การชะลอการเกิดสีน้ำตาลของดอกพุดตูม (*Tabernaemontana pandacaqui* Lam) ด้วยสารแคลเซียมคลอไรด์ภายใต้การเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำ

Delay in browning appearance of Pudtoom flowers (*Tabernaemontana pandacaqui* Lam) by calcium chloride under low temperature storage

สุพิชญ์พงศ์ ภูหวล[1] กาญจนา กุลวิทิต[1] ปิยะพงษ์ บุญสรรค์[1] กีรติกร อุทธยาวงศ์[1] และชนิดา เยรัมย์[2]

S. Puhual[1], K. Kulwitit[1], P. Boonsan[1], K. Authayawong[1] and C. yaeram[2]

[1]สาขาวิชาเทคโนโลยีการผลิตพืช คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยกาฬสินธุ์ กาฬสินธุ์ 46000

[2]สาขาเทคโนโลยีเกษตรฯ คณะวิทย์ฯและศิลปศาสตร์ ศูนย์กลางมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน นครราชสีมา 44000

E-mail : supitchpong@gmail.com โทร. 0847915656

บทคัดย่อ

การเกิดสีน้ำตาลของดอกพุดตูม (*Tabernaemontana pandacaqui* Lam) เป็นปัญหาหนึ่งของการเปลี่ยนแปลงคุณภาพระหวางการเก็บรักษา ทำให้มีอายุการเก็บรักษาสั้น การศึกษานี้ จึงมีวัตถุประสงคเพื่อชะลอการเกิดสีน้ำตาลของดอกพุดตูมระหวางการเก็บรักษาในสภาพอุณหภูมิต่ำ โดยใช้สาร $CaCl_2$ ที่ความเข้มข้น 5 ระดับ คือ (0 : ไม่ใช้สาร 100 300 500 และ 700 ppm) วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (completely randomized design; CRD) จำนวน 4 ซ้ำ 5 ถุงต่อหนึ่งหน่วยทดลอง น้ำหนัก 5 กรัมต่อถุง เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 6±2 องศาเซลเซียส ดำเนินการทดลองระหว่างเดือนกุมภาพันธ์ถึงมีนาคม 2560 ณ ห้องปฏิบัติการสาขาวิชาเทคโนโลยีการผลิตพืช คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยกาฬสินธุ์ ประเมินการเกิดสีน้ำตาลทุกๆ 3 วัน วัน ถึงระยะสิ้นสุดอายุการเก็บรักษา ส่วนการสูญเสียน้ำหนักดอกและอายุการเก็บรักษา ประเมินที่ระยะสิ้นสุดอายุการเก็บรักษาครั้งเดียว ผลการทดลอง พบว่า $CaCl_2$ ทุกระดับความเข้มข้น สามารถชะลอและลดการเกิดสีน้ำตาล และการสูญเสียน้ำหนักของดอกพุดตูมระหว่างการเก็บรักษาได้ โดยเฉพาะดอกพุดตูมที่ได้รับ $CaCl_2$ 500 ppm จะเกิดสีน้ำตาล (28.90 เปอร์เซ็นต์) และสูญเสียน้ำหนักดอก (7.35 กรัม) น้อยที่สุดและแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ($p< 0.05$) เมื่อเปรียบเทียบกับความเข้มข้นอื่นและไม่ใช้สาร นอกจากนี้ การใช้ $CaCl_2$ ทุกความเข้มข้นไม่มีผลต่ออายุเก็บรักษาดอกพุดตูม แต่มีแนวโน้มว่าดอกพุดตูมที่ได้รับสาร 500 ppm มีอายุเก็บรักษานานที่สุด 13.75 วัน ขณะที่ไม่ได้รับสารมีอายุการเก็บรักษาเพียง 11.50 วัน

