Agricultural Sci. J. 41 : 1 (Suppl.) : 428-431 (2010) ว. วิทย. กษ. 41 : 1 (พิเศษ) : 428-431 (2553)

ผลของฟิล์มพลาสติกต่อสารระเหยของส้มโอพันธุ์ขาวน้ำผึ้งตัดแต่งพร้อมบริโภค

Effect of plastic film on volatile compounds of fresh-cut pomelo cv. Khao Nam Phung

สุวลี ฟองอินทร์[1], **ศศิธร ตรงจิตภักดี**[1,2] **และ วรรณี จิรภาคย์กุล**[1,2]
Suwalee Fong-in,[1] Sasitorn Tongchitpakdee[1,2] and Wannee Jirapakkul[1,2]

Abstract

Effect of plastic film on volatile compounds of fresh-cut pomelo (cv. Khao Num Phung) was studied. Fresh-cut pomelo were packed in polypropylene (PP) tray sealed with low density polyethylene (LDPE) and polyvinylchloride (PVC) films of which Oxygen Transmission Rate (OTR) were 4,068 and 10,262 cc/m^2/day, respectively. Then the samples were stored at 5 °C for two weeks. The volatile compounds of fresh-cut pomelo were determined by gas chromatography-mass spectrometry (GC-MS). The result showed that volatile compounds of fresh pomelo, including α-phellandrene (fresh, spicy and citrus aroma), limonene (fresh and orange citrus aroma), sabinene (minty aroma), germacrene D (minty aroma) and valencene (citrus aroma) decreased in all treatments during storage. The fresh-cut pomelo samples in LDPE film packed had lower content of volatile compounds than those of PVC film packed during the storage. Moreover, some volatile compounds of fresh-cut pomelo such as α-phellandrene, limonene and valencene were not detected by GC-MS after two weeks of storage.

Key word: fresh-cut pomelo, volatile compounds, plastic film

บทคัดย่อ

การศึกษาผลของฟิล์มพลาสติกต่อสารระเหยของส้มโอพันธุ์ขาวน้ำผึ้งตัดแต่งพร้อมบริโภค โดยนำส้มโอตัดแต่งพร้อมบริโภค บรรจุลงในถาดพลาสติกชนิดพอลิพรอพิลีน (PP) ปิดผนึกด้วยฟิล์มพลาสติกพอลิเอทิลีนความหนาแน่นต่ำ (LDPE) หรือพอลิไวนิลคลอไรด์ (PVC) ที่มีอัตราการซึมผ่านแก๊สออกซิเจน (Oxygen Transmission Rate; OTR) เท่ากับ 4,068 และ 10,262 cc/m^2/day ตามลำดับ จากนั้นนำตัวอย่างมาเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2 สัปดาห์ ทำการตรวจสอบสารระเหยของส้มโอตัดแต่งโดยใช้ gas chromatography-mass spectrometry (GC-MS) ผลการทดลองพบว่าปริมาณสารระเหยที่พบในส้มโอสด เช่น α-phellandrene (กลิ่นสดชื่น, กลิ่นฉุน และกลิ่นผลไม้ตระกูลส้ม), limonene (กลิ่นสดชื่น และกลิ่นผลไม้ตระกูลส้ม), sabinene (กลิ่นมินท์), germacrene D (กลิ่นมินท์) และ valencene (กลิ่นผลไม้ตระกูลส้ม) มีแนวโน้มลดลงตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา โดยปริมาณสารระเหยของส้มโอตัดแต่งที่ปิดผนึกด้วยฟิล์มพลาสติกชนิด LDPE จะมีปริมาณน้อยกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับสารระเหยของส้มโอตัดแต่งที่ปิดผนึกด้วยฟิล์มพลาสติกชนิด PVC ตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา นอกจากนี้ยังพบว่าไม่สามารถตรวจพบสารระเหยบางชนิด เช่น α-phellandrene, limonene และ valencene ในส้มโอตัดแต่งที่ผ่านการเก็บรักษาเป็นเวลานาน 2 สัปดาห์ ได้ด้วย GC-MS

