Agricultural Sci. J. 42 : 1 (Suppl.) : 639-642 (2011) ว. วิทย. กษ. 42 : 1 (พิเศษ) : 639-642 (2554)

คุณภาพของฟักทองญี่ปุ่นพร้อมปรุงภายใต้การบรรจุแบบปรับบรรยากาศที่คัดเลือก

Quality of Minimally Processed Pumpkin under Selected Modified Atmosphere Packaging

อภิญญา จุฑางกูร[1] อิลมี เฮวาจูลิเก[2] และ ทะเคโอะ ชีนะ[3]

Apinya Chudhangkura[1], Ilmi G.N. Hewajulige[2] and Takeo Shiina[3]

Abstract

Due to large size of pumpkin (*Cucurbita maxima*) and consumers' interest in partially prepared food for convenience, minimally processed pumpkin has potential to serve these requirements. Fully mature Japanese pumpkin was kept at 5, 15, and 25ºC for one day before the experiment was conducted. Seeds and spongy portion were removed by scrapping. Five hundred grams of 1.5 inch cubic like pumpkin with peel was packed and stored in 21 x 29 cm Pre-green® NE (K_{O2} of 20,000 $ml/m^2/d$, 23ºC) at 5, 15, and 25ºC. O_2 and CO_2concentrations were analyzed by using GC-TCD. At 15 and 25ºC, O_2 drastically decreased and CO_2 increased during 24 hr. O_2 concentration at 15ºC was 10 – 15 % and CO_2 was 5 – 8 %. Mold growth was observed after 3-day storage at 25ºC and 7-day storage at 15ºC. After 72 hr, the increase of CO_2 probably related to the mold growth. Water condensation under the gas sampling rubber also caused the initiation of mold growth surround that area. At 5ºC, CO_2 level increased while O_2 level was similar to that in normal air and no mold growth was found after 10-day storage. Low temperature might suppress the mold growth whereas low O_2 & high CO_2 concentration seemed to be less effective. Weight loss of minimally processed pumpkin did not exceed 2% at 15ºC and was less than 1% at 5ºC after 10-day storage. Sucrose content of the pumpkin stored at 5ºC changed less than 20% while they were changed more than 30% and 50% at 15 and 25ºC, respectively. The Pre-green® NE attained the equilibrium gas composition of oxygen at 10 – 18 % and approx. 21 % under 15 and 5ºC, respectively.

Keywords: pumpkin, modified atmosphere, minimally processed

บทคัดย่อ

โดยทั่วไปผู้บริโภคมักจะขอตัดแบ่งซื้อฟักทองที่มีขนาดใหญ่ในปริมาณที่ต้องการ คณะผู้วิจัยจึงมีแนวคิดว่าฟักทองหั่นชิ้นพร้อมปรุงน่าจะเป็นผลิตภัณฑ์ที่สามารถตอบสนองต่อความต้องการของผู้บริโภคทั้งในระดับครัวเรือนและธุรกิจประกอบอาหาร โดยนำฟักทองญี่ปุ่นมาเก็บไว้ที่อุณหภูมิ 5 15 และ 25 ºซ. เป็นเวลา 1 คืนก่อนเริ่มการทดลอง หั่นเนื้อฟักทองพร้อมเปลือกที่ขูดเอาส่วนใยและเมล็ดภายในออกแล้วเป็นรูปลูกบาศก์ขนาด 1.5 นิ้ว บรรจุลงในถุง Pre-green® NE (OTR เท่ากับ 20,000 มล. /ม.^{2}/วัน, 23ºซ.) ขนาด 21 x 29 ซม. ถุงละ 500 ก. เก็บไว้ที่ 5, 15 และ 25ºซ. ตรวจวัดปริมาณออกซิเจนและคาร์บอนไดออกไซด์ด้วยเครื่อง GC-TCD พบว่า ที่ 15 และ 25ºซ. ออกซิเจนลดลงอย่างรวดเร็วและคาร์บอนไดออกไซด์เพิ่มขึ้นภายใน 24 ชม. โดยมีออกซิเจนที่ 15ºซ. เท่ากับ 10 – 15% และคาร์บอนไดออกไซด์เท่ากับ 5 – 8% พบราในตัวอย่างที่เก็บไว้ 3 วัน ณ 25ºซ. และ 7 วัน ณ 15ºซ. ซึ่งคาร์บอนไดออกไซด์ที่เพิ่มขึ้นภายใน 72 ชม. นั้นอาจสัมพันธ์กับการเกิดรา และหยดน้ำที่เกาะใต้บริเวณแผ่นยางสำหรับแทงเข็มสุ่มก๊าซเป็นสาเหตุให้เกิดราได้ ในตัวอย่างที่ 5ºซ. 10 วัน มีคาร์บอนไดออกไซด์เพิ่มขึ้นในขณะที่ออกซิเจนมีค่าเท่ากับบรรยากาศปกติและไม่มีเชื้อรา อุณหภูมิต่ำอาจจะสามารถชะลอการเกิดราได้ในขณะที่ส่วนประกอบของบรรยากาศที่มีออกซิเจนต่ำและคาร์บอนไดออกไซด์สูงอาจมีผลต่อการเติบโตของราน้อยกว่า ฟักทองหั่นชิ้นสูญเสียน้ำหนักไม่ถึง 2% และ< 1% เมื่อเก็บที่ 15 และ 5ºซ. ตามลำดับ ส่วนปริมาณน้ำตาลเปลี่ยนไปน้อยกว่า 20 % เมื่อเก็บที่ 5ºซ. ในขณะที่เปลี่ยนมากกว่า 30% และ 50% เมื่อเก็บที่ 15 และ 25ºซ. ตามลำดับ ถุง Pre-green® NE สามารถรักษาสมดุลส่วนประกอบของก๊าซออกซิเจนไว้ที่ 10 – 18% และประมาณ 21% ที่ 15 และ 5ºซ. ตามลำดับ

