

ผลของการใช้สารเคลือบกรดฟูมาริกต่อการเปลี่ยนแปลงสารประกอบคาร์โบไฮเดรต
ของกะหล่ำดอกตัดแต่งพร้อมบริโภคน

Effect of Fumaric Acid Coating Solutions on Carbohydrate Composition Changes in
Fresh-cut Cauliflower

พริมา พิริยางกูร¹ ทัศนรัตน์ โกมล¹ และจตุททิพย์ โพธิ์อุบล²
Pharima phiriyangkul¹, Tanyarat Komol¹ and Jutatip Poubol²

Abstract

The effect of fumaric acid coating on carbohydrate composition changes in fresh-cut cauliflower. Fresh-cut cauliflower was dipped in fumaric acid coating solution at the concentrations of 0.5, 1 and 2% compared with non-treated fresh-cut cauliflower (control). Quantities of total non-structural carbohydrate, total sugar and reducing sugars of fresh-cut cauliflower packaged in polypropylene plastic bags stored at 8°C for 8 days were determined during storage. The quantity of total non-structural carbohydrate in fresh-cut cauliflower of all treatments was slightly increased after two days of storage. The quantities of total sugars and reducing sugars were slightly decreased during storage. This study revealed that the treatment of fumaric acid coating delayed the loss of carbohydrate composition in fresh-cut cauliflower.

Keywords: fumaric acid coating solution, fresh-cut cauliflower, carbohydrate

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้ศึกษา ผลของสารเคลือบกรดฟูมาริกต่อการเปลี่ยนแปลงสารประกอบคาร์โบไฮเดรตในกะหล่ำดอกตัดแต่งพร้อมบริโภค โดยนำกะหล่ำดอกตัดแต่งพร้อมบริโภคมาจุ่มลงในสารเคลือบกรดฟูมาริกที่ระดับความเข้มข้นร้อยละ 0.5, 1.0 และ 2.0 เปรียบเทียบกับกะหล่ำดอกตัดแต่งพร้อมบริโภคที่จุ่มในน้ำกลั่น (ชุดควบคุม) จากนั้นวิเคราะห์ปริมาณคาร์โบไฮเดรตทั้งหมดที่ไม่ได้เป็นองค์ประกอบในโครงสร้างของผนังเซลล์ ปริมาณน้ำตาลทั้งหมด และน้ำตาลรีดิวซ์ของกะหล่ำดอกตัดแต่งพร้อมบริโภคที่บรรจุในถุงพลาสติกชนิดพอลิโพรพิลีน เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 8 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 8 วัน ผลการทดลองพบว่าคาร์โบไฮเดรตทั้งหมดที่ไม่ได้เป็นองค์ประกอบในโครงสร้างของผนังเซลล์ของกะหล่ำดอกตัดแต่งพร้อมบริโภคในทุกวิธีการทดลอง มีปริมาณเพิ่มขึ้นเล็กน้อยในช่วงสองวันแรกของการเก็บรักษา ในขณะที่น้ำตาลทั้งหมดและน้ำตาลรีดิวซ์มีปริมาณลดลงเล็กน้อยตลอดอายุการเก็บรักษา การใช้สารเคลือบกรดฟูมาริกช่วยชะลอการสูญเสียปริมาณคาร์โบไฮเดรตทั้งหมดที่ไม่ได้เป็นองค์ประกอบในโครงสร้างของผนังเซลล์ ปริมาณน้ำตาลทั้งหมด และน้ำตาลรีดิวซ์ในกะหล่ำดอกตัดแต่งพร้อมบริโภค

