Agric. Sci. Innov. J. 55 : 1 (Suppl.) : 193 - 196 (2024) ว. วิทย. นวัต. กษ. 55 : 1 (พิเศษ) : 193 - 196 (2567)

ผลของไอระเหยเอทานอลต่อคุณภาพการเก็บรักษาของผลสตรอว์เบอร์รีพันธุ์พระราชทาน 80 ตัดแต่งพร้อมบริโภค
Effects of Ethanol Vapor Released on Storage Quality of Fresh-cut Strawberry cv. Praratchatan 80

ไปรณัฏฐา สุขเจริญจิตต์[1] ดนัย บุณยเกียรติ[2] วีรเวทย์ อุทโธ[2,3] และพิชญา พูลลาภ[2,4]
Prinutta Sukjareanjit[1], Danai Boonyakiat[2], Weerawate Utto[2,3] and Pichaya Poonlarpand[2,4]

Abstract

The objective of this research was to study effects of ethanol vapor on storage quality of fresh-cut strawberry cv. Praratchatan 80. This experiment consisted of 3 factors: (1) precooled and non-precooled (ice cooling) (2) storage temperature of 5 and 25 ℃ and (3) size of sachet containing saturated silica gel 0,1 and 2 g. The sachets were made of LDPE and AL/PE film with the size is 3 x 3 cm (1 g of silica gel) and 6 X 6 cm (2 g of silica gel). The sachet is packed into the packaging along with the strawberries. The results showed that precooling of fresh-cut strawberries could reduce weight loss as compared to non-precool. also, fresh-cut strawberries stored at 5 ℃ had reduced weight loss and anthocyanin content than those stored at 25 ℃ and delayed the change in skin color which is observed from the chroma value. The number of microorganisms of fresh-cut strawberries in the packaging at 5 ℃ were lower than those stored at 25 ℃ ($p \leq 0.05$). Strawberries with ethanol vapor release sachets in the packaging resulted in a statistically significant difference in skin color (chroma value) and microbial levels compared to the fresh-cut strawberries without ethanol vapor release sachets ($p \leq 0.05$). The study pointed out that ethanol vapor released can slow deterioration and microbial growth in the fresh-cut Strawberry cv. Praratchatan 80.

Keywords: ethanol vapor, fresh-cut strawberry, shelf life

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของไอระเหยเอทานอลต่อคุณภาพการเก็บรักษาของผลสตรอว์เบอร์รีพันธุ์พระราชทาน 80 ตัดแต่งพร้อมบริโภค วางแผนการทดลองแบบแฟคทอเรียล (factorial experiment) 2^{2}*3 โดยมีปัจจัยที่ศึกษา 3 ปัจจัย คือ (1) การลดอุณหภูมิด้วยน้ำแข็ง (ผลสตรอว์เบอร์รีที่ทำ และไม่ทำการลดอุณหภูมิด้วยน้ำแข็ง) (2) อุณหภูมิการเก็บรักษา (5 และ 25 ℃) และ (3) ขนาดของซองปลดปล่อยไอระเหยเอทานอลที่อิ่มตัวด้วยเอทานอลเหลวที่มีปริมาณบรรจุ 0 1 และ 2 g โดยซองทำจากฟิล์ม LDPE และ AL / PE ขนาด 3 x 3 cm (บรรจุ silica gel จำนวน 1 g) และ 6 x 6 cm (บรรจุ silica gel จำนวน 2 g) และซองปลดปล่อยไอระเหยเอทานอลจะถูกบรรจุลงในบรรจุภัณฑ์พร้อมกับผลสตรอว์เบอร์รี จากผลการศึกษาพบว่าสตรอว์เบอร์รีที่ผ่านการลดอุณหภูมิมีการสูญเสียน้ำหนักน้อยกว่าตัวอย่างที่ไม่ผ่านการลดอุณหภูมิ สตรอว์เบอร์รีตัดแต่งพร้อมบริโภคในบรรจุภัณฑ์ที่เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 5 ℃ มีการสูญเสียน้ำหนักสด และมีปริมาณแอนโทไซยานิน น้อยกว่าตัวอย่างที่เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 25 ℃ ($p \leq 0.05$) การเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ที่ 5 ℃ ช่วยยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อจุลินทรีย์ และชะลอการเปลี่ยนแปลงสีผิว (ค่า chroma) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) สตรอว์เบอร์รีตัดแต่งพร้อมบริโภคที่ใส่ซองปลดปล่อยไอระเหยเอทานอลในบรรจุภัณฑ์มีการเปลี่ยนแปลงสีผิวของตัวอย่างช้ากว่า และมีปริมาณจุลินทรีย์น้อยกว่าตัวอย่างที่ไม่ใส่ซองปลดปล่อยไอระเหยเอทานอลอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ($p \leq 0.05$) จากผลการทดลองแสดงให้เห็นว่าไอระเหยเอทานอลสามารถชะลอการเสื่อมสภาพและการเจริญเติบโตของเชื้อจุลินทรีย์ในผลสตรอว์เบอร์รีพันธุ์พระราชทาน 80 ตัดแต่งพร้อมบริโภคได้

