

ผลของสารแคลเซียมคาร์บอเนต (CaCO_3) ต่อการเกิดสีน้ำตาลในดอกมะลิ Effects of Calcium Carbonate on Browning Appearance in Jasmine Flower

ธัญญาภัสร์ ศรีวิจารย์¹, เบ็ญจวรรณ ชุตินุเดช², ประสิทธิ์ ชุตินุเดช³

Thanyaphat Sriwichan¹, Benjawan Chutichudet², Prasit Chutichudet³

Received: 13 June 2016 ; Accepted: 17 October 2016

บทคัดย่อ

งานทดลองนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของสารแคลเซียมคาร์บอเนต (CaCO_3) ต่อการเกิดสีน้ำตาลในดอกมะลิภายหลังการเก็บเกี่ยว วางแผนการทดลองแบบ Completely Randomized Design (CRD) โดยใช้ CaCO_3 ที่ความเข้มข้น 4 ระดับ คือ 0.1, 0.3, 0.5 และ 0.7 เปอร์เซ็นต์ เปรียบเทียบกับการไม่แช่ จำนวน 4 ซ้ำ นาดอกมะลิแช่ในสารละลาย CaCO_3 ที่ความเข้มข้นต่าง ๆ เป็นเวลา 5 นาที แล้วนำมาบรรจุใส่ถุงพลาสติกโพลีโพรพิลีน นำไปเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10 ± 2 องศาเซลเซียส ทำการทดลองระหว่างเดือนธันวาคม 2556 ถึงเดือนพฤษภาคม 2557 ณ ห้องปฏิบัติการภาควิชาเทคโนโลยีการเกษตร คณะเทคโนโลยีมหาวิทยาลัยมหาสารคาม บันทึกข้อมูลการเกิดสีน้ำตาล ปริมาณสารประกอบฟีนอล ปริมาณสารควิโนน และอายุการเก็บรักษา ผลการทดลองพบว่าดอกมะลิที่ผ่านการแช่ CaCO_3 ที่ความเข้มข้น 0.1 เปอร์เซ็นต์ เกิดสีน้ำตาลน้อยที่สุดและมีอายุการเก็บรักษาดอกมะลิได้นานที่สุด คือ 10 วัน

คำสำคัญ: มะลิ, ปฏิกิริยาการเกิดสีน้ำตาล, แคลเซียมคาร์บอเนต, สารประกอบฟีนอล, ควิโนน

Abstract

The objective of this experiment was to study the effects of calcium carbonate (CaCO_3) on browning appearance in jasmine flower after harvest. The experiment was arranged in a Completely Randomized Design (CRD) by using CaCO_3 at four concentrations (0.1, 0.3, 0.5 and 0.7%) compared with untreated control with four replications. Jasmine flowers were dipped in different CaCO_3 concentrations for five min, and then packed in polypropylene plastic bag, stored at 10 ± 2 °C. The experiment was carried out during December, 2013 to May, 2014 at the Laboratory of Division of Agricultural Technology, Faculty of Technology, Mahasarakham University. The appearance, contents of phenolic compound and quinone, and shelf life were recorded. The results revealed that jasmine flower soaked with 0.1% CaCO_3 showed the minimum browning level and had the longest storage life of ten days.

Keywords: Jasmine, Browning reaction, Calcium carbonate, Phenolic compound, Quinone

บทนำ

ดอกมะลิ (*Jasminum sambac* Ait.) เป็นดอกไม้ที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจชนิดหนึ่ง อีกทั้งยังเป็นดอกไม้ที่ตลาดภายในประเทศมีความต้องการในปริมาณสูงตลอดทั้งปี โดยเฉพาะในช่วงฤดูหนาวของประเทศไทย เพราะในช่วงฤดูนี้มะลิจะออกดอกน้อยและมีราคาแพงมาก¹ ราคาดอกมะลิในช่วงฤดูดังกล่าวจะอยู่ระหว่าง 550-1,000 บาทต่อกิโลกรัม² ทั้งนี้ดอก

มะลียังมีการส่งออกไปยังตลาดต่างประเทศ ทั้งในรูปของพวงมาลัย ดอกมะลิสด และต้นมะลิ ซึ่งตลาดของดอกมะลิในต่างประเทศที่สำคัญ คือ ประเทศเนเธอร์แลนด์ อเมริกา และเบลเยียม ส่วนพวงมาลัยมะลิในตลาดต่างประเทศ คือ ประเทศอเมริกาและญี่ปุ่น³ ซึ่งสาเหตุที่ตลาดทั้งในและต่างประเทศมีความต้องการมะลิตลอดทั้งปีและเป็นจำนวนมาก เนื่องจากดอกมะลินิยมนำมาใช้ในชีวิตประจำวันและงานเทศกาลได้ใน