คำสำคัญ : ปฏิกิริยาการเกิดสีน้ำตาล แคลเซียมคลอไรด์ ดอกพุดตูม

ABSTRACT

One of the main causes of short-storage life flower buds of Pudtoom flowers (*Tabernaemontana pandacaqui* Lam) is browning appearance. The objective of this study was to delay in browning appearance of Pudtoom flowers using $CaCl_2$ solution under low temperature storage. The experiment was implemented from February - March 2017 at the Laboratory of the Division of Plant Production Technology, Faculty of Agro-Industrial Technology, Kalasin University. The experiment was arranged in a completely randomized design (CRD) by using $CaCl_2$ at five concentrations (0 : untreated, 100, 300, 500 and 700 ppm) with 4 replications at 5 bags each, each weighing 5 gm and were stored at 6±2 °C. Browning appearance was evaluated every 3 days until their storage life ended, weight loss and storage life were observed only once at their storage life ended. The results showed that Pudtoom flowers treated with 500 ppm $CaCl_2$ was the most effective method to delay in browning appearance and decrease of weight loss that gaved significant reduced the least of browning appearance (28.90 percents) and decreased the least of weight loss (7.35 gm) when compared to untreated. In addition, none of the concentrations of $CaCl_2$ had any effect on Pudtoom's storage life. Thus 500 ppm of $CaCl_2$ tented to bring about the longest storage life (13.75 days) while the untreated could be stored for 11.50 days.

Keywords : browning reaction, calcium chloride, *Tabernaemontana pandacaqui* Lam

1. บทนำ

พุดตูม (*Tabernaemontana pandacaqui* Lam) มีชื่ออื่นๆ เช่น พุดร้อยมาลัย พุดฝรั่ง มะลิฝรั่ง จัดในวงศ์ APOCYNACEAE เป็นไม้พุ่มที่ปลูกและดูแลง่าย ออกดอกดก ออกเป็นช่อ และออกดอกง่ายตลอดทั้งปี เมื่อดอกตูมเต็มที่มักจะมีขนาดเท่าๆ กัน จึงเลือกเก็บดอกตูมได้ง่าย ลักษณะเด่นของดอกพุดตูม คือ ดอกจะไม่ยอมบาน (นิภารัตน์, 2555) มีก้านดอกที่แข็งแรงและยาวใกล้เคียงกัน เมื่อนำมาร้อยพวงมาลัย การจัดเรียงดอกพุดจึงทำได้ง่ายยิ่งขึ้น และดูเรียงเป็นระเบียบ สวยงาม คล้ายดอกไม้ประดิษฐ์ ดอกพุดตูมจึงได้เปรียบดอกไม้ชนิดอื่นๆ ที่นำมาร้อยพวงมาลัย หรือทำพานพุม เช่น ดอกพุดจักร พุดกังหัน หรือแม้แต่ดอกมะลิลา ซึ่งดอกจะบานเร็ว และขนาดของดอกไม่สม่ำเสมอ อย่างไรก็ตาม การใช้ประโยชน์จากดอกพุดตูม มีข้อจำกัด คือ ภายหลังจากการเก็บดอกจากต้น ดอกมีอายุการใช้งานค่อนข้างสั้น เนื่องจากเกิดการเปลี่ยนแปลงทางชีวเคมีภายในนำไปสู่การเสื่อมสภาพของดอก เช่น การเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาลของกลีบดอก และการเหี่ยวแห้งของดอกที่เกิดขึ้นในช่วงระยะเวลาสั้นๆ เนื่องจากกลีบดอกมีการสร้างเอทิลีนเพิ่มขึ้นอย่างมาก (นิธิยา และดนัย, 2556; Faragher and Mayak, 1984) จึงทำให้ดอกไม้มีอัตราการหายใจเพิ่มสูงขึ้น เป็นต้นเหตุที่สำคัญให้ดอกเสื่อมสภาพเร็วขึ้น (Kug and Workman, 1998) เมื่อเกิดการเสื่อมสภาพของเนื้อเยื่อ ทำให้มีการรั่วไหลของสารละลายภายในเซลล์ ส่งเสริมการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันของสารประกอบฟีนอลที่กระตุ้นการเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาลได้เร็วขึ้น (จริงแท้, 2549) อายุการเก็บรักษาของดอกไม้จึงสั้นลง มีการศึกษาผลของสารเคมีที่มีความปลอดภัยต่อผู้ใช้และไม่เป็นอันตราย ต่อสิ่งแวดล้อม เช่น การใช้แคลเซี่ยมคลอไรด์ (calcium chloride; $CaCl_2$) ซึ่งเป็นสารที่ใช้เติมแต่งอาหาร ก่อนนำไปบรรจุกระป๋อง จะช่วยให้ผักผลไม้มีเนื้อแข็ง และกรอบ (firming agent) จากการศึกษา พบว่า $CaCl_2$ ความเข้มข้น 0.5 เปอร์เซ็นต์ สามารถชะลอและลดการเกิดสีน้ำตาลในดอกมะลิลาได้ดี (ศิวณัฐ และคณะ, 2557) และลดการเปลี่ยนสีในกลีบใบประดับดอกหน้าวัว เมื่อใช้ความเข้มข้น 1 เปอร์เซ็นต์ (อัมพวรรณ และนิรมล, 2551) นอกจากนี้ยังมีรายงานการใช้ $CaCl_2$ ลดการเกิดสีน้ำตาลในผักและผลไม้ตัดแต่งหลายชนิด เช่น สาลี่ (Sajid et al., 2014) แอปเปิ้ลตัดแต่ง (Shirzadeh, 2011) และกะหล่ำปลีแปรรูป (Eleni and Varzakas, 2011) เป็นต้น ปัจจุบัน ยังไม่มีผู้ทำการศึกษาวิจัยวิธีปฏิบัติในการชะลอการเปลี่ยนสภาพในดอกพุดตูมหลังการเก็บเกี่ยวกันอย่างจริงจัง ดังนั้น งานวิจัยนี้ จึงมีวัตถุประสงค์ เพื่อชะลอการเกิดสีน้ำตาลของดอกพุดตูมระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำ ด้วยสาร $CaCl_2$ ที่ระดับความเข้มข้นที่เหมาะสม