คำสำคัญ: ไอระเหยเอทานอล สตรอว์เบอร์รีตัดแต่งพร้อมบริโภค อายุการเก็บรักษา

---

[1] สาขาวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ จ.เชียงใหม่ 50100
[1] Division of Food Science and Technology, Faculty of Agro-Industry, Chiang Mai University, Chiang Mai 50100
[2] ศูนย์นวัตกรรมเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว กองส่งเสริมและประสานเพื่อประโยชน์ทางวิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม สำนักงานปลัดกระทรวงการอุดมศึกษา วิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม 10400
[2] Postharvest Technology Innovation Center, Science, Research and Innovation Promotion and Utilization Division, Office of the Ministry of Higher Education, Science, Research and Innovation 10400, Thailand
[3] สาขาวิชาอุตสาหกรรมเกษตร คณะเกษตรศาสตร์, มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี อุบลราชธานี 34190
[3] Department of Agro-Industry, Faculty of Agriculture, Ubon Ratchathani University, Ubon Ratchathani 34190
[4] สาขาวิชาวิศวกรรมกระบวนการอาหาร คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ จ.เชียงใหม่ 50100
[4] Division of Food Engineering, Faculty of Agro-Industry, Chiang Mai University, Chiang Mai 50100

คำนำ

สตรอว์เบอร์รีเป็นไม้ผลเศรษฐกิจบนพื้นที่สูงในเขตภาคเหนือของประเทศไทย ปัจจุบันผลสตรอว์เบอร์รีตัดแต่งพร้อบริโภคเป็นที่นิยมของผู้บริโภค เพราะสามารถนำไปบริโภคได้ทันที และหาซื้อได้ง่ายตามท้องตลาด สตรอว์เบอร์รีตัดแต่งพร้อมบริโภคถือเป็นการแปรรูปขั้นต่ำ (minimally processing) ที่ทำได้ง่าย อย่างไรก็ตามสตรอว์เบอร์รีเป็นผลไม้ที่เน่าเสียง่าย มีอายุการเก็บรักษาสั้น และอาจเกิดการปนเปื้อนของเชื้อจุลินทรีย์ในระหว่างกระบวนการผลิต รวมทั้งการเน่าเสียจากเชื้อราที่เกิดจากการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิ และความชื้นหลังการเก็บเกี่ยว (ดนัยและคณะ, 2547) โดยทั่วไปผลไม้ตัดแต่งพร้อมบริโภคจะวางจำหน่ายภายในระยะเวลาสั้นๆ (ภายใน 1 วัน) งานวิจัยนี้จึงพัฒนาซองควบคุมการปล่อยไอระเหยเอทานอล (ethanol vapour controlled release sachet) ที่บรรจุร่วมกับผลสตรอว์เบอร์รีในบรรจุภัณฑ์เพื่อชะลอการเจริญของจุลินทรีย์ โดยไอระเหยเอทานอลมีสมบัติต้านการเจริญเติบโตของเชื้อจุลินทรีย์ และจัดอยู่ในสารเคมีจำพวก GRAS (generally recognised as safe) ที่ปลอดภัยต่อผู้บริโภค (Utama *et al.*, 2002) ดังนั้นงานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของไอระเหยเอทานอลจากซองปลดปล่อยไอระเหยต่อคุณภาพการเก็บรักษาของผลสตรอว์เบอร์รีตัดแต่งที่ผ่านการลดอุณหภูมิด้วยน้ำแข็ง (ice cooling)