¹ นิสิตปริญญาโท, ²ผู้ช่วยศาสตราจารย์, ³รองศาสตราจารย์, ภาควิชาเทคโนโลยีการเกษตร คณะเทคโนโลยี, มหาวิทยาลัยมหาสารคาม อำเภอกันทรวิชัย จังหวัดมหาสารคาม 44150

¹ Master degree studies, ²Asst. Prof., ³Assoc. Prof., Department of Agricultural Technology, Faculty of Technology, Mahasarakham University, Kantharawichai District, Mahasarakham 44150, Thailand.

รูปแบบต่าง ๆ เช่น นำมาร้อยพวงมาลัย ทำดอกไม้แห้ง บูชาพระ ประดับพานพุ่ม บูชาพระ นำดอกมาอบขนมและอบใบชาให้มีกลิ่นหอม อีกทั้งมีสรรพคุณเป็นยาสมุนไพรใช้รักษาโรค มะลิจึงจัดเป็นดอกไม้ที่สามารถนำมาใช้ประโยชน์ได้หลากหลาย⁴ แต่อย่างไรก็ตาม ข้อจำกัดในการใช้ประโยชน์จากดอกมะลิคือ ดอกมะลิมีอายุการใช้งานค่อนข้างสั้นภายหลังเก็บเกี่ยวจากต้นในระยะดอกตูม เนื่องจากเกิดการเปลี่ยนแปลงทางชีวเคมีภายในนำไปสู่การเสื่อมสภาพของดอก เช่น การเปลี่ยนเป็นสีม่วงเข้มหรือน้ำตาลของกลีบดอก และการเหี่ยวแห้งของดอกที่เกิดขึ้นในช่วงระยะเวลาสั้น ๆ เพียง 1-2 วัน เนื่องจากกลีบดอกมีการสร้างเอทิลีน ซึ่งเป็นฮอร์โมนพืชที่เร่งการเสื่อมสภาพเพิ่มขึ้นอย่างมาก⁵ Faragher and Mayak (1984)⁶ รายงานว่าการผลิตเอทิลีนปริมาณสูงในดอกไม้ ทำให้ดอกไม้มีอัตราการหายใจเพิ่มขึ้น ดอกจึงเกิดการบานอย่างรวดเร็ว ทำให้เร่งการเสื่อมสภาพของดอกให้เกิดเร็วขึ้น⁷ ซึ่งพบว่าธาตุแคลเซียม (Ca) เป็นปัจจัยสำคัญที่มีผลต่อปฏิกิริยาการเกิดสีน้ำตาล เมื่อพืชขาดธาตุแคลเซียมปฏิกิริยาการเกิดสีน้ำตาลจะเริ่มขึ้น เนื่องจากธาตุแคลเซียมเป็นองค์ประกอบที่สำคัญและจำเป็นต่อส่วนต่าง ๆ ของพืช โดยเฉพาะผนังเซลล์ ซึ่งธาตุนี้ทำหน้าที่เชื่อมผนังเซลล์ให้ยึดเกาะติดกัน ทำให้ผนังเซลล์พืชมีความแข็งแรง ถ้าพืชขาดธาตุแคลเซียมจะทำให้ผนังเซลล์เกิดการสลายตัว ส่งผลทำให้เซลล์พืชสลายตัวและแยกออกจากกัน เซลล์จึงเกิดการเสื่อมสภาพและเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาลได้ง่าย⁸ จากการเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยาที่ทำให้เกิดการสลายตัวของผนังเซลล์โดยเฉพาะในบริเวณที่เรียกว่า abscission zone⁹ ซึ่งจะพบการสร้างเอทิลีนในปริมาณที่สูงกว่าเนื้อเยื่อบริเวณใกล้เคียง^{10,11} ส่งผลให้เนื้อเยื่อพืชมีการหายใจเพิ่มมากขึ้น¹² นำไปสู่การเสื่อมสภาพและเกิดการหลุดร่วงในที่สุด ซึ่งพบว่าสามารถเกิดขึ้นได้ทั้งส่วนของใบ ดอก กลีบดอก และผล โดยส่วนใหญ่จะเกิดขึ้นเมื่อพืชมีการเจริญถึงระยะบรรจบ (mature)¹³ ทั้งนี้ในปัจจุบันยังไม่มีผู้ทำการศึกษาวิธีปฏิบัติในการชะลอการเปลี่ยนแปลงสภาพในดอกมะลิภายหลังการเก็บเกี่ยวโดยใช้สารแคลเซียมในรูปแบบของแคลเซียมคาร์บอเนต (CaCO₃) กันอย่างจริงจัง ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของสารแคลเซียมคาร์บอเนต (CaCO₃) ต่อการเกิดสีน้ำตาลในดอกมะลิภายหลังการเก็บเกี่ยว อันจะเป็นประโยชน์ต่อเกษตรกรผู้ปลูก ผู้ค้า ตลอดจนผู้นำดอกมะลิไปใช้ประโยชน์ในรูปแบบต่าง ๆ

