต์ (b), สารละลายเคอร์คูมิน 0.015 เปอร์เซ็นต์ ร่วมกับน้ำตาลซูโครส 5 เปอร์เซ็นต์ (c) และ สารละลายเอทานอล 5 เปอร์เซ็นต์ ร่วมกับน้ำตาลซูโครส 5 เปอร์เซ็นต์ (d)



ภาพที่ 18 ดอกกุหลาบขาวพันธุ์ไวท์คริสมาสต์ที่รมด้วย 1-MCP 500 nLL<sup>-1</sup> นาน 12 ชั่วโมง ก่อนปักแจกัน และวันสุดท้ายของการปักแจกันในน้ำกลั่นและสารละลาย Floralife ความเข้มข้น 1%



ภาพที่ 19 ดอกกุหลาบขาวพันธุ์ไวท์คริสมาสต์ที่รมด้วย 1-MCP 500 nLL<sup>-1</sup> นาน 12 ชั่วโมง ก่อนปักแจกัน และวันสุดท้ายของการปักแจกันในสารละลาย เคอร์คูมิน 0.015% ร่วมกับน้ำตาลซูโครส 5% และสารละลายเอทานอล 5% ร่วมกับน้ำตาลซูโครส 5%

## วิจารณ์ผลการทดลอง

จากการศึกษาผลของสารละลายปักแจกัน ต่ออายุการปักแจกันของดอกกุหลาบขาวพันธุ์ ไวท์คริสมาสต์ พบว่าดอกกุหลาบที่ปักแจกันในสารละลายเอทานอล 5% ร่วมกับน้ำตาลซูโครส 5% มีการบานของดอกสูงสุดเท่ากับ 7.51 เซนติเมตร ในวันที่ 6 และมีอายุการปักแจกันนาน 10 วัน ซึ่งมีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ กับดอกกุหลาบที่ปักแจกันในน้ำกลั่นที่มีการบานของดอกต่อเนื่องได้เพียง 5 วัน ขณะที่การปักแจกันในสารละลาย floralife ความเข้มข้น 1% ร่วมกับน้ำตาลซูโครส 5% มีอัตราการดูดสารละลายที่มากที่สุดเท่ากับ 12.30 มิลลิลิตรต่อดอกต่อวัน จะเห็นได้ว่าดอกกุหลาบที่ปักแจกันในสารละลายเอทานอลมีอายุการปักแจกันนาน เนื่องจากสารชนิดนี้สามารถยับยั้งการสังเคราะห์เอทิลีน เพิ่มการดูดน้ำ และลดอัตราการหายใจของดอกไม้ได้ (Wu *et al.* 1992) นอกจากนี้ยังพบว่ากุหลาบที่ปักแจกันในสารละลายเอทานอล 5% ร่วมกับน้ำตาลซูโครส 5% สารละลาย floralife ความเข้มข้น 1% ร่วมกับน้ำตาลซูโครส 5% มีการเปลี่ยนแปลงน้ำหนักสดน้อยกว่าการปักแจกันในน้ำกลั่น ซึ่งโดยทั่วไปการสูญเสียน้ำของพืชเกิดจาก metabolism ที่สำคัญภายในตัวพืช ได้แก่ การหายใจ การผลิตเอทิลีน โดยกระบวนการทั้งสองเป็นปฏิกิริยาชีวเคมีที่ต้องใช้ substrate ที่สะสมอยู่ในพืชมาทำปฏิกิริยาเพื่อให้ได้พลังงานความร้อน ทำให้เกิดการสูญเสียน้ำ และน้ำหนักผลิตผลลดลง (จริงแท้, 2541)

การเปลี่ยนแปลงสีของกลีบดอกในทุกพริตเมนต์มีค่าความสว่าง (ค่า L) ลดลงอย่างต่อเนื่องจนถึงอายุปักแจกัน แสดงถึงการคล้ำของสีกลีบดอกระหว่างการปักแจกัน ส่วนการเปลี่ยนแปลงค่า a พบว่ามีค่าเป็นลบ โดยค่า a ลดลงเล็กน้อยจากวันเริ่มปักแจกัน และมีค่าเป็นบวก (+) ในช่วงวันสุดท้ายของการปักแจกัน แสดงว่าเกิดสีน้ำตาลปนแดงเล็กน้อยจนถึงอายุการปักแจกัน สำหรับการเปลี่ยนแปลงค่า b พบว่ามีค่าเริ่มต้นการทดลองเป็นบวก จากนั้นมีค่าลดลงเล็กน้อยจากวันเริ่มปักแจกัน แสดงว่าสีกลีบดอกเปลี่ยนเป็นสีเหลืองเล็กน้อย และมีค่าเพิ่มขึ้นในช่วงวันท้ายของการปักแจกันแสดงว่าสีเปลี่ยนเป็นสีเหลืองปนน้ำตาลแดง กล่าวได้ว่ากุหลาบสีขาวในวันเริ่มปักแจกันกลีบดอกมีสีขาวนวล และเปลี่ยนเป็นสีขาวอมเหลือง ในวันใกล้หมดอายุการปักแจกัน และเป็นสีเหลืองปนน้ำตาลในวันสิ้นอายุปักแจกัน การเปลี่ยนแปลงดังกล่าวเป็นการเสื่อมสภาพ (senescence) ของกลีบดอก ซึ่งมีสาเหตุสำคัญมาจากเอทิลีน เนื่องจากเอทิลีนมีผลทำให้มีการเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยา เช่น เกิดการเหลืองที่ใบ การหลุดร่วงของกลีบดอก เร่งอัตราการหายใจ (จริงแท้, 2541)