2. วิธีการทดลอง

การชะลอการเกิดสีน้ำตาลของดอกพุดตูมระหว่างการเก็บรักษาด้วยสาร $CaCl_2$ โดยนำดอกพุดตูม ที่เก็บเกี่ยวและคัดเลือกดอกมีขนาดขนาดสม่ำเสมอ สด ใหม่จากต้น ปราศจากการบอบช้ำ แช่ในสารละลาย $CaCl_2$ นาน 15 นาที ที่ความเข้มข้น 5 ระดับ (ทรีตเมนท์) คือ 0 100 300 500 และ 700 ppm วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (completely randomized design; CRD) จำนวน 4 ซ้ำ 5 ถุงต่อหนึ่งหน่วยทดลอง (น้ำหนัก 5 กรัมต่อถุง) หลังจากนั้น นำขึ้นผึ่งให้สะเด็ดน้ำ แล้วบรรจุใส่ถุงพลาสติกใส ชนิด พีพี (polypropylene) ขนาด 3x5 นิ้ว 5 กรัมต่อถุง ทำการทดลองเก็บรักษาที่สภาพอุณหภูมิต่ำ 6±2 องศาเซลเซียส ณ ห้องปฏิบัติการ สาขาวิชาเทคโนโลยีการผลิตพืช คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยกาฬสินธุ์

การบันทึกข้อมูล ทำการบันทึกข้อมูลการเปลี่ยนแปลงคุณภาพดอกพุดตูมระหว่างเก็บรักษา ดังนี้

1. เปอรเซ็นตการเกิดสีน้ำตาล โดยเก็บข้อมูลการเปลี่ยนแปลงระหว่างเก็บรักษาทุกๆ 3 วัน ใช้เกณฑ์การให้คะแนนตามวิธีของ Barta and Tibbitts (1991) คิดเทียบเป็นเปอร์เซ็นต์ของการเกิดสีน้ำตาลที่เกิดขึ้นบนกลีบดอก โดยเกณฑ์การให้คะแนนคิดเทียบเป็นเปอร์เซ็นต์ ดังนี้

ไม่เกิดสีน้ำตาล	= 0	เปอร์เซ็นต์
เกิดสีน้ำตาลระดับ 1/4 ของพื้นที่ดอก	= 25	เปอร์เซ็นต์
เกิดสีน้ำตาลระดับ 1/2 ของพื้นที่ดอก	= 25-50	เปอร์เซ็นต์
เกิดสีน้ำตาลระดับ 3/4 ของพื้นที่ดอก	= 50-75	เปอร์เซ็นต์
เกิดสีน้ำตาลทั้งหมด	= 100	เปอร์เซ็นต์

2. เปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนัก (weight loss; %) โดยการชั่งน้ำหนักดอกพุดตูมก่อนและหลังจากสิ้นสุดอายุการเก็บรักษา แล้วนำผลมาหาค่าการเปลี่ยนแปลงน้ำหนักและแสดงผลเป็นเปอร์เซ็นต์น้ำหนักที่สูญเสียไป

3. อายุเก็บรักษา อายุเก็บรักษาดอกพุดตูมจะสิ้นสุดเมื่อดอกเกิดสีน้ำตาลที่ระดับความรุนแรง 1/4 ของพื้นที่ดอก (25 เปอร์เซ็นต์) ตามวิธีการของ Barta and Tibbitts (1991)

การวิเคราะห์ข้อมูล โดยนำข้อมูลทั้งหมดมาวิเคราะห์ผลด้วยวิธี analysis of variance และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยโดยวิธี DMRT (Duncan's New Multiple Range Test) โดยใช้โปรแกรม SPSS เวอร์ชัน 20

3. ผลการทดลองและวิจารณ์ผล

จากการศึกษา การชะลอการเกิดสีน้ำตาลของดอกพุดตูมระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำ ด้วยสาร $CaCl_2$ ในระดับความเข้มข้นที่ต่างกัน 5 ระดับ คือ 0 100 300 500 และ 700 ppm ได้ผลการทดลอง ดังนี้