วัตถุประสงค์และวิธีการศึกษา

วางแผนการทดลองแบบ Completely Randomize Design (CRD) มี 5 ทรีทเมนต์ที่ได้แก่

- ทรีทเมนต์ที่ 1 ควบคุม (control)
- ทรีทเมนต์ที่ 2 CaCO₃ ความเข้มข้น 0.1%
- ทรีทเมนต์ที่ 3 CaCO₃ ความเข้มข้น 0.3%
- ทรีทเมนต์ที่ 4 CaCO₃ ความเข้มข้น 0.5%
- ทรีทเมนต์ที่ 5 CaCO₃ ความเข้มข้น 0.7%

แต่ละทรีทเมนต์มีจำนวน 4 ซ้ำ ซ้ำละ 15 ถู หลังจากนำดอกมะลิมาแช่ในสารละลายแคลเซียมคาร์บอเนต (CaCO₃) ที่ความเข้มข้นแต่ละระดับ นานเป็นเวลา 5 นาที จึงนำดอกมะลิมาผึ่งให้สะเด็ดน้ำบรรจุใส่ถุงพลาสติก polypropylene (PP) ขนาด 3 x 5 นิ้ว ถูละ 5 กรัม โดยดอกมะลิที่เก็บเกี่ยวระยะดอกตูมทางการค้า (12-14 วันหลังปรากฏตุ่มดอก) จากอำเภอเขียงยืน จังหวัดมหาสารคาม หลังจากนั้นนำไปเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10±2 องศาเซลเซียส และทำการบันทึกข้อมูลการเปลี่ยนแปลงคุณภาพของดอกมะลิภายหลังเก็บรักษาทุก ๆ 2 วัน

การวิเคราะห์ข้อมูล

วิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of Variance) ของแผนการทดลองแบบ Completely Randomize Design (CRD) และเปรียบเทียบผลต่างของทรีทเมนต์ในงานทดลองโดย Least Significant Difference (LSD)

การบันทึกข้อมูล

ทำการบันทึกข้อมูลการเปลี่ยนแปลงคุณภาพดอกมะลิระหว่างเก็บรักษาทุก ๆ 2 วัน ดังนี้

1. ระดับการเกิดสีน้ำตาล ใช้เกณฑ์การให้คะแนนตามวิธีของ Barta และ Tibbitts (1991)¹⁴ คิดเทียบเป็นเปอร์เซ็นต์ (%) ของการเกิดสีน้ำตาลที่เกิดขึ้นบนกลีบดอก โดยเกณฑ์การให้คะแนนคิดเทียบเป็นเปอร์เซ็นต์ ดังนี้

ไม่เกิดสีน้ำตาล (0%)

เกิดสีน้ำตาลระดับ 1/4 ของพื้นที่ดอก (25%)

เกิดสีน้ำตาลมากกว่าระดับ 1/4 ถึง 2/4 ของพื้นที่ดอก (25-50%)

เกิดสีน้ำตาลมากกว่าระดับ 2/4 ถึง 3/4 ของพื้นที่ดอก (50-75%)

เกิดสีน้ำตาลมากกว่า 3/4 ถึง ทั้งหมด (75-100%)

2. ปริมาณสารประกอบฟีนอล ใช้วิธีของ Ribeiro et al. (2008)¹⁵ หน่วยเป็นมิลลิกรัม ต่อ 100 กรัมน้ำหนักสด

3. ปริมาณสารควิโนน วิธีของ Pirie and Mullins (1976)¹⁶ หน่วยเป็นกรัมน้ำหนักสด

4. อายุเก็บรักษา อายุเก็บรักษาของดอกมะลิจะสิ้นสุดเมื่อดอกมะลิมีระดับความรุนแรงของการเกิดสีน้ำตาลอยู่ที่