คำสำคัญ ส้มโอตัดแต่ง, สารระเหย, ฟิล์มพลาสติก

คำนำ

ส้มโอ *Citrus maxima* (Burm.) Merill. หรือ *C. grandis* (L.) Osbeck เป็นพืชในวงศ์ Rutace มีชื่อสามัญคือ pomelo (Kale and Adsule, 1995) ส้มโอเป็นไม้ผลที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจ มีศักยภาพด้านการส่งออก เนื่องจากเป็นผลไม้ที่รสชาติดี มีรสหวานหรือหวานอมเปรี้ยวขึ้นอยู่กับพันธุ์และมีคุณค่าทางโภชนาการสูง ทำให้ส้มโอเป็นที่ต้องการของตลาดต่างประเทศ จากข้อมูลการส่งออกในปี 2551 ประเทศไทยสามารถส่งออกส้มโอได้คิดเป็นมูลค่าถึง 109 ล้านบาท (กลุ่มสินค้าเกษตร, 2552) ปัจจุบันปริมาณการบริโภคผักผลไม้ตัดแต่งพร้อมบริโภคมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ เนื่องจากเป็นรูปแบบ

[1] ภาควิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
[1] Department of Food Science and Technology, Faculty of Agro-Industry, Kasetsart University
[2] ศูนย์นวัตกรรมเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
[2] Postharvest Technology Innovation Center, Kasetsart University

ผลิตภัณฑ์ที่สามารถตอบสนองต่อชีวิตประจำวันที่รีบเร่งได้ ซึ่งผู้บริโภคต้องการผลิตภัณฑ์ที่มีคุณภาพสดใหม่และสะดวก สบายในการบริโภค การแปรรูปส้มโอตัดแต่งเป็นอีกแนวทางเลือกหนึ่ง เพื่อช่วยในเรื่องความสะดวกของผู้บริโภค เนื่องจากส้มโอเป็นผลไม้ที่มีขนาดใหญ่และมีความยุ่งยากในการปอก อีกทั้งยังช่วยลดปัญหาของเนื้อที่ในการขนส่ง และเป็นการช่วยเพิ่มมูลค่าให้กับส้มโออีกทางหนึ่ง อย่างไรก็ตามพบว่าผลิตภัณฑ์ผักผลไม้ตัดแต่งยังมีปัญหาที่จะต้องได้รับการปรับปรุงและแก้ไขอีกหลายประการ เช่น การสูญเสียรสชาติ การสูญเสียกลิ่นรส และการเปลี่ยนแปลงของสี (Varoquaux and Wiley,1994) แนวทางการแก้ไขปัญหาดังกล่าวสามารถทำได้หลายวิธี และวิธีหนึ่งที่ได้รับความนิยมคือ การบรรจุในสภาพบรรยากาศดัดแปลง (Modified atmosphere packaging, MAP) ร่วมกับการใช้อุณหภูมิต่ำ ซึ่งสามารถชะลอการเสื่อมเสียสภาพและช่วยยืดอายุการเก็บรักษาของผักผลไม้ตัดแต่งได้ (Agar et al.,1999) แต่การเก็บรักษาผลไม้ตัดแต่งในสภาพบรรยากาศดัดแปลงนั้น ปัญหาอย่างหนึ่งที่พบคือ การเกิดกลิ่นรสผิดปกติ ซึ่งเป็นปัจจัยสำคัญที่ทำให้ผู้บริโภคเกิดความประทับใจในผลิตผล การเกิดกลิ่นรสผิดปกติ มักเกิดจากสภาพบรรยากาศในการเก็บรักษาไม่เหมาะสม เช่น สภาพบรรยากาศที่มีแก๊สออกซิเจนต่ำเกินไปหรือมีแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์สูงเกินไป ทำให้ผลไม้เกิดการหายใจแบบไม่ใช้ออกซิเจน ส่งผลให้เกิดการสะสมเอทานอลและอะซีตัลดีไฮด์จนเกิดกลิ่นรสผิดปกติขึ้น (Toivonen, 1997)

การทดลองนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของฟิล์มพลาสติกที่มีอัตราการซึมผ่านแก๊สออกซิเจนต่างกันต่อสารระเหยของส้มโอพันธุ์ขาวน้ำผึ้งตัดแต่งพร้อมบริโภค เพื่อช่วยปรับปรุงคุณภาพทางด้านกลิ่นรสของส้มโอตัดแต่งพร้อมบริโภค

อุปกรณ์และวิธีการ

1. ขั้นตอนการเตรียมตัวอย่าง

นำส้มโอพันธุ์ขาวน้ำผึ้ง อายุประมาณ 7 เดือน มาล้างทำความสะอาดและเช็ดให้แห้ง จากนั้นนำเข้าไปตัดแต่งในห้องปลอดเชื้อ (clean room) ทำการปอกเปลือก นำส่วนที่เป็นเนื้อเยื่อหุ้มกลีบออก จากนั้นนำส้มโอที่ผ่านกระบวนการตัดแต่งมาบรรจุกลีบชิ้นส้มโอตัดแต่ง ประมาณ 3 – 4 กลีบ (180-200 กรัม) ลงในถาดพลาสติกชนิดพอลิพรอพิลีน (PP) และปิดผนึกด้วยฟิล์มพลาสติกชนิดพอลิเอทิลีนความหนาแน่นต่ำ (LDPE) หรือพอลิไวนิลคลอไรด์ (PVC) เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5±2 องศาเซลเซียส ทำการทดลอง 2 ซ้ำ วิเคราะห์ซ้ำละ 2 ตัวอย่าง และสุ่มเก็บตัวอย่างในวันที่ 0, 7 และ 14 ของการเก็บรักษา

2. การสกัดสารระเหยของส้มโอตัดแต่ง

ใช้วิธีการสกัดด้วยตัวทำละลาย (solvent extraction) ดัดแปลงจาก Selli et al. (2004) โดยชั่งเนื้อส้มโอจำนวน 200 กรัม นำตัวอย่างไปแช่ไนโตรเจนเหลว จากนั้นนำมาบดผสมกับโซเดียมคลอไรด์ 20 กรัม เติมตัวทำละลายผสมระหว่างเพนเทนและไดคลอโรมีเทนอัตราส่วน 2:1 ปริมาณ 240 มิลลิลิตร และเติมสารมาตรฐาน internal standard (*tert*-butylbenzene) ปริมาณ 50 ไมโครลิตร สกัดตัวอย่างด้วยเครื่องกวนแบบแม่เหล็ก เป็นเวลา 30 นาที รวมส่วนของตัวทำละลายที่สกัดได้ทั้ง 3 ครั้ง นำมาทำให้เข้มข้นโดย Vigreux column ที่อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส จนกระทั่งมีปริมาตร 50 มิลลิลิตร จากนั้นนำตัวอย่างมากลั่นด้วยเครื่องกลั่นระบบสุญญากาศ สารที่กลั่นได้นำไปทำให้เข้มข้นโดยการเป่าด้วยแก๊สไนโตรเจนบริสุทธิ์สูง แล้วนำมาเทผ่านโซเดียมซัลเฟทปราศจากน้ำ เป่าด้วยแก๊สไนโตรเจนเบาๆ ให้ตัวอย่างเข้มข้นจนมีปริมาตร 0.5 มิลลิลิตร เก็บตัวอย่างในขวดสีชาที่อุณหภูมิ -40 องศาเซลเซียส เพื่อใช้ในการวิเคราะห์ต่อไป

3. การวิเคราะห์ชนิดและปริมาณสารระเหยของส้มโอตัดแต่งโดยใช้ Gas chromatography-mass spectrometry