เปอรเซ็นตการเกิดสีน้ำตาล

การประเมินความเสียหายจากการเกิดสีน้ำตาลของดอกพุดตูมระหว่างการเก็บรักษาในสภาพอุณหภูมิต่ำ 6±2 องศาเซลเซียส หลังการแช่ด้วยสาร $CaCl_2$ ที่ระดับความเข้มข้นต่าง ๆ พบว่า ที่อายุการเก็บรักษาในช่วง 3 และ 6 วันแรก ไม่ปรากฏการเกิดสีน้ำตาลบนดอกพุดตูมเลย เมื่ออายุการเก็บรักษานานขึ้น ตั้งแต่ 9 12 และ 15 วัน จะเห็นว่า ดอกพุดตูมที่ได้รับ $CaCl_2$ ทุกระดับความเข้มข้น จะพบความเสียหายจากการเกิดสีน้ำตาลน้อยกว่าดอกที่ไม่ได้รับสาร ซึ่งมีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ($P<0.05$) (ตารางที่ 1) เป็นที่น่าสังเกตว่า ทุกช่วงอายุการเก็บรักษา 9 12 และ 15 วัน ดังกล่าว ดอกพุดตูมที่ได้รับ $CaCl_2$ ความเข้มข้น 500 ppm พบความเสียหายจากการเกิดสีน้ำตาลน้อยที่สุด คือ 9.06 19.55 และ 28.90 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ รองลงมา คือ ดอกพุดตูมที่ได้รับ $CaCl_2$ ความเข้มข้น 700 ppm ซึ่งมีระดับการเกิดสีน้ำตาล 10.48 21.76 และ 32.66 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ การเกิดสีน้ำตาลของดอกพุดตูม เมื่ออายุการเก็บรักษายิ่งนานวันขึ้น จะทวีความรุนแรงมากขึ้น (ตารางที่ 1) ซึ่งเกิดจาก ดอกพุดตูมเมื่อเข้าสู่ระยะแก่ จะเกิดการเปลี่ยนแปลงทางชีวเคมีภายใน นำไปสู่การเสื่อมสภาพของดอก กระตุ้นการสร้างเอทิลีนในปริมาณที่สูงกว่าเนื้อเยื่อบริเวณอื่น และเนื้อเยื่อพืชนั้นมีการหายใจเพิ่มมากขึ้น (นิธิยา และดนัย, 2556; Faragher and Mayak, 1984) จึงเร่งการเสื่อมสภาพ โครงสร้างและการทำงานของเยื่อหุ้มเซลล์เสื่อมลง ส่งผลให้เกิดการรั่วไหลของสารละลายภายในเซลล์ และเร่งการเกิดปฏิกิริยาต่างๆ ระหว่างเอนไซม์โพลีฟีนอลอ๊อกซิเดส (polyphenol oxidase; PPO) กับสารประกอบฟีนอล ทำให้เกิดสีน้ำตาลมากขึ้น (จริงแท้, 2549) ดอกพุดตูม จะได้รับความเสียหายดังกล่าว เมื่ออายุการเก็บรักษาตั้งแต่ 9 วันขึ้นไป ด้วยเซลล์ทุกเซลล์มีธาตุแคลเซียม (Ca) เป็นองค์ประกอบที่สำคัญ ซึ่งมีรายงานวา Ca ชวยลดอัตราการหายใจและการสร่างเอทิลีน ทำให้มีอายุการเก็บรักษายาวนานขึ้น (จริงแท้, 2549; Yuen et al.,1993; Mahajan and Dhatt, 2004) นอกจากนี้ Ca ยังมีหน้าที่สำคัญต่อการเชื่อมผนังเซลล์ให้ยึดเกาะติดกัน ผนังเซลล์จึงมีความแข็งแรง ถ้าพืชขาดธาตุ Ca จะทำให้ผนังเซลล์เกิดการสลายตัว ส่งผลให้เซลล์พืชคลายตัวและแยกออกจากกัน เซลล์เกิดการเสื่อมสภาพและเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาลได้ง่าย (Saure, 2005; Caffall and Mohnen, 2009) การแช่ดอกพุดตูมในสารละลาย $CaCl_2$ จึงชะลอการเกิดสีน้ำตาลและยืดอายุการเก็บรักษาได้ สอดคล้องกับผลการทดลองใช้สาร $CaCl_2$ ความเข้มข้น 0.5 เปอร์เซ็นต์ สามารถชะลอการเกิดสีน้ำตาลในดอกมะลิลาภายหลังการเก็บเกี่ยวได้ดีที่สุด (ศิวณัฐ และคณะ, 2557) ส่วนการเปลี่ยนแปลงสีบนกลีบใบประดับดอกหน้าวัว เกิดน้อยที่สุด เมื่อใช้ $CaCl_2$ ที่ความเข้มข้น 1 เปอร์เซ็นต์ (อัมพวรรณ และนิรมล, 2551) ขณะที่ $CaCl_2$ ความเข้มข้น 1.5 เปอร์เซ็นต์ ควบคุมการการเกิดสีน้ำตาลบนใบผักกาดหอมได้ดี (Chomdao et al., 2011) นอกจากนี้ การใช้ $CaCl_2$ สามารถลดความเสียหายจากการเกิดสีน้ำตาลในกะหล่ำปลีแปรรูปที่เก็บในสภาพอุณหภูมิต่ำได้นาน 14 วัน (Eleni and Varzakas, 2011) ในข้าวโพดฝักอ่อนจะไม่เกิดสีน้ำตาลภายใน 12 วัน หลังจุ่มสาร $CaCl_2$ 1 เปอร์เซ็นต์ 5 นาที (Attia et al., 2011) ส่วนผลอาทิโมยา (*Annona cherimola* Mill.) ที่แช่ในสาร $CaCl_2$ 6 เปอร์เซ็นต์ ที่อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียสนาน 20 นาที สามารถควบคุมการเกิดสีน้ำตาลที่เปลือกผลได้ 6 วัน (Torres et al., 2009)

ตารางที่ 1 เปอร์เซ็นต์การเกิดสีน้ำตาลของดอกพุดตูม หลังจากได้รับ $CaCl_2$ ในระยะ 3, 6, 9, 12 และ 15 ที่เก็บรักษาในสภาพอุณหภูมิต่ำ