คำสำคัญ : ฟักทอง ปรับบรรยากาศ พร้อมปรุง

[1] สถาบันค้นคว้าและพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหาร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ตู้ ป.ณ.1043 ปทฝ. เกษตรศาสตร์ เขตจตุจักร กรุงเทพฯ 10903

[1] Institute of Food Research and Product Development, Kasetsart University, P.O.Box 1043 Kasetsart, Chatuchak, Bangkok 10903, Thailand.

[2] Industrial Technology Institute, 363 Bauddhaloka Mawatha, Colombo 7, Sri Lanka.

[3] National Food Research Institute, 2-1-12 Kannondai, Ibaraki 305-8645, Japan.

คำนำ

ฟักทองญี่ปุ่นมีคุณสมบัติเด่นในด้านเป็นแหล่งของโปรตีน ไขมัน คาร์โบไฮเดรต ธาตุอาหารบางชนิด ได้แก่ แคลเซียม ฟอสฟอรัส แมกนีเซียม เป็นต้น มีวิตามินซีและวิตามินเอสูง (Holland *et al*., 1991) เนื้อฟักทองส่วนที่รับประทานได้ 100 ก. มีวิตามินเอ 2458 I.U./ เบต้าแคโรทีน 1100 ไมโครกรัม ซึ่งมีส่วนช่วยลดอัตราเสี่ยงต่อการเกิดโรคมะเร็ง โรคหัวใจและหลอดเลือด มีบทบาทกระตุ้นระบบภูมิคุ้มกัน วิตามินเอมีบทบาทสำคัญต่อการบำรุงสายตา การเติบโตและบำรุงรักษาเซลล์ผิว และการทำงานของระบบสืบพันธุ์ (Gross, 1991) เนื่องจากผลฟักทองโดยทั่วไปมีขนาดที่ค่อนข้างใหญ่ ไม่สามารถบริโภคได้หมดในคราวเดียว และการปอกเปลือกเพื่อเตรียมประกอบอาหารนั้นทำให้เสียเวลา ผู้บริโภคในปัจจุบันมีพฤติกรรมเลือกซื้อวัตถุดิบเพื่อการประกอบอาหารโดยคำนึงถึงความสะดวกสบายและประหยัดเวลา ทำให้มีนักวิจัย อาทิเช่น Gorny (2001) ได้แนะนำสภาวะการเก็บรักษาสำหรับฟักทองในรูปของผักตัดแต่งแบบลูกบาศก์ไว้ที่ 0 – 5°ซ. ภายใต้บรรยากาศที่ประกอบด้วยออกซิเจน 2% และคาร์บอนไดออกไซด์ 15% และมีงานวิจัยของ Habibunnisa *et al*., (2001) รายงานการเปลี่ยนแปลงของฟักทอง (*Cucurbita maxima*) รูปแบบพร้อมปรุงที่มีขนาด 1 ¼ นิ้ว ภายใต้สภาวะปรับบรรยากาศโดยใช้ถุง PP และ LDPE ที่อุณหภูมิ 5, 13 และ 23°ซ. ว่า มีอัตราการหายใจ 155.7 มก.CO_2 / กก./ชม. ที่อุณหภูมิห้อง และสามารถเก็บได้นาน 25 วัน ที่ 5°ซ. โดยสูญเสียน้ำหนักเพียง 0.06% ปริมาณวิตามินซี ปริมาณของแข็งทั้งหมด ความชื้น แคโรทีนอยด์(carotenoids) และกรดทั้งหมดเปลี่ยนแปลงน้อยมาก และมีแบคทีเรียมีโซฟิลิคแอโรบ (mesophilic aerobes) และโคลิฟอร์ม (coliforms) เท่ากับ log 5.5 และ log 4.3 ตามลำดับ สำหรับคณะผู้วิจัยนี้ มีแนวคิดที่จะนำฟักทองญี่ปุ่นมาแปรรูปให้อยู่ในรูปแบบพร้อมปรุง (ready–to-cook) โดยยังคงมีเปลือกอยู่ ซึ่งจะเป็นการเพิ่มทางเลือกให้ผู้บริโภค ขณะเดียวกันเพื่อทดสอบ Pre-green® NE ซึ่งมีบริษัท Chisso Corporation ซึ่งเป็นผู้ผลิตแผ่นพลาสติกได้พัฒนาผลิตภัณฑ์นี้ขึ้นมาเพื่อใช้กับการเก็บรักษาผลไม้หลังการเก็บเกี่ยว