การศึกษาจำนวนประชากรของเชื้อจุลินทรีย์จากสารละลายปักแจกันบนจานเพาะเชื้อในวันที่ 10 ของการปักแจกัน พบว่าการปักแจกันในสารละลายเคอร์คูมิน 0.015% ร่วมกับน้ำตาลซูโครส 5% มีจำนวนประชากรของเชื้อจุลินทรีย์น้อยที่สุดเพียง  $26 \times 10^{-6}$  โคโลนีต่อน้ำ 50 มิลลิลิตร เมื่อเปรียบเทียบกับวันเดียวกันกับสารละลายเอทานอล 5% ร่วมกับน้ำตาลซูโครส 5% และสารละลาย floralife ความเข้มข้น

1% มีค่าเท่ากับ  $80 \times 10^{-6}$  และ  $64 \times 10^{-6}$  โคลโลนี่ต่อน้ำ 50 มิลลิลิตร ตามลำดับ แต่เมื่อเทียบกับการปักแจกันในน้ำกลั่น พบว่ามีจำนวนเชื้อจุลินทรีย์เท่ากับ  $31 \times 10^6$  โคลโลนี่ต่อน้ำ 50 มิลลิลิตร ซึ่งสารละลายเคอร์คูมินมีประสิทธิภาพในการยับยั้งแบคทีเรีย (Chandarana *et al.*, 2005) ส่งผลให้ไม่เกิดการอุดตันของท่อน้ำ ทำให้มีการคุดน้ำในอัตราคงที่อย่างต่อเนื่อง ต่างจากการปักแจกันในน้ำกลั่นที่พบว่าดอกกุหลาบมีอัตราการคุดน้ำลดลงอย่างต่อเนื่องตลอดอายุการปักแจกัน นอกจากนี้เชื้อจุลินทรีย์ยังสามารถสังเคราะห์สารพิษซึ่งเร่งการเสื่อมสภาพของดอก และทำให้การเคลื่อนที่ของน้ำในก้านช้ำลง โดยเฉพาะบริเวณใกล้รอยตัด ส่งผลให้ดอกไม้มีอายุสั้นลง (จริงแท้, 2550) สำหรับอายุการปักแจกันของ floralife ความเข้มข้น 1% สารละลายเอทานอล 5% ร่วมกับน้ำตาลซูโครส 5% มีอายุการปักแจกันนานที่สุด 10 วัน เมื่อเปรียบเทียบกับการปักแจกันในน้ำกลั่นที่มีอายุการปักแจกันเพียง 5 วัน ซึ่งมีความแตกต่างกันทางสถิติ สาเหตุที่สารละลายเอทานอลสามารถยืดอายุการปักแจกันได้เป็นเพราะสารชนิดนี้ช่วยฆ่าเชื้อจุลินทรีย์ และลดแรงตึงผิวของน้ำทำให้ก้านดอกคุดน้ำได้ดีขึ้น (จริงแท้, 2550) นอกจากนี้ยังมีรายงานว่าสารละลายเอทานอลสามารถยับยั้งการสังเคราะห์เอทิลีน และลดอัตราการหายใจของดอกไม้บางชนิดได้ เช่น คาร์เนชั่น แต่ถ้าใช้ในความเข้มข้นที่มากเกินไปจะส่งผลให้น้ำเยื่อเปลี่ยนสีเป็นสีน้ำตาล พร้อมทั้งเกิดการโค้งงอของก้านคอดอกได้ และอายุการปักแจกันสั้นลง (Wu *et al.*, 1992)