ทรีตเมนท์	ระดับการเกิดสีน้ำตาล (เปอร์เซ็นต์) ของดอกพุดตูม				
	3 วัน	6 วัน	9 วัน	12 วัน	15 วัน
$CaCl_2$ 0 ppm	0.00	0.00	16.64^{b}	28.33^{c}	44.18^{d}
$CaCl_2$ 100 ppm	0.00	0.00	10.77^{a}	23.61^{b}	38.42^{c}
$CaCl_2$ 300 ppm	0.00	0.00	11.42^{a}	23.18^{b}	33.73^{bc}
$CaCl_2$ 500 ppm	0.00	0.00	9.06^{a}	19.55^{a}	28.90^{a}
$CaCl_2$ 700 ppm	0.00	0.00	10.48^{a}	21.76^{ab}	32.66^{ab}
F-test	-	-	*	*	*
C.V.(%)	-	-	8.85	7.28	6.73

* มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ

ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยตัวอักษรเหมือนกันในแนวตั้ง ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ วิเคราะห์ความแตกต่างค่าเฉลี่ยโดยวิธี DMRT (Duncan's New Multiple Range Test)

เปอรเซ็นตการสูญเสียน้ำหนักและอายุการเก็บรักษา

ดอกพุดตูมที่ได้รับ $CaCl_2$ ทุกระดับความเข้มข้น ในสภาพเก็บรักษาอุณหภูมิต่ำ นาน 15 วัน มีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักน้อยกว่าดอกที่ไม่ไดรับสาร ซึ่งมีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ($P<0.05$) และจะเห็นว่า $CaCl_2$ ทีระดับความเข้มข้น 500 ppm ทำให้ดอกพุดตูมสูญเสียน้ำหนักน้อยที่สุด คือ 7.35 เปอร์เซ็นต์ มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ($P<0.05$) เมื่อเปรียบเทียบกับทุกระดับความเข้มข้นและที่ไม่ได้รับสาร (ตารางที่ 2) ดอกพุดตูมที่ได้รับ $CaCl_2$ เกิดการสูญเสียน้ำหนักลดลงน้อยกว่าดอกที่ไม่ได้รับสาร ในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำ เนื่องจากธาตุ Ca เป็นองค์ประกอบที่สำคัญและจำเป็นต่อส่วนต่าง ๆ ของพืช โดยเฉพาะผนังเซลล์ ซึ่งทำหน้าที่เชื่อมผนังเซลล์ให้ยึดเกาะติดกัน ทำให้เซลล์มีความแข็งแรง ถ้าพืชขาดธาตุแคลเซียมจะทำให้ผนังเซลล์เกิดการสลายตัว ทำให้เซลล์พืชคลายตัวและแยกออกจากกัน เซลล์เกิดการเสื่อมสภาพมากขึ้น (Saure, 2005; Caffall and Mohnen, 2009) และยังมีผลต่อการเสื่อมของโครงสร้างและการทำงานของเยื่อหุ้มเซลล์ด้วย จึงมีผลทำให้เกิดการรั่วไหลของสารต่างๆ รวมทั้งการสูญเสียน้ำจากการคายน้ำออกจากเซลล์ (Hussain et al., 2012) เมื่อเซลล์พืชสูญเสียน้ำมาก น้ำหนักจึงลดลงด้วย (จริงแท้, 2549) สอดคล้องกับงานทดลอง การใช้ $CaCl_2$ 2 เปอรเซ็นต แช่มะเกี๋ยงผลสดนาน 10 นาที แล้วเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำ ทำให้การสูญเสียน้ำหนักลดลงน้อยกว่าที่ไม่ใช้สาร และมีอายุการเก็บรักษานานที่สุดถึง 14 วัน (วาสนา และคณะ, 2558) นอกจากนี้ ยังสอดคล้องกับผลจากการใช้สาร $CaCl_2$ ที่ทำให้ผักและผลไม้ระหว่างการเก็บรักษามีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักน้อยลง เช่น ลูกพีชตัดแต่ง (Sohail et al., 2015) สาลี่ตัดแต่ง (Sajid et al., 2014) แอปเปิ้ลตัดแต่ง (Shirzadeh, 2011) และกะหล่ำปลีแปรรูป (Eleni and Varzakas, 2011) เป็นต้น