อุปกรณ์และวิธีการ

บรรจุฟักทองญี่ปุ่นที่ซื้อจากผู้ค้าปลีกในเมืองทซึคุบะไว้ในกล่องกระดาษลูกฟูกและเก็บไว้ที่อุณหภูมิ 5 15 และ 25°ซ ณ ห้องปฏิบัติการของ National Food Research Institute ก่อนเริ่มการทดลองเป็นเวลา 1 วัน ล้างผลฟักทองด้วยน้ำประปาและผึ่งให้แห้งในห้องที่ควบคุมอุณหภูมิประมาณ 25 °ซ แล้วนำมาหั่นพร้อมเปลือกโดยผู้เตรียมตัวอย่างสวมถุงมือที่ผ่านการฆ่าเชื้อและอุปกรณ์ที่ใช้ผ่านการแช่แอลกอฮอล์ 70 % ตัดฟักทองให้เป็นรูปทรงลูกบาศก์ขนาดประมาณ 1.5 นิ้ว ใช้ช้อนขูดไส้และเมล็ดออก บรรจุฟักทองหั่นชิ้นปริมาณ 500 ก. ลงในถุงพลาสติก Pre-green® NE ของบริษัท Chisso corporation (OTR เท่ากับ 20,000 มล./ม.^{2}/วัน ที่ 23°ซ.) ขนาด 21x29 ซม. เก็บไว้ที่อุณหภูมิ 5 15 และ 25°ซ. ตรวจวัดปริมาณก๊าซออกซิเจนและก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่ระยะเวลาต่างๆด้วยเครื่อง GC-TCD (GC-6AM, Shimadzu Corporation) และตรวจวัดคุณภาพของฟักทองหั่นชิ้นที่เก็บรักษา ได้แก่ น้ำหนักที่สูญเสีย ปริมาณน้ำตาลซูโครสด้วยเครื่อง HPLC (LC-10A, Shimadzu Corporation) ใช้คอลัมน์ชนิด Shim-pack SCR-101N มีน้ำเป็น mobile phase และวัดสีด้วยเครื่องวัดสี (MSC-IS-2D, Suga Instruments Co., Ltd.) บริเวณด้านข้างของชิ้นตัวอย่าง