คำสำคัญ: สารเคลือบกรดฟูมาริก, กะหล่ำดอกตัดแต่งพร้อมบริโภค, สารประกอบคาร์โบไฮเดรต

คำนำ

กะหล่ำดอกมีชื่อทางวิทยาศาสตร์ว่า *Brassica oleracea* จัดอยู่ในพืชตระกูล cruciferae เหมือนกับบร็อคโคลี่และกะหล่ำปลี มีคุณค่าทางโภชนาการสูงเนื่องจากมีวิตามินเอ วิตามินซี ไทอะมีน (thiamine) ไรโบฟลาวิน (riboflavin) ในอาซิน (niacin) แคลเซียม ฟอสฟอรัส และลิพิด (Raja *et al.*, 2011) ภายหลังจากตัดแต่ง บริเวณรอยตัดแต่งของกะหล่ำดอกจะเหี่ยวเนื่องจากสูญเสียน้ำและเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาล อีกทั้งเกิดการเน่าเสียเนื่องจากจุลินทรีย์ Roth *et al.* (2012) พบว่าการจุ่มกะหล่ำดอกตัดแต่งพร้อมบริโภคลงในสารละลายผสมกรดซิตริกและกรดแอสคอร์บิก หรือสารละลายคลอรีน ไม่สามารถลดการเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาลและลดปริมาณจุลินทรีย์ได้ กรดฟูมาริกเป็นกรดอินทรีย์ที่มีสมบัติในการลดค่าความเป็นกรดต่าง (pH) ในผลิตภัณฑ์อาหาร ทำให้มีสมบัติในการกำจัดจุลินทรีย์ (sterilization) เช่น มีการใช้กรดฟูมาริกล้างผัก lettuce (Izumi, 2007) ใบโหระพา (บุษกร และคณะ, 2555) alfalfa และ clover sprouts (Kim *et al.*, 2009) พบว่าสามารถลดปริมาณจุลินทรีย์ได้

¹ สาขาวิชาชีวเคมี สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ คณะศิลปศาสตร์และวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน นครปฐม 73140

¹ Division of Biochemistry, Department of Science, Faculty of Liberal Arts and Science, Kasetsart University, Kamphaeng Saen Campus, Nakhon Pathom 73140

² สาขาวิชาจุลชีววิทยา สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ คณะศิลปศาสตร์และวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน นครปฐม 73140

² Division of Microbiology, Department of Science, Faculty of Liberal Arts and Science, Kasetsart University, Kamphaeng Saen Campus, Nakhon Pathom 73140

นอกจากนี้ยังมีการใช้กรดฟูมาริกในการยืดอายุการเก็บรักษาเนื้อสัตว์และอาหารทะเล (Furukawa, 2011) งานวิจัยนี้จึงได้ศึกษาผลของการใช้สารเคลือบกรดฟูมาริกต่อการเปลี่ยนแปลงสารประกอบคาร์โบไฮเดรตของกะหล่ำดอกตัดแต่งพร้อมบริโภคเพื่อใช้เป็นข้อมูลในการพิจารณาวิธีที่เหมาะสมในการยืดอายุการเก็บรักษากะหล่ำดอกตัดแต่งพร้อมบริโภคในแง่โภชนาการต่อไป

อุปกรณ์และวิธีการ

1. การเตรียมกะหล่ำดอกและการเคลือบกะหล่ำดอกด้วยกรดฟูมาริกที่ความเข้มข้นต่าง ๆ

ซึ่งกะหล่ำดอกจากตลาดในจังหวัดนครปฐม ทำความสะอาดและตัดแต่งกะหล่ำดอกเป็นช่อดอกเล็ก ๆ ประมาณ 100 กรัม นำกะหล่ำดอกไปจุ่มในสารเคลือบกรดฟูมาริก “KEEP LONG FC” (บริษัท Ueno Fine Chemical Industry (THAILAND) จำกัด, ประเทศไทย) ที่ความเข้มข้น 0, 0.5, 1.0 และ 2.0 เปอร์เซ็นต์ เป็นเวลา 3 นาที แล้วผึ่งให้แห้งในตู้ปลอดเชื้อ (Forma Scientific; USA) เป็นเวลา 5 นาที จากนั้นบรรจุลงในถุงพลาสติกชนิดพอลิโพรพิลีน ขนาด (กว้าง x ยาว) 12 x 18 เซนติเมตร (ยี่ห้อหมากจุก, ประเทศไทย) ปิดปากถุงด้วยเครื่องผนึกด้วยความร้อน (Sealer รุ่น SFM-Two on one, ประเทศไทย) แล้วนำไปเก็บรักษาในตู้เย็นที่อุณหภูมิ 8 องศาเซลเซียส ตรวจวัดผลการทดลองทุก 2 วัน เป็นเวลา 8 วัน วางแผนการทดลองแบบ Completely randomized design (CRD) ในแต่ละชุดการทดลองมี 3 ซ้ำ โดยมีชุดที่จุ่มน้ำกลั่นเป็นชุดควบคุม

2. การวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงปริมาณสารประกอบคาร์โบไฮเดรต

วิเคราะห์ปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ น้ำตาลทั้งหมด และปริมาณคาร์โบไฮเดรตทั้งหมดที่ไม่ได้เป็นองค์ประกอบในโครงสร้างของผนังเซลล์ ตามวิธีการของ Somogyi-Nelson (Nelson, 1944, Somogyi, 1952) โดยอบกะหล่ำดอกจนแห้งสนิทที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส สกัดด้วยเอทานอล 50 เปอร์เซ็นต์ กรองแล้วนำสารที่สกัดได้ไปวิเคราะห์หาปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ การเตรียมตัวอย่างเพื่อวิเคราะห์ปริมาณน้ำตาลทั้งหมด ทำโดยนำสารสกัดข้างต้นมาย่อยด้วยกรดไฮโดรคลอริกและความร้อน จากนั้นนำไปวิเคราะห์ปริมาณน้ำตาลทั้งหมด สำหรับการวิเคราะห์หาปริมาณคาร์โบไฮเดรตทั้งหมดที่ไม่ได้เป็นองค์ประกอบในโครงสร้างของผนังเซลล์ ทำโดยนำตัวอย่างที่อบแห้งแล้วมาสกัดด้วยกรดซัลฟูริกและความร้อน (Smith *et al.*, 1964) จากนั้นปรับค่าความเป็นกรดต่างให้มีค่าเท่ากับ 7 แล้วจึงนำไปวิเคราะห์ตามวิธีการของ Somogyi-Nelson โดยวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 500 นาโนเมตร (Green *et al.*, 1989) ด้วยเครื่องสเปกโตรโฟโตมิเตอร์ (Genesys 10 uv, Spectronic Unicam, New York, USA) และใช้น้ำตาล D-glucose เป็นสารมาตรฐานคาร์โบไฮเดรต

3. การวิเคราะห์ทางสถิติ

วิเคราะห์ผลการทดลองทางสถิติโดยใช้โปรแกรม SPSS 16.0 การทดลองแต่ละครั้งทำการทดลองตัวอย่างละ 3 ซ้ำ วิเคราะห์ผลทางสถิติด้วย ANOVA และ Duncan ที่ระดับความเชื่อมั่น $P \leq 0.05$