อย่างไรก็ตาม จากการประเมินอายุการเก็บรักษาดอกพุดตูมในระยะที่เกิดสีน้ำตาล ระดับ 1/4 ของพื้นที่ดอก (25 เปอร์เซ็นต์) พบว่า สาร $CaCl_2$ ทุกระดับความเข้มข้น ไม่มีผลต่ออายุการเก็บรักษาของดอกพุดตูม แต่มีแนวโน้มว่า ดอกพุดตูมที่ได้รับสาร 500 ppm มีอายุเก็บรักษานานที่สุด 13.75 วัน ขณะที่ ไม่ได้รับสารมีอายุการเก็บรักษาเพียง 11.50 วัน (ตารางที่ 2)

ตารางที่ 2 เปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักหลังจากได้รับ $CaCl_2$ นาน 15 วันและอายุการเก็บรักษาดอกพุดตูมที่ระดับการเกิดสีน้ำตาล 25 เปอร์เซ็นต์

ทรีตเมนท์	การการสูญเสียน้ำหนักดอก (เปอร์เซ็นต์)	อายุการเก็บรักษา (วัน)
$CaCl_2$ 0 ppm	11.07[d]	11.50
$CaCl_2$ 100 ppm	10.14[c]	13.oo
$CaCl_2$ 300 ppm	9.34[bc]	12.75
$CaCl_2$ 500 ppm	7.35[a]	13.75
$CaCl_2$ 700 ppm	8.58[b]	13.25
F-test	*	ns
C.V.(%)	6.34	14.91

* มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ

ns ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยตัวอักษรเหมือนกันในแนวตั้ง ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ วิเคราะห์ความแตกต่างค่าเฉลี่ยโดยวิธี DMRT (Duncan's New Multiple Range Test)

4. สรุปผล

$CaCl_2$ ที่ระดับความเข้มข้น 500 ppm สามารถชะลอและลดการเกิดสีน้ำตาลของดอกพุดตูม รวมทั้งสามารถลดเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักของดอกระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำได้ จึงเป็นความเข้มข้นที่เหมาะสมที่มีแนวโน้มยืดอายุการเก็บรักษาได้นานที่สุด

5. กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้สำเร็จได้ด้วยดี เนื่องจากได้รับความร่วมมือเป็นอย่างดียิ่ง จากทีมผู้วิจัยทุกท่านและ หัวหน้าสาขาวิชาเทคโนโลยีการผลิตพืช คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยกาฬสินธุ์ ที่ให้การสนับสนุน วัสดุ อุปกรณ์ สถานที่ทำการวิจัย รวมทั้งงบประมาณในการทำงานวิจัยในครั้งนี้ ซึ่งนอกจากจะเป็นประโยชน์ต่อแนวทางการชะลออายุการเก็บรักษาผลผลิตหลังการเก็บเกี่ยวแล้ว ยังเป็นผลดีต่อการเรียนการสอนของนักศึกษาโดยตรง จึงขอขอบคุณผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้องไว้ ณ โอกาสนี้ด้วย

6. เอกสารอ้างอิง

จริงแท้ ศิริพานิช. 2549. **ชีววิทยาหลังการเก็บเกี่ยวและการวายของพืช**. กรุงเทพฯ: ภาควิชาพืชสวน คณะเกษตร วิทยาเขตกำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

นิธิยา รัตนาปนนท และดนัย บุณยเกียรติ. 2556. **การจัดการหลังการเก็บเกี่ยวดอกไม**. โอเดียนสโตร จำกัด. กรุงเทพฯ. 250 น.

นิภารัตน์ ถิตย์ถนอม. **เกร็ดความรู้ พุดตูม พุดร้อยมาลัย.** [Online]. เข้าถึงจาก http:// niparut0322. blogspot. com/ 2012/ 09/blog.post_8376.html: 2555.

วาสนา พิทักษพล, ไอรดา สมชาติ, ปวีณพล คุณารูป และสมสุดา วรพันธ์. 2558. **ผลของแคลเซียมคลอไรดตอคุณภาพและอายุการเก็บรักษามะเกี๋ยงผลสด**. ว. วิทย์. กษ. 46 : 3/1 (พิเศษ) : 275-278.