วิเคราะห์ตัวอย่าง 1 ไมโครลิตร ด้วยเครื่อง Gas Chromatography- Mass Spectrometry (GC-MS) โดยใช้สภาวะเครื่อง GC แบบ on column มีแก๊สฮีเลียมเป็น carrier gas ด้วยอัตราไหลคงที่ที่ 1.5 มิลลิลิตร/นาที แยกสารระเหยด้วยแคปิลารีคอลัมน์ชนิด HP-5 ยาว 60 เมตร เส้นผ่านศูนย์กลาง 0.25 มิลลิเมตร ชั้นเคลือบหนา 0.25 ไมโครเมตร โดยตั้งอุณหภูมิเริ่มต้นที่ 40 องศาเซลเซียส คงไว้เป็นเวลา 10 นาที ก่อนจะเพิ่มขึ้นด้วยอัตรา 6 องศาเซลเซียส/นาที จนถึงอุณหภูมิสุดท้าย 200 องศาเซลเซียส และคงไว้ที่อุณหภูมินี้เป็นเวลา 20 นาที เปรียบเทียบข้อมูล Mass Spectrometry ของสารแต่ละชนิดกับฐานข้อมูล NIST 02 และ Wiley 275 library

4. วิเคราะห์ผลทางสถิติ

วิเคราะห์ผลที่ได้ด้วยวิธีทางสถิติ โดยใช้วิธี Analysis of Variance (ANOVA) และวิเคราะห์ความแตกต่างระหว่างตัวอย่างด้วยวิธี Duncan's new multiple's range test (DMRT)

ผลและวิจารณ์

จากการวิเคราะห์ชนิดและปริมาณของสารระเหยในส้มโอสด และทำการคัดเลือกชนิดของสารระเหยโดยการพิจารณาลักษณะกลิ่นของสารระเหยที่ศึกษาจากฐานข้อมูล Flavor base' 04 (Liffingwell, 2004) พบว่าสารระเหยจำนวน 5 ชนิดในกลุ่มนี้ ได้แก่ α-phellandrene (กลิ่นสดชื่น, กลิ่นฉุน และกลิ่นผลไม้ตระกูลส้ม), limonene (กลิ่นสดชื่น และกลิ่นผลไม้ตระกูลส้ม), sabinene (กลิ่นมินท์), germacrene D (กลิ่นมินท์) และ valencene (กลิ่นผลไม้ตระกูลส้ม) ให้ลักษณะกลิ่นที่มีความสัมพันธ์และสอดคล้องกับกลิ่นของส้มโอ และเมื่อทำการศึกษาสารระเหยของส้มโอที่ผ่านการตัดแต่งแล้วปิดผนึกด้วยฟิล์มชนิด LDPE หรือ PVC ซึ่งมีอัตราการซึมผ่านแก๊สออกซิเจน (Oxygen Transmission Rate; OTR) เท่ากับ 4,068±33.4 และ 10,262±16.4 cc/m^2/day ตามลำดับ จากนั้นนำมาเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 2 สัปดาห์ พบว่าปริมาณสารระเหยที่พบในส้มโอสด มีแนวโน้มลดลงตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา โดยส้มโอตัดแต่งที่ปิดผนึกด้วยฟิล์มพลาสติกชนิด LDPE ซึ่งมีอัตราการซึมผ่านของแก๊สออกซิเจนน้อยกว่าฟิล์มพลาสติกชนิด PVC จะมีปริมาณสารระเหยที่พบในส้มโอสดลดลงมากกว่าส้มโอตัดแต่งที่ปิดผนึกด้วยฟิล์มชนิด PVC ตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา ($p \leq 0.05$) (Table 1) นอกจากนี้ ยังพบว่าส้มโอตัดแต่งที่ผ่านการเก็บรักษาเป็นเวลา 2 สัปดาห์ ไม่สามารถตรวจพบสารระเหยพวก α-phellandrene, limonene และ valencene ได้ด้วย Gas Chromatography-Mass Spectrometry (GC-MS) อย่างไรก็ตาม germacrene D เป็นสารที่ยังคงมีปริมาณสูงในส้มโอตัดแต่งที่ผ่านการเก็บรักษาเป็นเวลา 2 สัปดาห์

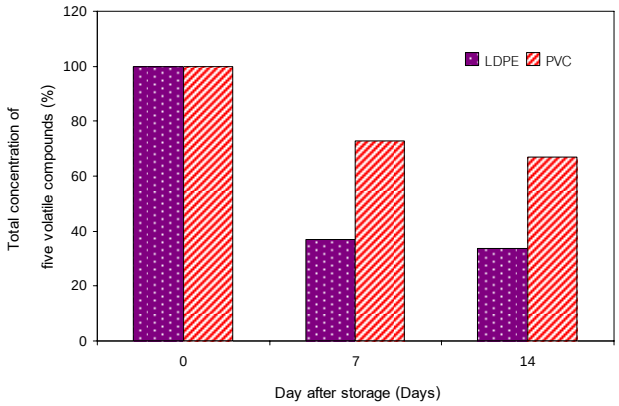

Figure 1 Percentage of total concentration of five volatile compounds in fresh cut pomelo packed with two type of films and stored at 5 °C for 2 weeks.