ระดับ 3/4 ของพื้นที่ดอก (50-75%) ตามวิธีการของ Barta และ Tibbitts (1991)¹⁴

ผลการศึกษา

จากการทดลองใช้สาร CaCO₃ ในระดับความเข้มข้นที่ต่างกัน 4 ระดับ คือ 0.1, 0.3, 0.5 และ 0.7 เปอร์เซ็นต์ เปรียบเทียบกับทรีทเม้นท์ควบคุม (ไม่แช่แคลเซียมคาร์บอเนต) ต่อคุณภาพของดอกมะลิ ได้ผลการทดลอง ดังนี้

1. ระดับการเกิดสีน้ำตาล

จากผลการทดลองพบว่าในวันที่ 2 ของการเก็บรักษา การใช้สาร CaCO₃ ทุกระดับความเข้มข้นไม่ส่งผลกระทบต่อการเกิดสีน้ำตาลในทุกทรีทเม้นท์ ขณะที่อายุการเก็บรักษาที่ 4 วัน พบว่าการใช้ CaCO₃ ทุกระดับความเข้มข้นเกิดสีน้ำตาลในระดับที่ต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง โดยทรีทเม้นท์ที่ใช้ CaCO₃ ความเข้มข้น 0.1 เปอร์เซ็นต์ พบว่าดอกมะลิเกิดสีน้ำตาลน้อยที่สุด (13.75 เปอร์เซ็นต์) ซึ่งน้อยกว่า

กว่าการไม่แช่อย่างมีนัยสำคัญ ส่วนทรีทเม้นท์ที่ใช้ CaCO₃ ความเข้มข้น 0.5 เปอร์เซ็นต์ ส่งผลให้ดอกมะลิเกิดสีน้ำตาลมากที่สุด (27.50 เปอร์เซ็นต์) และมากกว่าการไม่แช่อย่างมีนัยสำคัญ ภายหลังจากเก็บรักษาที่อายุ 6 วัน พบว่าทรีทเม้นท์ที่ใช้ CaCO₃ ความเข้มข้น 0.1 เปอร์เซ็นต์ พบการเกิดสีน้ำตาลบนดอกมะลิน้อยที่สุด คือ 30.00 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งมีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่งกับทรีทเม้นท์ที่ใช้ CaCO₃ ที่ความเข้มข้น 0.5 และ 0.7 เปอร์เซ็นต์ พบการเกิดสีน้ำตาลมากที่สุดถึง 80.00 เปอร์เซ็นต์ และในช่วงท้ายของการเก็บรักษาที่อายุ 8 วัน พบว่าทรีทเม้นท์ที่ใช้ CaCO₃ ที่ความเข้มข้น 0.1 เปอร์เซ็นต์ ยังพบการเกิดสีน้ำตาลบนดอกมะลิน้อยที่สุด คือ 53.75 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งมีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่งกับทรีทเม้นท์ควบคุมและทรีทเม้นท์ที่ใช้ CaCO₃ ที่ความเข้มข้น 0.3, 0.5 และ 0.7 เปอร์เซ็นต์ พบการเกิดสีน้ำตาลมากที่สุด (85.00, 90.00, 100.00 และ 95.00 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ) (Table 1)

Table 1 Level of browning appearance of jasmine after dipping in different CaCO₃ solution

Treatment	Level of browning appearance (%) at different storages (days)			
	2	4	6	8
Control	11.25	21.25b ^{1/}	50.00b	85.00a
CaCO ₃ 0.1%	7.50	13.75c	30.00c	53.75b
CaCO ₃ 0.3%	12.50	25.00ab	67.50ab	90.00a
CaCO ₃ 0.5%	12.50	27.50a	80.00a	100.00a
CaCO ₃ 0.7%	13.75	23.75ab	80.00a	95.00a
F-test	ns	**	**	**
LSD	-	1.963	6.291	5.728
C.V. (%)	36.38	17.65	20.44	13.52

^{1/}Letters within columns indicate least significant differences (LSD) at ** p ≤ 0.01

ns = not significant

2. ปริมาณสารประกอบฟีนอล

จากการทดลองในวันที่ 2 พบว่าการใช้ CaCO₃ ในระดับความเข้มข้นที่ต่างกันทำให้ทุก ทรีทเม้นท์มีปริมาณสารฟีนอลที่ต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง โดยทรีทเม้นท์ที่ใช้ CaCO₃ ที่ระดับความเข้มข้น 0.7 เปอร์เซ็นต์ มีปริมาณสาร ฟีนอลมากที่สุด คือ 21.50 มิลลิกรัม ต่อ 100 กรัม น้ำหนักสด ขณะที่การใช้ CaCO₃ ความเข้มข้น 0.1 เปอร์เซ็นต์ มีสารฟีนอลในปริมาณน้อยที่สุด คือ 13.31 มิลลิกรัม ต่อ 100 กรัม น้ำหนักสด น้อยกว่าการไม่แช่ CaCO₃ อย่างมีนัยสำคัญ ในช่วง 2 และ 4 วันแรกของการเก็บรักษา พบว่าดอกมะลิในทุกทรีทเม้นท์มีสารประกอบฟีนอล