การปักแจกันดอกกุหลาบชาวพันธุ์ไวท์คริสมาสต์ในสารละลายเอทานอล 5% ร่วมกับน้ำตาลซูโครส 5% สามารถชะลอการผลิตเอทิลีนสูงสุด (peak) ได้ถึง 3 วัน โดยจะเกิดขึ้นในวันที่ 5 ของการปักแจกันและเมื่อเปรียบเทียบกับการปักแจกันในน้ำกลั่นพบว่าการผลิตเอทิลีนสูงสุดในวันที่ 2 และจากผลการทดลองนี้ยังพบว่า ดอกกุหลาบสีชาวพันธุ์ไวท์คริสมาสต์มีการผลิตเอทิลีนสูงสุดน้อยกว่าในกุหลาบสายพันธุ์สีแดง เนื่องจากพบว่าในดอกกุหลาบสีแดงที่ปักแจกันในน้ำกลั่น มีการผลิตเอทิลีนสูงสุดในวันที่ 6 เท่ากับ  $2.25 \text{ nL C}_2\text{H}_4 \text{ g}^{-1} \text{ h}^{-1}$  (Chamani *et al.*, 2005) สำหรับอัตราการหายใจสูงกว่าน้ำกลั่นอย่างมีนัยสำคัญ และมีอายุการปักแจกันเพิ่มขึ้นจาก 5 วัน เป็น 10 วัน เมื่อเทียบกับน้ำกลั่น ส่วนสารละลายเคอร์คูมินมีการผลิตเอทิลีนสูงสุดในวันที่ 3 ของการปักแจกัน ซึ่งช้ากว่าในน้ำกลั่นที่มีการผลิตเอทิลีนสูงสุดในวันที่ 2

สำหรับการใช้สาร 1-MCP รมให้กับดอกกุหลาบชาวพันธุ์ไวท์คริสมาสต์สามารถลดการผลิตเอทิลีนลงได้ แต่ไม่มีผลต่ออายุการปักแจกันเนื่องจากกุหลาบชาวพันธุ์ไวท์คริสมาสต์มีการผลิตเอทิลีนน้อยเมื่อเทียบกับดอกกุหลาบสีอื่น (Muller *et al.*, 2000) ทำให้เอทิลีนไม่ใช่ปัจจัยหลักที่ทำให้เกิดการเสื่อมสภาพของดอกกุหลาบชาวพันธุ์ไวท์คริสมาสต์ สำหรับในน้ำกลั่น และสารละลายเคอร์คูมิน การรม 1-MCP ส่งผลให้มีการชะลอของการผลิตเอทิลีนสูงสุดช้ากว่าในการทดลองที่ไม่ได้รม 1-MCP ในขณะที่ดอกกุหลาบที่ไม่ได้รมและรมสาร 1-MCP เมื่อปักแจกันในเอทานอลสามารถยืดอายุการปักแจกันได้ไม่แตกต่างกัน

### สรุปผลการทดลอง

จากการศึกษาเรื่องผลของสารเคอร์คูมิน และ 1-MCP ต่ออายุการปักแจกันของดอกกุหลาบขาว พันธุ์ไวท์คริสมาสต์ สรุปได้ดังนี้

1. ดอกกุหลาบที่นำมาปักแจกันในสารละลายเอทานอล 5% ร่วมกับน้ำตาลซูโครส 5% และสารละลาย floralife ความเข้มข้น 1% ร่วมกับน้ำตาลซูโครส 5% มีการบานต่อเนื่องและสามารถยืดอายุการปักแจกันได้ยาวนานที่สุดคือ 10 วัน ซึ่งมีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ กับดอกกุหลาบที่ปักแจกันในสารละลายเคอร์คูมิน 0.015% ร่วมกับน้ำตาลซูโครส 5% ที่มีอายุการปักแจกัน 8 วัน และดอกกุหลาบที่ปักแจกันในน้ำกลั่นมีการบานต่อเนื่องและมีอายุการปักแจกันน้อยที่สุดเพียง 5 วัน
2. ดอกกุหลาบที่ปักแจกันในสารละลายเอทานอล 5% ร่วมกับน้ำตาลซูโครส 5% สามารถชะลอการผลิตเอทิลีน และอัตราการหายใจของดอกกุหลาบได้ดีกว่าทริตเมนต์อื่นๆ
3. การปักแจกันในสารละลายเคอร์คูมิน ความเข้มข้น 0.015% ร่วมกับน้ำตาลซูโครส 5% มีจำนวนประชากรของเชื้อจุลินทรีย์ในสารละลายปักแจกันน้อยกว่าการปักแจกันในสารละลายชนิดอื่นๆ
4. การรมดอกกุหลาบด้วยสาร 1-MCP แล้วนำมาปักแจกันในน้ำกลั่น พบว่าที่ความเข้มข้น 500  $\text{nLL}^{-1}$  ระยะเวลา 6 และ 12 ชั่วโมง มีอายุการปักแจกันยาวนานที่สุดคือ 7 วัน และมีการเปลี่ยนแปลงน้ำหนักสดเท่ากับ 58.41%
5. ดอกกุหลาบที่รมและไม่รมด้วย 1-MCP ความเข้มข้น 500  $\text{nLL}^{-1}$  นาน 12 ชั่วโมง ปักแจกันในสารละลายเอทานอล 5% ร่วมกับน้ำตาลซูโครส 5% มีอายุการปักแจกันเท่ากัน คือ 10 วัน มีการบานมากกว่าดอกที่ไม่ได้รม 1-MCP แต่อัตราการคูดน้ำ และอัตราการลดลงของน้ำหนักสดไม่มีแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญระหว่างการรมกับไม่รมสาร 1-MCP