อุปกรณ์และวิธีการ

วางแผนการทดลองแบบแฟคทอเรียล (Factorial experiment) 2^2*3 โดยมีปัจจัยที่ศึกษา 3 ปัจจัย คือ (1) การลดอุณหภูมิด้วยน้ำแข็ง (ผลสตรอว์เบอร์รีที่ทำ และไม่ทำการลดอุณหภูมิด้วยน้ำแข็ง) (2) อุณหภูมิการเก็บรักษา (5 และ 25 °C) และ (3) ขนาดของซองปลดปล่อยไอระเหยเอทานอลที่อิ่มตัวด้วยเอทานอลเหลวที่มีปริมาณบรรจุ 0 1 และ 2 g โดยซองทำจากฟิล์ม LDPE และ AL / PE ขนาด 3 x 3 cm (บรรจุ silica gel ปริมาณ 1 g) และ 6 x 6 cm (บรรจุ silica gel ปริมาณ 2 g) และบรรจุซองปลดปล่อยไอระเหยเอทานอลในบรรจุภัณฑ์พร้อมกับผลไม้ โดยวิธีการทำซองปลดปล่อยไอระเหยเอทานอลดัดแปลงจาก Utto et al. (2018) หลังจากนั้นนำผลสตรอว์เบอร์รีสายพันธุ์พระราชทาน 80 (*Fragaria x ananassa* Duchesne cv. Pharachatan 80) ที่เก็บเกี่ยวในระยะสีผิวที่มีสีแดง 70 % จากนั้นนำผลสตรอว์เบอร์รีบรรจุในกล่องพลาสติก และนำมาลดอุณหภูมิด้วยน้ำแข็ง โดยทำการใส่น้ำแข็งลงไปในกล่องโฟมแล้วจึงนำกล่องสตรอว์เบอร์รีบรรจุลงไป และบรรจุน้ำแข็งลงไปบนกล่องสตรอว์เบอร์รี เมื่อผลสตรอว์เบอร์รีมีอุณหภูมิใจกลางลดลงเท่ากับ 11.36 °C หลังจากนั้นล้างทำความสะอาด และตัดแต่งโดยการนำขั้วด้านบนออก แล้วบรรจุสตรอว์เบอร์รีตัดแต่งน้ำหนัก 200 g ลงในกล่องพลาสติกแข็ง (ขนาดกว้างxยาวxสูง: 11.5 x 9.5 x 7 cm) จากนั้นติดซองปลดปล่อยฯ ด้าน AL / PE กับฝากล่อง และปิดฝากล่อง นำกล่องผลสตรอว์เบอร์รีที่บรรจุซองแล้วไปเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 และ 25 °C สังเกตวิเคราะห์คุณภาพทางเคมีกายภาพ และบันทึกการเปลี่ยนแปลงคุณภาพตลอดอายุการเก็บรักษา

ผลการทดลอง

การศึกษาผลของไอระเหยเอทานอลจากซองปลดปล่อยฯต่อคุณภาพการเก็บรักษาของผลสตรอว์เบอร์รีพันธุ์พระราชทาน 80 ตัดแต่งพร้อมบริโภค พบว่า ผลสตรอว์เบอร์รีที่อุณหภูมิการเก็บรักษา 25 °C อยู่ได้นาน 1 วัน หลังจากนั้นจะหมดอายุการเก็บรักษา ผลสตรอว์เบอร์รีที่ทำการลดอุณหภูมิด้วยน้ำแข็งมีผลทำให้การสูญเสียน้ำหนักสดน้อยกว่าผลที่ไม่ผ่านการลดอุณหภูมิ ซึ่งผลสตรอว์เบอร์รีที่ผ่านการลดอุณหภูมิมีการสูญเสียน้ำหนักสด 0.07±0.04 % และการลดอุณหภูมิด้วยน้ำแข็งไม่มีผลต่อปริมาณแอนโทไซยานิน ค่าสีผิว chroma วิตามินซี ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด และรา การเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 °C ทำให้ผลสตรอว์เบอร์รีมีการสูญเสียน้ำหนักสด ปริมาณแอนโทไซยานิน ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดน้อยกว่าการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25 °C แต่มีค่าสีผิว chroma มากกว่าการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25 °C โดยผลสตรอว์เบอร์รีเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 และ 25 °C มีการสูญเสียน้ำหนักสด 0.07±0.04 และ 0.09±0.06 % ปริมาณแอนโทไซยานิน 6.35±1.32 และ 7.57±1.27 mg/100gFW ค่าสีผิว chroma 37.63±4.15 และ 32.50±4.09 และปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด 2.86±0.15 และ 3.59±0.16 log CFU/g ตามลำดับ นอกจากนี้บรรจุภัณฑ์ที่ไม่บรรจุซองปลดปล่อยไอระเหยเอทานอลมีผลทำให้ผลสตรอว์เบอร์รีมีค่าสีผิว chroma ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด และรามากกว่าบรรจุภัณฑ์ที่บรรจุซองปลดปล่อยไอระเหยเอทานอล โดยผลสตรอว์เบอร์รีที่ไม่บรรจุซอง และบรรจุซองควบคุมขนาด 3x3 และ 6x6 ซม. มีค่าสีผิว chroma 37.18±4.55 34.09±4.81 และ 33.92±4.64 ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด 3.32±0.44 3.16±0.37 และ 3.19±0.39 และรา 1.67±0.19 1.50±0.10 และ 1.43±0.13 log CFU/g ตามลำดับ