ในปริมาณที่ต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ โดยดอกมะลิที่ผ่านการแช่ CaCO₃ ที่ความเข้มข้น 0.1 และ 0.3 เปอร์เซ็นต์ มีสารฟีนอลในปริมาณน้อยที่สุด ขณะที่ดอกมะลิที่ผ่านการแช่ CaCO₃ ที่ความเข้มข้น 0.5, 0.7 เปอร์เซ็นต์ และ control พบสารฟีนอลในปริมาณมากที่สุด

ส่วนในวันที่ 6 และ 8 ของการเก็บรักษา พบว่าการใช้ CaCO₃ ทุกระดับความเข้มข้นไม่มีผลต่อปริมาณสารประกอบฟีนอล โดยทุกทรีทเม้นท์มีสาร ฟีนอลในปริมาณใกล้เคียงกันอยู่ระหว่าง 14.85-20.19 และ 15.12-19.19 มิลลิกรัม ต่อ 100 กรัม น้ำหนักสด ตามลำดับ (Table 2)

Table 2 Phenolic contents of jasmine after dipping in different CaCO₃ solution

Treatment	Phenolic contents (mg/100 gFW) at different storages (days)			
	2	4	6	8
Control	18.35ab ^{1/}	18.27ab	17.97	17.94
CaCO ₃ 0.1%	13.31c	13.86c	14.85	15.12
CaCO ₃ 0.3%	15.33bc	15.31bc	18.04	18.35
CaCO ₃ 0.5%	18.23ab	17.89abc	17.56	16.12
CaCO ₃ 0.7%	21.50a	20.79a	20.19	19.19
F-test	**	*	ns	ns
LSD	1.107	1.445	-	-
C.V. (%)	12.77	16.78	23.24	27.39

^{1/}Letters within columns indicate least significant differences (LSD) at * p ≤ 0.05 and ** p ≤ 0.01

ns = not significant

Table 3 Quinone contents of jasmine after dipping in different CaCO₃ solution

Treatment	Quinone contents (gFW) at different storages (days)			
	2	4	6	8
Control	0.2705ab ^{1/}	0.2617ab	0.2493a	0.1825
CaCO ₃ 0.1%	0.2300b	0.2110b	0.1978b	0.1673
CaCO ₃ 0.3%	0.2648b	0.2302b	0.2006b	0.1773
CaCO ₃ 0.5%	0.2582b	0.2463b	0.2136b	0.1928
CaCO ₃ 0.7%	0.3219a	0.3013a	0.2655a	0.1825
F-test	*	*	**	ns
LSD	0.018	0.018	0.011	0.007
C.V. (%)	13.90	14.42	10.87	7.83

^{1/}Letters within columns indicate least significant differences (LSD) at * p ≤ 0.05 and ** p ≤ 0.01

ns = not significant

3. ปริมาณสารควิโนน

จากการทดลองวิเคราะห์สารประกอบควิโนนในดอกมะลิภายหลังได้รับสาร CaCO₃ ในระดับความเข้มข้นที่แตกต่างกัน พบว่าภายหลังเก็บรักษาในวันที่ 2, 4 และ 6 วัน ทุกทรีทเมนต์ที่ให้ผลการทดลองเป็นไปในทิศทางเดียวกันคือ การใช้สาร CaCO₃ ที่ความเข้มข้น 0.1, 0.3 และ 0.5 เปอร์เซ็นต์ มีสารควิโนนในปริมาณน้อย ซึ่งแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ

จากการใช้สาร CaCO₃ ที่ความเข้มข้น 0.7 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งพบว่าดอกมะลิในทรีทเมนต์ดังกล่าวมีสารควิโนนในปริมาณมากที่สุด

ส่วนในวันสุดท้ายของการเก็บรักษา (วันที่ 8)

พบว่าการใช้ CaCO₃ ทุกระดับความเข้มข้นไม่มีผลต่อปริมาณสารควิโนน โดยดอกมะลิในทุกทรีทเมนต์ที่มีปริมาณสารควิโนนเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 0.1673-0.1928 กรัม/น้ำหนักสด (Table 3)