ผล

ผลการศึกษาผลของการจุ่มกะหล่ำดอกตัดแต่งพร้อมบริโภคในสารเคลือบกรดฟูมาริกที่ 0.5, 1.0 และ 2.0 เปอร์เซ็นต์ เปรียบเทียบกับที่จุ่มในน้ำกลั่น (ชุดควบคุม) ต่อการเปลี่ยนแปลงปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ น้ำตาลทั้งหมด และคาร์โบไฮเดรตทั้งหมดที่ไม่ได้เป็นองค์ประกอบในโครงสร้างของผนังเซลล์ในกะหล่ำดอกตัดแต่งพร้อมบริโภค พบว่าในวันแรกปริมาณคาร์โบไฮเดรตทั้งหมดที่ไม่ได้เป็นองค์ประกอบในโครงสร้างของผนังเซลล์ มีปริมาณอยู่ในช่วง 0.48-0.51 mg/g หลังจากเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 8 องศาเซลเซียส ปริมาณคาร์โบไฮเดรตทั้งหมดที่ไม่ได้เป็นองค์ประกอบในโครงสร้างของผนังเซลล์ เพิ่มขึ้นเล็กน้อยในวันที่สองของการเก็บรักษา โดยมีปริมาณอยู่ในช่วง 0.51-0.52 mg/g เมื่อเก็บรักษานานขึ้นปริมาณจะลดลงเล็กน้อยตลอดอายุการเก็บรักษา (Figure 1A) ซึ่งปริมาณน้ำตาลทั้งหมด (Figure 1B) และน้ำตาลรีดิวซ์ (Figure 1C) มีปริมาณลดลงเล็กน้อยตลอดอายุการเก็บรักษาเช่นเดียวกัน ดังนั้นการจุ่มกะหล่ำดอกตัดแต่งพร้อมบริโภคในสารเคลือบกรดฟูมาริกอาจจะช่วยชะลอการสูญเสียปริมาณคาร์โบไฮเดรตทั้งหมดที่ไม่ได้เป็นองค์ประกอบในโครงสร้างของผนังเซลล์ ปริมาณน้ำตาลทั้งหมด และน้ำตาลรีดิวซ์ในกะหล่ำดอกตัดแต่งพร้อมบริโภคได้