Table 1 Weight loss, anthocyanin content, chroma value, vitamin c**,** aerobic plate count and mold count of fresh-cut strawberry cv. Praratchatan 80 were non-precool and precool (ice cooling) stored at 5 and 25 ℃ with ethanol vapor release sachet (different weights and sizes) for 1 day

Treatment	Weight loss (%)	Anthocyanin (mg/100gFW)	Chroma value	Vitamin C (mg/100gFW)	Aerobic Plate Count (log CFU/g)	Mold Count (log CFU/g)
factor 1: precooling						
precooling (ice)	0.07±0.04[b]	7.20±1.44	35.38±3.97	58.91 ± 11.61	3.22±0.41	1.52±0.22
non-precooling	0.09±0.06[a]	6.72±1.40	34.75±5.62	57.55 ± 5.82	3.23±0.40	1.55±0.11
factor 2: storage temperature						
5℃	0.03±0.01[b]	6.35±1.32[b]	37.63±4.15[a]	59.70 ± 10.21	2.86±0.15[b]	1.53±0.12
25℃	0.12±0.03[a]	7.57±1.27[a]	32.50±4.09[b]	56.76 ± 7.80	3.59±0.16[a]	1.54±0.22
factor 3: sachet size						
non sachet	0.08±0.06	6.50±1.86	37.18±4.55[a]	57.94 ± 11.48	3.32±0.44[a]	1.67±0.19[a]
size 3x3 cm (1 g of silica gel)	0.08±0.05	7.20±1.09	34.09±4.81[b]	59.42 ± 8.00	3.16±0.37[ab]	1.50±0.10[b]
size 6x6 cm (2 g of silica gel)	0.07±0.05	7.18±1.14	33.92±4.64[b]	57.33 ± 7.72	3.19±0.39[b]	1.43±0.13[b]
factor 1	*	ns	ns	ns	ns	ns
factor 2	*	*	*	ns	ns	ns
factor 3	ns	ns	*	ns	ns	ns
factor 1x2	*	*	*	ns	ns	ns
factor 1x3	ns	ns	ns	ns	ns	ns
factor 2x3	*	ns	ns	ns	ns	*
factor 1x2x3	ns	ns	ns	*	*	*

Different letters in the same column denote significant differences at P≤0.05.