4. อายุเก็บรักษา

จากการทดลองพบว่า การแช่ดอกมะลิด้วยสาร CaCO₃ ที่ระดับความเข้มข้นแตกต่างกัน ทำให้อายุการเก็บรักษาดอกมะลิแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง โดยพบว่าทรีทเมนต์ที่ใช้ CaCO₃ ที่ความเข้มข้น 0.1 เปอร์เซ็นต์ สามารถยืดอายุการเก็บรักษาได้นานที่สุด คือ 10 วัน เพราะที่การไม่แช่มีอายุเพียง 6.75 วัน (Table 4)

Table 4 Shelf life of jasmine after dipping in different CaCO₃ solution

Treatment	Shelf life (days)
Control	6.75b ^{1/}
CaCO ₃ 0.1%	10.00a
CaCO ₃ 0.3%	7.50b
CaCO ₃ 0.5%	7.00b
CaCO ₃ 0.7%	6.00b
F-test	**
LSD	0.512
C.V. (%)	13.75

^{1/}Letters within columns indicate least significant differences (LSD) at ** p ≤ 0.01

สรุปผลการทดลอง

การใช้ CaCO₃ ที่ความเข้มข้น 0.1 เปอร์เซ็นต์ ช่วยลดการเกิดสีน้ำตาลบนกลีบดอกมะลิลงได้ดีกว่าการใช้ CaCO₃ ที่ความเข้มข้นอื่นและดีกว่าการไม่แช่อย่างชัดเจน ทำให้ยืดอายุการเก็บรักษาดอกมะลิได้นานถึง 10 วัน นานกว่าการใช้ CaCO₃ ที่ความเข้มข้นอื่น ซึ่งมีอายุการเก็บรักษาเพียง 6-7.5 วัน และนานกว่าการไม่แช่ ซึ่งมีอายุเพียง 6.75 วัน

วิจารณ์ผลการทดลอง

จากการทดลองพบว่าภายหลังเก็บเกี่ยวดอกมะลิมีการเปลี่ยนแปลงทางเคมีภายในผลผลิต ส่วนหนึ่งเกิดจากการทำงานของเอนไซม์ polyphenol oxidase (PPO) ซึ่งเป็นโปรตีนที่มีโลหะทองแดงเป็นองค์ประกอบทำหน้าที่กระตุ้นปฏิกิริยาออกซิเดชันของสารประกอบฟีนอลให้เปลี่ยนไปเป็นสารควิโนน จากนั้นสารควิโนนจะเกิดการรวมตัวกันเป็นโมเลกุลใหญ่เกิดเป็นสารสีน้ำตาลที่เรียกว่าเมลานิน (melanin)¹⁷ โดยปกติเอนไซม์ PPO จะอยู่ใน คลอโรพลาสต์หรือพลาสทิดของพืชแยกจากสารประกอบฟีนอล ซึ่งเป็นสารตั้งต้นปฏิกิริยาซึ่งพบถูกเก็บสะสมในแวคคิวโอล เมื่อเซลล์พืชถูกทำลาย เอนไซม์และสารตั้งต้นปฏิกิริยาดังกล่าวจึงมีโอกาสสัมผัสและทำปฏิกิริยา 2 ปฏิกิริยา คือ ปฏิกิริยา hydroxylation ทำหน้าที่เปลี่ยนสารประกอบ monophenols ไปเป็น *o*-diphenols และปฏิกิริยา oxidation โดยสารประกอบ *o*-diphenols ที่เกิดจากปฏิกิริยาแรกจะถูกออกซิไดส์ต่อไปเป็นออร์โท-ควิโนน (*o*-quinones) โดยกิจกรรมการทำงานของเอนไซม์ PPO ที่มีชื่อเรียกว่า diphenolase และ catecholase ตามลำดับ ซึ่งสารควิโนนที่เกิดขึ้นจะเปลี่ยนแปลงและรวมตัวกันเกิดปฏิกิริยากับกรดอะมิโนจนเกิดเป็นสารประกอบเชิงซ้อนที่ให้สีน้ำตาล¹⁸ สอดคล้องกับอดิณฐและคณะ (2550)¹⁹ ซึ่งรายงานว่าดอกมะลิ