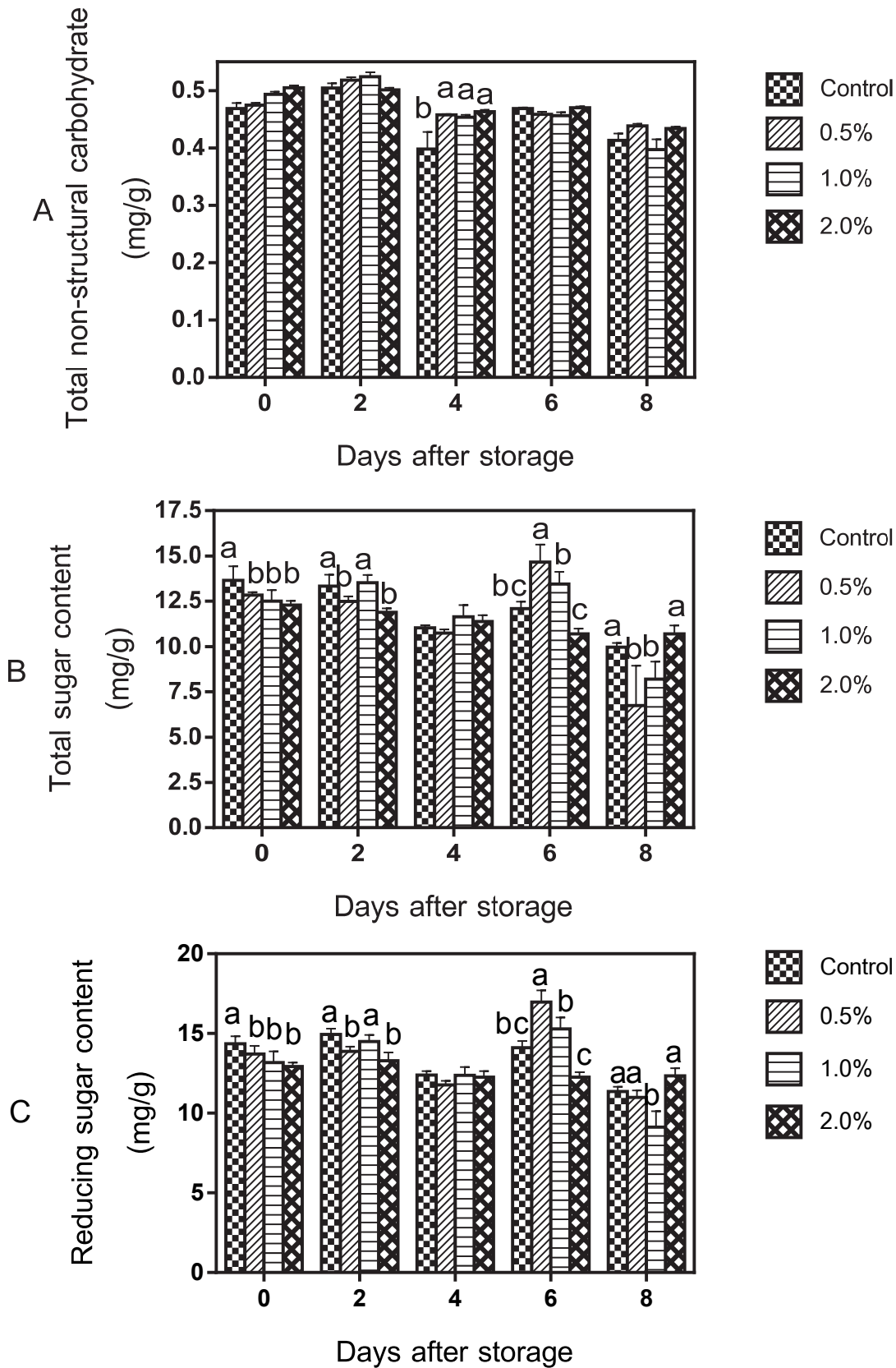


Figure 1 Changes in carbohydrate contents (A: total non-structural carbohydrate; B: total sugar; C: reducing sugars) of fresh-cut cauliflower after coating with different concentrations of fumic acid (0, 0.5, 1.0 and 2.0%) during storage at 8°C. Each data is the mean of three replicates per treatment and time point (mean ± standard error). Values not sharing a common letter are significantly different at $p \leq 0.05$.

วิจารณ์ผล

คาร์โบไฮเดรตทั้งหมดที่ไม่ได้เป็นองค์ประกอบในโครงสร้างของผนังเซลล์ ได้แก่ สตาร์ชซึ่งประกอบด้วยอะไมโลสและอะไมโลแพคทิน ฟรุคแทน น้ำตาลโมเลกุลคู่ เช่น ซูโครสและมอลโทส น้ำตาลโมเลกุลเดี่ยว เช่น กลูโคส ฟรุคโทส (Trent and Christiansen, 1986) ภายหลังจากการจุ่มกะหล่ำดอกตัดแต่งพร้อมบริโภคนอกฤดูที่ความเข้มข้นต่างๆ แล้วเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 8 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 8 วัน ปริมาณคาร์โบไฮเดรตทั้งหมดที่ไม่ได้เป็นองค์ประกอบในโครงสร้างของผนังเซลล์มีปริมาณลดลงเล็กน้อยในวันที่สี่ของการเก็บรักษา อาจเนื่องมาจากการเปลี่ยนสตาร์ชไปเป็นน้ำตาลโมเลกุลเดี่ยวซึ่งส่งผลให้เกิดการเน่าเสียช้าลงภายหลังการเก็บเกี่ยวในดอกบร็อคโคลี (Hasperue *et al.*, 2011) ซึ่งเป็นพืชในตระกูล cruciferae เหมือนกับกะหล่ำดอก ปริมาณน้ำตาลทั้งหมดและปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์มีค่าลดลงตลอดอายุการเก็บรักษา เนื่องจากพืชนำน้ำตาลมาใช้ในกระบวนการหายใจ (Mertens and Tranggono, 1989) การใช้สารเคลือบกรดฟูมาริกช่วยชะลอการสูญเสียปริมาณคาร์โบไฮเดรตทั้งหมดที่ไม่ได้เป็นองค์ประกอบในโครงสร้างของผนังเซลล์ ปริมาณน้ำตาลทั้งหมดและน้ำตาลรีดิวซ์ในกะหล่ำดอกตัดแต่งพร้อมบริโภค อาจเนื่องจากสารเคลือบฟูมาริกมีสมบัติในการกำจัดจุลินทรีย์ (Kim, *et al.*, 2009) ส่งผลให้เกิดการเน่าเสียช้าลงอาจทำให้ความต้องการใช้น้ำตาลเพื่อเป็นแหล่งอาหารของจุลินทรีย์ลดลงด้วย ปัจจุบันยังไม่มีการวิจัยที่ศึกษาผลของกรดฟูมาริกต่อสารประกอบประเภทคาร์โบไฮเดรตหรือคุณค่าทางโภชนาการโดยตรง ส่วนใหญ่ศึกษาเกี่ยวกับสมบัติในการกำจัดจุลินทรีย์ ดังนั้นจึงยังไม่ทราบกลไกการชะลอการสูญเสียปริมาณคาร์โบไฮเดรตโดยกรดฟูมาริกจำเป็นต้องศึกษาต่อไป