* = significant at P≤0.05, ns = non-significant

วิจารณ์ผล

การลดอุณหภูมิผลิตผลมีผลต่อการสูญเสียน้ำหนักสด เนื่องจากการลดอุณหภูมิเป็นปัจจัยสำคัญที่ช่วยชะลอการเสื่อมคุณภาพของผลิตผลให้เกิดช้าลง โดยลดอุณหภูมิใจกลางของผักผลไม้ให้เกือบถึงอุณหภูมิที่ต้องการเก็บรักษา เพื่อดึงความร้อนที่สะสมอยู่ในพืชจากแปลงปลูกระหว่างการเก็บเกี่ยว ร่วมกับการเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำจะช่วยลดอัตราการคายน้ำ และลดอัตราการหายใจ ช่วยให้มีอายุการเก็บรักษาได้นานขึ้น (ธนะชัยและคณะ, 2560) อุณหภูมิในการเก็บรักษามีผลต่อการเปลี่ยนแปลงสีผิว ปริมาณแอนโทไซยานิน และปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด โดยผลสตรอว์เบอร์รีที่เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิสูงสามารถพัฒนาสีผิว และสังเคราะห์แอนโทไซยานินเป็นสีแดงได้ดีกว่าเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิต่ำ เพราะอุณหภูมิต่ำช่วยชะลอกระบวนการเมแทบอลิซึมภายในเซลล์ให้เกิดช้าลง ทำให้ผลไม้แก่ และสุกช้าลง (ดนัย, 2540) นอกจากนี้อุณหภูมิในการเก็บรักษาที่ต่างกันมีผลต่อปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด โดยเมื่ออุณหภูมิสูงขึ้น อัตราการเสื่อมเสีย และการเข้าทำลายของเชื้อจุลินทรีย์จะเพิ่มตามขึ้นด้วย อย่างไรก็ตามการบรรจุซองปลดปล่อยไอระเหยเอทานอล (น้ำหนักและขนาดซองต่างกัน) ในบรรจุภัณฑ์ พบว่าปริมาณซิลิกาเจลที่มากขึ้น สามารถลดการสูญเสียน้ำหนักสดได้ดีกว่าบรรจุภัณฑ์ที่ไม่บรรจุซอง โดยการใช้ปริมาณซิลิกาเจลที่เหมาะสมมีผลต่อการลดการสูญเสียน้ำหนัก ซึ่งอาจเกิดจากไอระเหยเอทานอลสามารถชะลอการหายใจของผลิตผลจึงทำให้ลดการคายน้ำ (นพรัตน์และคณะ, 2560) ส่วนปริมาณแอนโทไซยานินมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเล็กน้อย ซึ่งมีรายงานของ El Kereamy *et al.* (2502) รายงานว่า ฉีดพ่นองุ่นพันธุ์ Cabernet Sauvignon ด้วยเอทานอล 5 % ที่ veraison มีผลช่วยเพิ่มการสะสมของแอนโธไซยานิน และการพัฒนาสี นอกจากนี้ไอระเหยเอทานอลส่งผลให้ค่าสีผิว chroma (C*) ของผลสตรอว์เบอร์รีเปลี่ยนแปลงได้ช้าลง Bai *et al.* (2011) รายงานว่า ไอระเหยเอทานอลสามารถชะลอการเปลี่ยนแปลงสีของเชอรี่ โดยตัวอย่างมีค่า L* และ h° สูงกว่าชุดควบคุม และมีรายงานการศึกษาในมะเขือเทศที่พบว่า เอทานอลสามารถยับยั้งการเปลี่ยนแปลงสีที่เกี่ยวข้องกับการสุก/การชราภาพ และการผลิตไลโคปีน (Kelly and Saltveit, 1988) โดยไอระเหยเอทานอลไม่มีผลต่อปริมาณวิตามินซีของผลสตรอว์เบอร์รี ซึ่งสอดคล้องกับผลการศึกษาของ Noma *et al.* (2009) ที่รายงานว่า ส้มสุดาจิที่บรรจุในถุงพลาสติกโพลีเอทิลีน และมีการใช้แผ่นไอระเหยเอทานอล 0.3, 0.6 และ 1 กรัม เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส ปริมาณวิตามินซีไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) อย่างไรก็ตามไอระเหยเอทานอลช่วยชะลอปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด และจำนวนรา ซึ่งอาจเกิดจากการเปลี่ยนพีเอชของเซลล์ผิวให้อยู่ในช่วง

ที่เป็นกรด (Nguyen and Prunier, 1989) หรือการเสียสภาพภายในของเยื่อหุ้มเซลล์ของเชื้อจุลินทรีย์ ทำให้ไม่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโต (Davidson, 2001) ดังนั้นซองปลดปล่อยไอระเหยเอทานอลมีแนวโน้มที่จะช่วยยืดอายุการเก็บรักษาของผลสตรอว์เบอร์รีตัดแต่งพร้อมบริโภค ภายใต้การเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 °C

สรุป

ซองปลดปล่อยไอระเหยเอทานอลที่พัฒนาขึ้นมีศักยภาพช่วยชะลอการเจริญของเชื้อจุลินทรีย์ และการเปลี่ยนแปลงคุณภาพของผลสตรอว์เบอร์รี การใช้ซองปลดปล่อยไอระเหยเอทานอลร่วมกับการเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำ (5 °C) ช่วยยืดอายุการเก็บรักษาของผลสตรอว์เบอร์รีตัดแต่งพร้อมบริโภค

คำขอบคุณ

คณะวิจัยขอขอบคุณศูนย์นวัตกรรมเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว กระทรวงการอุดมศึกษา วิทยาศาสตร์ วิจัย และนวัตกรรม ที่สนับสนุนงบประมาณวิจัยประจำปี 2563 คณะอุตสาหกรรมเกษตร และคณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ คณะวิจัยขอขอบคุณมูลนิธิโครงการหลวง ที่ให้ความอนุเคราะห์ในการใช้เครื่องมือ สถานที่ และข้อมูล รวมถึงอำนวยความสะดวกและประสานงานในระหว่างการทดลอง