ผล

การสุ่มวัดปริมาณก๊าซในถุงบรรจุฟักทองหั่นชิ้นที่เก็บรักษา ณ อุณหภูมิ 5°ซ. มีก๊าซออกซิเจนลดลงและก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เพิ่มขึ้นเล็กน้อยใน 24 ชม.แรก หลังจากนั้นปริมาณก๊าซทั้งสองค่อนข้างคงที่ตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา (Figure 1) และที่อุณหภูมิ 15 และ 25°ซ. พบว่า มีก๊าซออกซิเจนลดลงและก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วใน 24 ชม.แรก หลังจากนั้นปริมาณก๊าซทั้งสองเปลี่ยนแปลงไปเล็กน้อยในถุงบรรจุฟักทองที่ 15°ซ. โดยมีปริมาณก๊าซออกซิเจนเท่ากับ 10 – 15 % และก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เท่ากับ 5 – 8% ส่วนตัวอย่างที่อุณหภูมิ 25°ซ. มีปริมาณก๊าซออกซิเจนลดลงและก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เพิ่มสูงอย่างมาก ซึ่งจากการสังเกตพบว่า ตัวอย่างที่อุณหภูมิ 25°ซ. เริ่มมีราเกิดขึ้นในวันที่ 3 และในวันที่ 7 มีราขึ้นทั่วชิ้นฟักทอง (Figure 2) สำหรับตัวอย่างที่อุณหภูมิ 15°ซ. เริ่มสังเกตเห็นราหลังจากเก็บไว้ 7 วัน และเห็นชัดเจนในวันที่ 10 ของการเก็บรักษา ในขณะที่ตัวอย่าง ณ อุณหภูมิ 5°ซ. มีคาร์บอนไดออกไซด์ 2-3% และมีปริมาณออกซิเจนใกล้เคียงกับบรรยากาศปกติ ซึ่งไม่เกิดราตลอดระยะเวลาการเก็บรักษานาน 10 วัน

ด้านคุณภาพของฟักทองหั่นชิ้นที่เก็บรักษาไว้นาน 10 วัน พบว่า มีการสูญเสียน้ำหนักไม่ถึง 2% และน้อยกว่า 1% เมื่อเก็บที่ 15 และ 5°ซ. ตามลำดับ (Figure 3) มีค่าความสว่าง (L*) และ hue angle เท่ากับ 75 – 78 และ 66 – 71 ตามลำดับ ในขณะที่ตัวอย่างฟักทองเริ่มต้นมีค่าความสว่างและ hue angle เท่ากับ 55.5 และ 57.0 ตามลำดับ ส่วนปริมาณน้ำตาลซูโครส

ในตัวอย่างลดลงจากตัวอย่างเริ่มต้นน้อยกว่า 20% เมื่อเก็บที่ 5ºซ. ในขณะที่ลดลงมากกว่า 30% และ 50% เมื่อเก็บที่ 15 และ 25ºซ. ตามลำดับ (Figure 4).

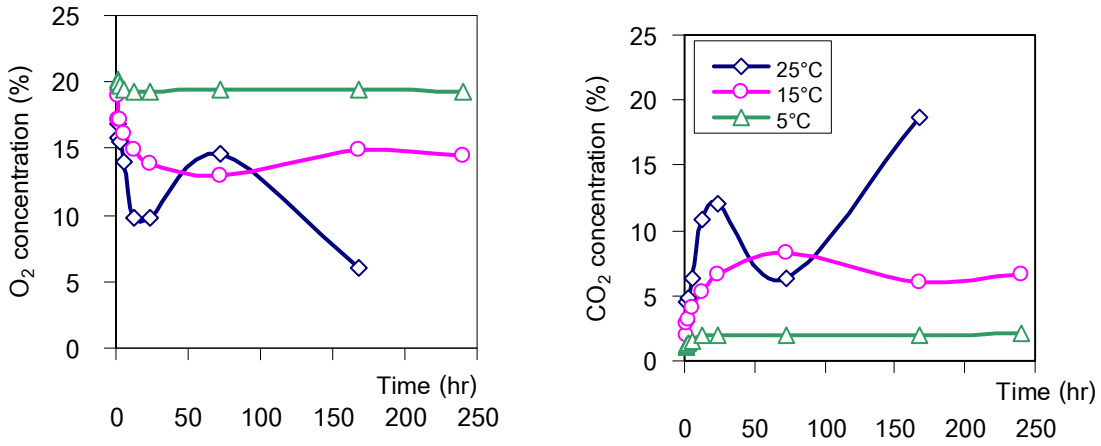

Figure 1 O_2 and CO_2 concentrations in the package of minimally processed pumpkin at 5, 15 and 25ºC

Figure 2 Minimally processed pumpkin after 7-day storage at 5 (a), 15 (b) and 25ºC (c)