คำขอบคุณ

ขอขอบคุณ บริษัท Ueno Fine Chemical Industry (THAILAND) จำกัด ที่ให้ความอนุเคราะห์สารเคลือบกรดฟูมาริก “KEEP LONG” FC เพื่อใช้ในการวิจัยครั้งนี้ งานวิจัยนี้ได้รับทุนสนับสนุนจากศูนย์ส่งเสริมการวิจัยและถ่ายทอดเทคโนโลยี (ศสวท) คณะศิลปศาสตร์และวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน ประจำปี 2556

เอกสารอ้างอิง

- บุษกร ทองใบ, ประพนธ์ พันธุ์โคกกรวด และบุษญา พัชร. 2555. ผลของกรดฟูมาริกและคลื่นเสียงความถี่สูงต่อจุลินทรีย์ที่ปนเปื้อนในโหระพา. วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร. 43 (3 พิเศษ): 633-636.
- Furukawa, Y. 2011. Application of pH Adjuster “KEEP LONG”. UENO FINE CHEMICALS INDUSTRY (THAILAND), LTD. (Online). Available:http://www.ueno-fc.co.jp/seminar2011/data/shiryo_furukawa.pdf.
- Green III, F., C.A. Clausen and T.L. Highley. 1989. Adaptation of the Nelson-Somogyi reducing-sugar Assay to a microassay using microtiter plates. *Analytical Biochemistry* 182: 197-199.
- Hasperue, J. H., A.R. Chaves and G. A. Martinez. 2011. End of day harvest delays postharvest senescence of broccoli florets. *Postharvest Biology and Technology* 59: 64-70.
- Izumi, H. 2007. Current status of the fresh-cut produce industry and sanitizing technologies in Japan. *Acta Horticulturae* 746: 45-52.
- Kim, Y., M. Kim and K.B. Song. 2009. Combined treatment of fumaric acid with aqueous chloride dioxide or UV-C irradiation to inactivate *Escherichia coli* O157:H7, *Salmonella enterica* serovar Typhimurium and *Listeria monocytogenes* inoculated on alfalfa and clover sprouts. *LWT-Food Science and Technology* 42: 1654-1658.
- Mertens, H. and H. Tranggono. 1989. Ethylene and respiratory metabolism of cauliflower (*Brassica oleracea* L. covar Botrytis) in controlled atmosphere storage. *Acta Horticulturae* 258: 493-501.
- Nelson, N. 1944. A photometric adaptation of the Somogyi method for the determination of glucose. *Journal of Biological Chemistry* 153: 376-380.
- Raja, M.M.M., A. Raja, M.M. Imran and R.A. Habeeb. 2011. Quality aspects of cauliflower during storage. *International Food Research Journal* 18: 427-431.
- Roth, E., A. Gomez, J. Barriobero, B. Ozcoz, J. Mir-Bel and R. Lopez. 2012. Optimisation of the postharvest chain for whole and fresh-cut cauliflower *Acta Horticulturae* 934: 1261-1267.
- Smith, D., G.M. Paulsean and C.A. Raguse. 1964. Extraction of total available carbohydrates from grass and legume tissues. *Plant Physiology* 39: 960-962.
- Somogyi, M. 1952. Notes on sugar determination. *Journal of Biological Chemistry* 195: 19-23.
- Trent, J. D. and S. Christiansen. 1986. Determination of total nonstructural carbohydrates in forage tissue by p-hydroxybenzoic acid hydrazide flow-injection analysis. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 34: 1033-1037.