เอกสารอ้างอิง

ดนัย บุณยเกียรติ, ศิริโสภา อินขะ และชัยพิชิต เชื้อเมืองพาน. 2547. การควบคุมโรคหลังเก็บเกี่ยวของผลสตรอเบอรี่ด้วยกรดอาซีติก. โครงการวิจัย, การควบคุมโรคหลังเก็บเกี่ยวของผลสตรอเบอรี่ด้วยกรดอาซีติก. สาขาวิชาพืชสวน, คณะเกษตรศาสตร์, มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่. 29 น.

ดนัย บุณยเกียรติ. 2540. สรีรวิทยาหลังการเก็บเกี่ยวของพืชสวน. คณะเกษตรศาสตร์, มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่. 222 หน้า.

ธนะชัย พันธ์เกษมสุข, วรรณวรางค์ พัฒนะโพธิ์ และ วลัยพร มูลพุ่มสาย. 2560. ผลของการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วก่อนการเก็บรักษา; การเคลือบผิวด้วยวุ้นและความสุกแก่ของผลต่ออายุการเก็บรักษาและคุณภาพของผลสตรอว์เบอร์รีพันธุ์พระราชทาน 80. วารสารวิทยาศาตร์เกษตร 48(3) (พิเศษ): 347-350.

นพรัตน์ ทัดมาลา, วาริช ศรีละออง และสมัคร แก้วสุกแสง. 2560. การประยุกต์ใช้ Ethanol Vapor Releasing Pad ในการควบคุมคุณภาพหลังการเก็บเกี่ยวของผลลองกอง. แก่นเกษตร 45(1)(พิเศษ): 1191-1196.

วีรเวทย์ อุทโธ, เอกสิทธิ์ อ่อนสะอาด และเรวัติ ชัยราช. 2555. การพัฒนาต้นแบบซองควบคุมการปล่อยไอระเหยเอทานอลสำหรับมะละกอตัดสด. วารสารเกษตรพระจอมเกล้า 30(1) : 39-49.

Bai, J., A. Plotto, R. Spotts and N. Rattanapanone. 2011. Ethanol vapor and saprophytic yeast treatments reduce decay and maintain quality of intact and fresh-cut sweet cherries. Postharvest Biology and Technology 62: 204-212.

Davidson, P.M. 2001. Chemical preservatives and natural antimicrobial compounds. pp. 593-627. *In* M.P. Doyle, L.R. Beuchat and T.J. Montville (eds.). Food Microbiology: Fundamentals and Frontiers. 2nd ed. D.C: ASM Press. Washington.

El Kereamy, A., C. Chervin, J.M. Souquet, M. Moutounet, M.C. Monje, F. Nepveu, H. Mondies, C.M. Ford, R.V. Heeswijck and J.R. Roustan. 2002. Ethanol triggers grape gene expression leading to anthocyanin accumulation during berry ripening. Plant Science 163: 449–454.

Kelly, M.O. and Jr. M.E. Saltveit. 1988. Effect of endogenously synthesized andexogenously applied ethanol on tomato fruit ripening. Plant Physiology 88: 143–147.

Nguyen, C. and J.P. Prunier. 1989. Involvement of pseudomonads in deterioration of 'ready-to-use' salad. International Journal of Food Science and Technology 24: 47-58

Noma, Y., Y. Suzuki, H. Terai and N. Yamauchi. 2009. Effects of postharvest ethanol vapor treatment on quality of Sudachi (*Citrus suchachi* Hort. ex. Shurai) fruit. Food Preservation Science 35(4): 187-193.

Utama, I.M.S., R.B.H. Wills, S.B. Yehoshua and C. Kuek. 2002. In vitro efficacy of plant volatiles for inhibiting the growth of fruit and vegetable decay microorganisms. Journal of Agricultural and Food Chemistry 50: 6371-6377

Utto, W. 2014. Factor affecting release of ethanol vapour in active modified atmosphere packaging systems for horticultural products. Maejo International Journal of Science and Technology 8(01): 75-85.

Utto, W., R. Preutikul, P. Malila, A. Noomhorm and J. E. Bronlund. 2018. Delaying microbial proliferation in freshly peeled shallots by active packaging incorporating ethanol vapour-controlled release sachets and low storage temperature. Food Science and Technology International 24(2): 132-144.