ศิวณัฐ คงสวัสดิ์, เบ็ญจวรรณ ชุติชูเดช และประสิทธิ์ ชุติชูเดช. 2557. **ผลของสารแคลเซียมคลอไรด์ ($CaCl_2$) ต่อการเกิดสีน้ำตาลในดอกมะลิที่เก็บรักษาอุณหภูมิต่ำ**. วารสารพืชศาสตร์สงขลานครินทร์ 1(4) : 1-5.

อัมพวรรณ สนั่นชัย และนิรมล สันติภาพวิวัฒนา. 2551. **การใช้สารละลายแคลเซียมคลอไรด์เพื่อยืดอายุการปักแจกันของดอกหน้าวัว**. วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร 39 (3) (พิเศษ): 235-238.

Attia, M.M., S.M. Saleh and E.M. El-Shabrawy. 2011. **Effect of anti- browning agents and wrapping film on browning inhibition and maintaining quality of baby corn during storage**. Journal Plant Production 2 (12): 1667–1682.

Barta, D.J. and T.W. Tibbitts. 1991. **Calcium localization in lettuce leaves with and without tip burn: comparison of controlled-environment and field-grown plants**. The Journal of the American Society for Horticultural Science 116: 870-875.

Caffall K. H. and D. Mohnen. 2009. **The structure, function, and biosynthesis of plant cell wall pectic polysaccharides.** Carbohydrate Research 344 : 1879–1900.

Chomdao Khumjing, B. Chutichudet, P. Chutichudet and K. Boontiang, 2011. **Effects of Different Calcium Applications for Controlling Browning Appearance in Lettuce**. International Journal of Agricultural Research, 6: 238-254.

Eleni M. and T. Varzakas. 2011. **Effect of storage conditions on the sensory quality, colour and texture of fresh-cut minimally processed cabbage with the addition of ascorbic acid, citric acid and calcium chloride.** Food and Nutrition Sciences 2: 956-963.

Faragher, J.D. and S. Mayak. 1984. **Physiological responses of cut rose flowers to exposure to low temperature: Changes in membrane permeability and ethylene production**. J. Expt. Bot. 35: 965-974.

Hussain, P. R., R. S. Meena, M. A. Dar and A.M. Wani. 2012. **Effect of post-harvest calcium chloride dip treatment and gamma irradiation on storage quality and shelf-life extension of Red delicious apple**. Journal of Food Science and Technology 49: 415 - 426.

Kug, R. and M. Workman. 1998. **The relation of maturity to the respiration and keeping quality of cut carnations and chrysanthemum**. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 84: 575-581.

Mahajan, B.V.C. and A.S. Dhatt. 2004. **Studies on postharvest calcium chloride application on storage behavior and quality of Asian pears during cold storage**. Journal of Food Agriculture – Environment 2(3-4): 157-159.

Sajid, M., M. Mukhtiar, A. Rab, S.T. Shah and I. Jan. 2014. **Influence of Calcium Chloride ($CaCl_2$) on fruit quality of pear (pyrus communis)cv. le conte during storage.** Pakistan Journal of Agricultural Sciences 51: 113-121.

Saure, M.C. 2005. **Calcium translocation to fleshy fruit: its mechanism and endogenous control.** Scientia Horticulturae 105: 65–89.

Shirzadeh, E., V. Rabiei, and Y. Sharafi. 2011. **Effect of calcium chloride (CaCl2) on postharvest quality of apple fruits.** African Journal of Agricultural Research 6(22): 5139-5143.

Sohail, M., M. Ayub, S.A. Khalil, A. Zeb, F. Ullah, S.R. Afridi and R. Ullah. 2015. **Effect of calcium chloride treatment on post harvest quality of peach fruit during cold storage**. International Food Research Journal 22(6): 2225-2229.

Torres, A. R., M. A. Silva, D. G. Guaglianonil and V. A. Neves. 2009. **Effect of heat treatment and calcium on postharvest storage of atemoya fruits**. Alim. Nutr. 20(3) : 359-367.

Yuen, L. W., W. Tianxia and A.E. Watada. 1993. **Quality and microbial changes of fresh-cut mango cubes held in controlled atmosphere**. HortScience 36(6): 1091-1095.