Table 1 Concentration of five volatile compounds of fresh cut pomelo packed with two type of films and stored at 5 °C for 2 weeks.

Compounds	Odor descriptive[1]	RI[2]	Concentration (ppb)				
			Fresh	Day 7		Day 14	
				LDPE	PVC	LDPE	PVC
α-phellandrene	fresh, spicy, citrus, peppery, woody-minty,dill-like, terpeny	1004	102.53^{a}	6.32^{c}	18.04^{b}	nd	nd
limonene	fresh, sweet, hydrocarbon and orange citrus odor	1028	61.39^{a}	2.91^{c}	16.41^{b}	nd	nd
sabinene	sweet minty, camphoraceous odor reminiscent of terpineol	1029	118.65^{a}	23.10^{d}	69.14^{b}	nd	29.77^{c}
germacrene D	woody, minty, hay, tea, tobacco note	1488	4105.63^{a}	1611.05^{d}	3153.71^{b}	1511.11^{e}	2960.23^{c}
valencene	citrus hydrocarbon	1598	79.63^{a}	nd	nd	nd	nd
TOTAL			4467.84	1643.37	3257.30	1511.11	2989.99

[1] Odor descriptive by Flavor-Base'04 by Leffingwell (2004)
[2] retention index by HP-5 column calculated with n-alkane standard (C_4-C_{22})
a-e Mean in a row with a different letters are significantly different ($p \leq 0.05$)
nd not detected

ปริมาณสารระเหยที่พบในส้มโอสดที่มีแนวโน้มลดลงตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา สอดคล้องกับงานวิจัยของ Bai et al. (2002) พบว่าการใช้สภาพบรรยากาศดัดแปลงกับเมลอนตัดแต่งโดยใช้แก๊สออกซิเจน 5 kPa ร่วมกับแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ 5 kPa ทำให้สารระเหยที่มีความสัมพันธ์เกี่ยวข้องกับกลิ่นของแตงเมลอนพันธุ์ honeydew และกลิ่นของผลไม้สดลดลงตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา เช่นเดียวกันกับการทดลองของ Beaulieu and Lea (2003) ที่ศึกษาผลของสภาพบรรยากาศดัดแปลงกับการเปลี่ยนแปลงคุณภาพและสารระเหยของมะม่วงตัดแต่ง พบว่าเมื่อระยะเวลาการเก็บรักษาเพิ่มขึ้นสารกลุ่มหลักที่เป็นสารประกอบเทอร์พีน ได้แก่ α-pinene, β-myrcene, δ-*3-carene*, α-terpinene, limonene, α-terpinolene และ α-humulene มีปริมาณลดลงจากตัวอย่างสด โดยเฉพาะ δ-*3-carene* ซึ่งเป็นสารระเหยที่มีปริมาณมากในมะม่วงตัดแต่ง มีปริมาณลดลงมากที่สุด สำหรับเปอร์เซ็นต์การลดลงของสารระเหยเมื่อเทียบกับส้มโอสด พบว่า ตลอดระยะเวลาการเก็บรักษาส้มโอตัดแต่งที่ปิดผนึกด้วยฟิล์มพลาสติกชนิด LDPE มีเปอร์เซ็นต์การลดลงของสารระเหยมากกว่าส้มโอตัดแต่งที่ปิดผนึกด้วยฟิล์มพลาสติกชนิด PVC (Figure 1)