เมื่อเข้าสู่ระยะแก่หรือเสื่อมสภาพมากขึ้น โครงสร้างและการทำงานของเยื่อหุ้มเซลล์จะเสื่อมลง มีผลทำให้เกิดการรั่วไหลของสารต่าง ๆ และเร่งการเกิดปฏิกิริยาต่าง ๆ ระหว่างเอนไซม์ PPO กับสารประกอบฟีนอลทำให้เกิดสีน้ำตาลมากขึ้น เวศน์ทิวา (2549)²⁰ ศึกษาผลของสารเคลือบผิวไคโตซานต่อการเกิดสีน้ำตาลบนเปลือกของผลลองกอง พบว่าการเคลือบผิวไคโตซานที่ความเข้มข้นร้อยละ 0.1 และ 0.3 สามารถชะลอการเกิดสีน้ำตาลบนผิวเปลือกผลได้ดี เนื่องจากไคโตซานมีส่วนประกอบของธาตุแคลเซียม (Ca) ที่สกัดจากเปลือกภายนอกที่หุ้มตัวสัตว์ที่มีลักษณะเป็นข้อปล้อง เช่น เปลือกกุ้ง กระดองปู และแกนของหมีก โดยธาตุ Ca เป็นปัจจัยสำคัญที่มีผลต่อการยับยั้งปฏิกิริยาการเกิดสีน้ำตาล เนื่องจากธาตุแคลเซียมเป็นองค์ประกอบที่สำคัญและจำเป็นต่อส่วนต่าง ๆ ของพืช โดยเฉพาะผนังเซลล์ซึ่งทำหน้าที่เชื่อมผนังเซลล์ให้ยึดเกาะติดกันทำให้เซลล์มีความแข็งแรง ถ้าพืชขาดธาตุแคลเซียม จะทำให้ผนังเซลล์เกิดการสลายตัวทำให้เซลล์พืชคลายตัว และแยกออกจากกัน เซลล์เกิดการเสื่อมสภาพและเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาลได้ง่าย²¹ จากการเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยาที่เกิดการสลายตัวของผนังเซลล์⁹ นำไปสู่การสร้างเอทิลีนในปริมาณที่สูงขึ้น^{10:11} ซึ่งเอทิลีนที่มีปริมาณมากขึ้นนี้ส่งผลให้เนื้อเยื่อพืชมีการหายใจเพิ่มมากขึ้น¹² นำไปสู่การเร่งการเสื่อมสภาพในที่สุด¹³ ทั้งนี้เมื่อเนื้อเยื่อพืชเริ่มเสื่อมสภาพ จะพบการรั่วไหลของสารละลายต่าง ๆ ภายในเซลล์ จึงส่งเสริมการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันของสารประกอบฟีนอลและเอนไซม์ PPO ทำให้กระตุ้นการเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาลของเนื้อเยื่อพืชให้ปรากฏเร็วขึ้น¹⁷ สอดคล้องกับ สุริยพันธ์ (2543)²² ศึกษาผลของแคลเซียมคลอไรด์ที่ระดับความเข้มข้น 0.1 และ 0.5 เปอร์เซ็นต์ ต่อการเก็บรักษามะละกอเส้นพันธุ์แขกดำ พบว่าการใช้ CaCl₂ ที่ความเข้มข้น 0.5 เปอร์เซ็นต์ สามารถควบคุมการเปลี่ยนแปลงสีที่

เกิดขึ้นระหว่างเก็บรักษาได้ นอกจากนี้มีรายงานว่า CaCl_2 ที่ความเข้มข้น 0.5 เปอร์เซ็นต์ สามารถควบคุมการเกิดสีน้ำตาลบนผลลูกพีช ได้เช่นกัน²³ ขณะที่อัมพวรรณและนิรมล (2551)²⁴ ศึกษาการใช้สารละลาย CaCl_2 เพื่อยืดอายุการปักแจกันในดอกหน้าวัว พันธุ์เปลวเทียน พบว่าการใช้ CaCl_2 ที่ความเข้มข้น 0.01 เปอร์เซ็นต์ สามารถชะลอการเกิดสีน้ำตาลบนกลีบใบประดับดอกหน้าวัวได้ดีที่สุด