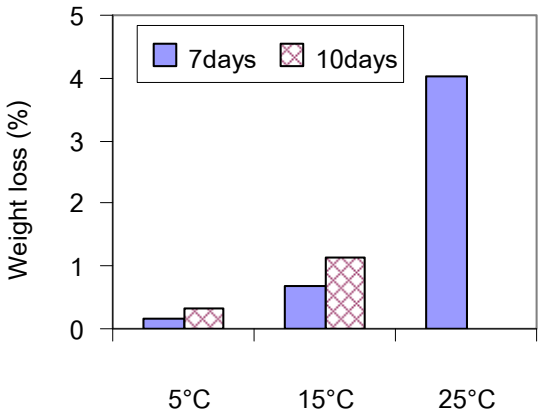

Figure 3 Weight loss of minimally processed pumpkin after 7- and 10-day storage at 5, 15 and 25ºC

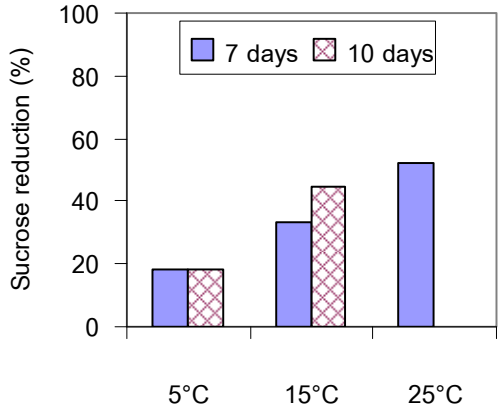

Figure 4 Sucrose reduction of minimally processed pumpkin after 7- and 10-day storage at 5, 15 and 25ºC

วิจารณ์ผล

ถุงบรรจุฟักทองหั่นชิ้นที่เก็บ ณ อุณหภูมิ 15 และ 25ºซ. มีปริมาณออกซิเจนลดลงและคาร์บอนไดออกไซด์เพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วใน 24 ชม. เนื่องจากโดยทั่วไปแล้วผักผลไม้ที่ได้รับการตัดแต่งมีอัตราการหายใจสูงขึ้นในช่วงแรก และเมื่ออุณหภูมิเพิ่มขึ้นอัตราการหายใจก็จะเพิ่มขึ้นตามซึ่งมีความแตกต่างกันในพืชต่างชนิด (Watada *et al*.,1996) ตัวอย่างฟักทองที่อุณหภูมิ 25ºซ. เริ่มมีราเกิดขึ้นในวันที่ 3 ส่วนตัวอย่างที่อุณหภูมิ 15ºซ. เริ่มสังเกตเห็นราหลังจากเก็บไว้ 7 วัน ปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่เพิ่มขึ้นในถุงในเวลา 72 ชม.อาจมีความสัมพันธ์กับการเกิดรา ซึ่ง Daek เคยพบว่า ในบรรยากาศที่มีก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ 10 % สามารถยับยั้งเชื้อราโดยทั่วไป 3 ชนิด คือ Aurobasidium Aspergillus และ Penicillium บนอาหารเลี้ยงเชื้อ (Brackett, 1994) ในขณะที่ตัวอย่าง ณ อุณหภูมิ 5ºซ มีคาร์บอนไดออกไซด์เพิ่มขึ้นและมีปริมาณออกซิเจนใกล้เคียงกับบรรยากาศปกติ ซึ่งไม่เกิดราตลอดระยะเวลาการเก็บรักษานาน 10 วัน อาจกล่าวได้ว่า ส่วนประกอบของสภาวะบรรยากาศในถุงที่มีออกซิเจนต่ำและคาร์บอนไดออกไซด์สูงอาจมีผลกระทบการเติบโตของรา แต่สามารถชะลอการเกิดราได้น้อยกว่าการเก็บรักษาฟักทองหั่นชิ้นไว้ที่อุณหภูมิต่ำ และข้อสังเกตที่พบคือ หยดน้ำที่เกาะใต้บริเวณแผ่นยางสำหรับแทงเข็มสุ่มก๊าซในถุงตัวอย่างที่อุณหภูมิ 15 และ 25 ºซ น่าจะเป็นจุดเริ่มต้นของรา