## เอกสารอ้างอิง

- จริงแท้ สิริพานิช. 2541. สรีรวิทยาและเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยวผัก และผลไม้. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- จริงแท้ สิริพานิช. 2550. ชีววิทยาหลังการเก็บเกี่ยวและการวางขายของพืช. พิมพ์ครั้งที่ 2. นครปฐม: ศูนย์ส่งเสริมและฝึกอบรมการเกษตรแห่งชาติ.
- สายชล เกตุษา. 2531. เทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยวของดอกไม้. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- สมบุญ เตชะภิญญาวัฒน์. 2548. สรีรวิทยาของพืช. พิมพ์ครั้งที่ 4. กรุงเทพฯ: จามจุรีโปรดักท์.
- สมร เสวตมงคล. 2550. กุหลาบ. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพฯ: อักษรสยามการพิมพ์.
- Batista, R.J. da Rocha., J.A.S. Grossi, J.I. Ribeiro Junior, and F.L. Finger. 2009. Rose flower longevity in response to ethylene and 1-methylcyclopropene (1-MCP). *Acta Hort.* 847: 363-368.
- Cameron, A.C. and Reid, M.S. 2001. 1-MCP Blocks Ethylene-induced Petal Abscission of *Pelargonium peltatum* but the Effect is Transient. *Postharvest Biol. Technol.* 22: 169-177.
- Cuquel, F.L., Drefahl, A. and Dronk, A.G. 2007. Enhancing Vase Life of Rose with 1-MCP. *Acta Hort.* 751: 455-458.
- Chamani, E., Khalighi, A., Joyce, D.C., Irving, D.E., Zamani, Z.A., Mostofi, Y. and Kafi, M. 2005. Ethylene and anti-ethylene treatment effects on cut 'First Red' rose. *J. Appl. Hort.* 7(1): 3-7.
- Chandarana, S H., Shipra B. and Sumitra V.C. 2005. Comparison of Antibacterial Activities of Selected Species of Zingiberaceae Family and Some Synthetic Compounds. *Turk J. Biol.* 29: 83-97.
- Hadas, S.P., Golan, O., Rosenberger, I., Salim, S. Kochanek, and Meir, S. 2005. Efficiency of 1-MCP in Neutralizing Ethylene Effects in Cut Flowers and Potted Plants Following Simultaneous or Sequential Application. *Acta Hort.* 699: 321-328.
- Hunter, D.A., Yi, M., Xu, X. and Reid, M.S. 2004. Role of Ethylene in Perianth Senescence of Daffodil (*Narcissus pseudonarcissus* L. 'Dutch Master'). *Postharvest Biol. Technol.* 32: 269-280.
- Kim, H.J., Craig, R. and Brown, K. M. 2007. Ethylene Resistance of Regal *Pelargonium* is Complemented but not Replaced by 1-MCP. *Postharvest Biol. Technol.* 45: 66-72.
- Muller, R. Edward, C.S. and Margrethe, S. 2000. Stress induced ethylene production, ethylene inducing, and the response to the ethylene action inhibitor 1-MCP in miniature roses. *Scientia Horticulturae.* 83: 51-59.

- Negi P.S., Jayaprakasha G.K., Jagan Mohan Rao L. and Sakariah K.K. 1999. Antibacterial Activity of Tumeric Oil: A By product from เกษตรกรรม Manufacture. J. Agric. Food Chem. 47: 4297-4300.
- Porat, R., Shlomo, E., Serek, M. and Sisler, E. C. 1995. 1-Methylcyclopropene Inhibits Ethylene Action in Cut Phlox Flowers. Postharvest Biol. Technol. 6: 313-319.
- Pun, U.K., Rowarth, J.S., Barnes M.F. and Heyes J.A. 2001. The Role of Ethanol or Acetaldehyde in the Biosynthesis of Ethylene in Carnation (*Dianthus caryophyllus* L.) cv. Yellow Candy. Postharvest Biol. Technol. 21: 235-239.
- Wu, M.J., Zacarias L., Saltveit, M.E. and Reid, M. S. 1992. Alcohols and Carnation Senescence. HortSci. 27(2): 136-138.