จากการที่ปริมาณสารระเหยที่พบในส้มโอสด มีแนวโน้มลดลงตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา เนื่องมาจากคุณสมบัติของฟิล์มพลาสติกเป็นตัวกำหนดสัดส่วนของแก๊สที่อยู่ภายในภาชนะบรรจุ ซึ่งฟิล์มพลาสติกชนิด LDPE จะมีอัตราการซึมผ่านของแก๊สออกซิเจนต่ำกว่าฟิล์มพลาสติกชนิด PVC ดังนั้นอาจเป็นไปได้ว่าในสภาวะที่ภายในภาชนะบรรจุมีแก๊สออกซิเจนต่ำ จะส่งให้เอนไซม์ที่ใช้ในการสร้างหรือสังเคราะห์โมโนเทอร์ปีนลดลง (Harb et al., 2008) จึงเป็นสาเหตุให้ในส้มโอตัดแต่งที่ปิดผนึกด้วยฟิล์มพลาสติกชนิด LDPE มีการลดลงของสารประกอบเทอร์ปีนมากกว่าในส้มโอตัดแต่งที่ปิดผนึกด้วยฟิล์มพลาสติกชนิด PVC

สรุป

การเก็บรักษาส้มโอตัดแต่งที่ปิดผนึกด้วยฟิล์มพลาสติกชนิด LDPE และ PVC มีผลทำให้ปริมาณสารระเหยที่พบในส้มโอสดลดลงตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา โดยส้มโอตัดแต่งที่ปิดผนึกด้วยฟิล์มพลาสติกชนิด PVC จะสามารถชะลอการเปลี่ยนแปลงคุณภาพทางด้านกลิ่นรสได้ดีกว่า ส้มโอตัดแต่งที่ปิดผนึกด้วยฟิล์มพลาสติกชนิด LDPE

คำขอบคุณ

ขอขอบคุณศูนย์นวัตกรรมเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน และสถาบันวิจัยและพัฒนาแห่งมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ที่ให้การสนับสนุนเงินทุนวิจัยในครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

กลุ่มสินค้าเกษตร. 2552. ผลไม้ประเภทส้ม. สถานการณ์ผลไม้และผลิตภัณฑ์. แหล่งที่มา: http://www.dft.moc.go.th, 21 กรกฎาคม 2552.

Agar, I. T., R. Massantini, B. H. Pierce and A. A. Kader. 1999. Postharvest CO_2 and ethylene production and quality maintenance of fresh-cut kiwifruit slices. J. Food Sci. 64: 433-440.

Bai, J., R. A. Saftner and A. E. Watada. 2003. Characteristics of fresh-cut honeydew (*Cucumis x melo L.*) available to processors in winter and summer and its quality maintenance by modified atmosphere packaging. Postharvest Biol. Technol. 28: 349-359.

Beaulieu, J. C. and J. M. Lea. 2003. *Volatile and quality changes in fresh-cut* mangos prepared from firm-ripe and soft-ripe fruit, stored in clamshell containers and passive MAP. Postharvest Biol. Technol. 30: 15-28.

Harb, J., R. Bisharat and J. Streif. 2008. Changes in volatile constituents of blackcurrants (*Ribes nigrum* L. cv.'Titania') following controlled atmosphere storage. Postharvest Biol. Technol. 47: 271–279.

Kale P.N. and Adsule P.G. 1995. Citrus, pp. 39-65. *In* D.K. Salunkhe and S.S. Kadam, eds. Handbook of Fruit Science and Technology : Production, Composition, Storage and Processing. Marcel Dekker, New York.

Leffingwell, J.C. 2004. Flavor-Base Database, Version Date July 1, 2004.

Selli, S., T. Cabaroglu and A. Canbas. 2004. Volatile flavour components of orange juice obtained from the cv. Kozan of Turkey. J. Food. Comp. Anal. 17: 789–796.

Toivonen, P. M. A. 1997. Non-ethylene, non-respiratory volatiles inharvested fruits and vegetables: their occurrence, biological activity and control. Postharvest Biol. Technol. 12: 109-125.

Varoquaux, P. and R. Wiley. 1994. Biological and biochemical changes in minimally processed refrigerated fruits and vegetables, pp. 226-268. *In* R.C. Wiley, ed. Minimally Processed Refrigerated Fruits and Vegetables. New York: Chapman and Hall.