ฟักทองหั่นชิ้นที่เก็บรักษาไว้นาน 10 วัน มีการสูญเสียน้ำหนักไม่ถึง 2% ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Roura *et al*. (2004) ที่รายงานว่า ฟักทองหั่นชิ้นทรงลูกเต๋าที่เก็บนาน 12 วัน สูญเสียน้ำหนักเพียง 1.5% จากการวัดสีผลแสดงว่า ความสว่าง (L*) และ hue angle มีค่าเพิ่มขึ้นเมื่อเปรียบเทียบกับตัวอย่างฟักทองเริ่มต้น อาจเนื่องจากปรากฏแถบสีขาวที่ผิวของชิ้นฟักทองที่เกิดจากการสูญเสียน้ำของเซลล์ที่เสียหายจากการหั่นหรือตัดในทำนองเดียวกับแครอทหั่นแท่ง (Tatsumi *et al.,* 1991) เมื่อเก็บที่ 5ºซ. ปริมาณซูโครสลดลงจากตัวอย่างเริ่มต้นน้อยกว่าการเก็บที่ 15 และ 25ºซ. ซึ่งเป็นการเปลี่ยนแปลงคุณภาพที่เกิดขึ้นโดยทั่วไปของผักและผลไม้ตัดแต่ง เมื่ออัตราการหายใจเพิ่มขึ้นตามอุณหภูมิที่สูงขึ้น (Watada and Qi, 1999)

สรุป

เมื่อนำถุง Pre-green® NE มาใช้บรรจุฟักทองญี่ปุ่นหั่นชิ้นทั้งเปลือกรูปลูกบาศก์ขนาด 1 ½ นิ้ว สามารถรักษาสมดุลส่วนประกอบของก๊าซออกซิเจนไว้ที่ 10 – 15% และประมาณ 21% ที่อุณหภูมิ 15 และ 5ºซ. ตามลำดับ และคุณภาพของฟักทองหั่นชิ้นเมื่อเก็บรักษาไว้ 7 วัน ที่ 15ºซ. และ 10 วัน ที่ 5 ºซ. สูญเสียน้ำหนักไม่ถึง 2% และน้อยกว่า 1% ปริมาณน้ำตาลลดลง 20% และ 30% ตามลำดับ

คำขอบคุณ

ขอบคุณ The United Nations University และ Kirin Brewery Co., Ltd. (ประเทศญี่ปุ่น) ผู้สนับสนุนทุนวิจัย และขอบคุณ National Food Research Institute (ประเทศญี่ปุ่น) ผู้สนับสนุนอุปกรณ์และเครื่องมือในการทำงานวิจัยนี้

เอกสารอ้างอิง

Brackett, R.E. 1994. Microbiological spoilage and pathogens in minimally processed refrigerated fruits and vegetables. *In* Minimally Processed Refrigetared Fruits and Vegetables. Chapman & Hall. New York. p. 269 - 312.

Habibunnisa, R., Baskaran, R. Prasad and K.M. Shivaiah. 2001. Storage behaviour of minimally processed pumpkin (*Cucurbita maxima*) under modified atmosphere packaging conditions. *Eur. Food Res. Technol*. 212: 165-169.

Holland, B., A.A. Welch, I.D. Unwin, D.H. Buss, A.A. Pual, and D.A.T Southgate. 1991. *The Composition of Food*. 5th ed. The Royal Society of Chemistry. United Kingdom. 264 p..

Gorny, J.R. 2001. A summary of CA and MA requirements and recommendations for selected fresh-cut fruits and vegetables. Available source: *http://postharvest.ucdavis.edu/Produce/Storage/CARfreshcut.pdf*., 3rd December 2010.

Gross, J. 1991. *Pigments in Vegetables : Chlorophylls and Carotenoids* . The AVI Publishing. New York.

Roura, S.I., M. DR. Moreira and C.E. Del Valle. 2004. Shelf-life of fresh-like ready-to-use diced squash. *J. Food Qual*. 27: 91 -101.

Tatsumi, Y., A.E. Watada and W.P. Wergin. 1991. Scanning electron microscopy of carrot stick surface to determine cause of white translucent appearance. *J. Food Sci*. 56: 1357–1359.

Watada, A.E., N.P. Ko and D.A. Minott. 1996. Factors affecting quality of fresh-cut horticultural products. *Postharvest Biol.Technol*., 9: 115-125.

Watada, A.E. and L. Qi. 1999. Quality of fresh-cut produce. *Postharvest Biol.Technol*. 15: 201-205.