เอกสารอ้างอิง

1. ช.ณัฐศิริ สุสุวรรณ (2538) วิทยาการหลังการเก็บเกี่ยวไม้ตัดดอกไม้ตัดใบ. ภาควิชาเทคโนโลยีการผลิตพืช คณะเทคโนโลยี การเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง, กรุงเทพฯ.
2. ตลาดสี่มุมเมือง. (2559) ราคาขายส่งสินค้า “มะลิดิบ” ปี 2555-2559 วันที่ ณ ปัจจุบัน (สืบค้นเมื่อ 23 มกราคม 2559) ได้จาก: <http://www.taladsimummuang.com/dmma/Portals/PriceListItem.aspx?id=080114020>
3. สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. (2557) ข้อมูลการส่งออกสินค้า (สืบค้นเมื่อ 22 ตุลาคม 2557) ได้จาก: report/export_import/export.php
4. ชัญญา ทิพานุกะ. (2554) “มะลิ” ไม้ดอกมหัศจรรย์. สำนักส่งเสริมและจัดการสินค้าเกษตร กรมส่งเสริมการเกษตร, กรุงเทพฯ.
5. ศรีสังวาลย์ ลายวิเศษกุล. (2537) สรีรวิทยาของดอกมะลิหลังการเก็บเกี่ยว. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ.
6. 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.
7. Kug, R. and M. Workman. (1964) The relation of maturity to the respiration and keeping quality of cut carnations and chrysanthemum. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.*, 84, 575-581.
8. Saure M.C. (2005) Calcium translocation to fleshy fruit: its mechanism and endogenous control. *Scientia Horticult -turae.*, 105, 65-89.
9. Sexton, R and J.A. Roberts. (1982) Cell biology of abscission. *Ann. Rev. Plant Physiol.*, 33, 133-162.
10. Sexton, R., A.E. Porter, S. Littlejohn and S.C. Thian. (1995) Effects of diazocyclo -pen tadiene (DACP) and silver thiosul -phate (STS) on ethylene regulated abscission of sweet pea flowers (*Lathy -rus odoratus L.*) *Ann. Bot.*, 75, 337-342.
11. Patterson, S.E. (2001) Cutting loose. Abscission and dehiscence in *Arabidop -sis*. *Plant Physiol.*, 126, 494-500.
12. Salisbury, F.B. and C.W. Ross. (1992) *Plant Physiology*. Wadsworth Pubs., Belmont, California. p. 682.
13. Gonz´alez-Carranza, Z.H., E. Lozoya-Gloria and J.A. Roberts. (1998) Recent developments in abscission: shedding light on the shedding process. *Trends Plant Sci.*, 3, 10-14.
14. 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. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.*, 116, 870-875.
15. Ribeiro, S.M.R., L.C.A. Barbosa, J.H. Queiroz, M. Knodler and A. Schieber. (2008) Phenolic compounds and antioxi -dant capacity of Brazilian mango (*Mangifera indica L.*) varieties. *Food Chem.*, 110, 620-626.
16. Pirie, A. and M.G. Mullins. (1976) Changes in anthocyanin and phenolic content of grapevine leaf and fruit tissue treated with sucrose, nitrate and abscisic acid. *Plant Physiol.*, 58, 468-472.
17. ชมดาว ขำจริง. (2554) ปัจจัยที่มีผลกระทบต่อการเติบโตคุณภาพภายในและการเกิดอาการปลายใบไหม้ในผักกาดหอมใบ. วิทยานิพนธ์ปริญญาปรัชญาดุษฎีบัณฑิต. มหาวิทยาลัยมหาสารคาม, มหาสารคาม.
18. จิ่งแท้ สิริพานิช. (2549) ชีววิทยาหลังการเก็บเกี่ยวและการวางของพืช. กรุงเทพฯ: ภาควิชาพืชสวน คณะเกษตรวิทยาเขตกำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
19. อติณัฐ จรดล จำนวน อุทัยบุตร กานดา หวังชัย และกอบเกียรติ แสงนิล. (2550) การยับยั้งการเกิดสีน้ำตาลของเปลือกลิ้นจี่แช่แข็งโดยการแช่ในกรดออกซาลิก. *วิทยาศาสตร์เกษตร*. 38: 45-48.
20. เวศน์ทิศา พงษ์มา. (2549) ผลของสารเคลือบผิวและสภาพตัดแปลงบรรยากาศต่อการเกิดสีน้ำตาลของเปลือกลองกอง. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี, กรุงเทพฯ.
21. Saure, M.C. (2005) Calcium translocation to fleshy fruit: its mechanism and endogenous control. *Scientia Horticult -turae.*, 105, 65-89.
22. สุริยพันธ์ สุภาพวานิช. (2543) ผลของแคลเซียมคลอไรด์

และฟิล์มพลาสติกต่อการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพ-เคมีของมะละกอเส้นพันธุ์แขกดำพร้อมปรง. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี, กรุงเทพฯ.

23. Kang, R.Y., and Yu, Z.F. (2003) Effects of chitosan and calcium chloride coating treatments on the enzyme activity of Yangshan peach during refrigerate storage. *Changjiang Fruits*. 1: 12-14.
24. อัมพวรรณ สนั่นชัย และนิรมล สันติภาพ วิวัฒนา. (2551) การใช้สารละลายแคลเซียมคลอไรด์เพื่อยืดอายุการปักแจกันของดอกหน้าวัว. *วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร* 39(3) (พิเศษ):235-238.