ประสิทธิภาพการใช้สารโซเดียมคลอไรท์ที่มีฤทธิ์เป็นกรดต่อการเปลี่ยนแปลงคุณภาพของไมโครกรีน
Efficacy of Acidified Sodium Chlorite on Microbial Growth and Quality Change of Microgreen

ปุณิกา แสงสุข[1] ปรียานุช แสงประยูร[1] มธุรส ขุมทองวัฒนา[1] ไชยพร เก็บเงิน[1] มัณฑนา บัวหนอง[1,2] และ พนิดา บุญฤทธิ์ธงไชย[1,2]
Saengsuk, P.[1], Saengprayoon, P.[1], Khumthogwattana, M.[1], Ngebngoen, C.[1], Buanong, M.[1,2] and Boonyaritthongchai, P.[1,2*]

Abstract

This research was studied the effects of acidified sodium chlorite (ASC) in washing process to control microbial and maintain quality of microgreen. Pea microgreen was used in this research. Pea microgreen were dipped in distilled water (control) to compare with 100 ppm ASC dipping for 1 min. After treatment, microgreen were rewashed by distilled water and centrifuged for removing the excessive water then packed into plastic tray sealed with PP film and held at 10°C for 8 days. Inhibition of microbial growth including total bacteria, coliform, yeast was found in pea microgreen treated with 100 ppm ASC.This treatment also induced antioxidant capacity, total phenolic and maintained chlorophyll content when compared with the control (non-treated pea microgreen) during storage for 8 days.

Keywords: microgreen, acidified sodium chlorite, microbial contamination, pea microgreen

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้ศึกษาการใช้สารละลายกรดโซเดียมคลอไรท์ (Acidified sodium chlorite, ASC) ในกระบวนการล้างเพื่อลดปริมาณเชื้อจุลินทรีย์และรักษาคุณภาพของไมโครกรีน การทดลองนี้ใช้ต้นอ่อนถั่วลันเตาหรือโต้วเหมี่ยว โดย นำโต้วเหมี่ยวภายหลังการเก็บเกี่ยวจุ่มลงในน้ำกลั่น (ชุดควบคุม) เปรียบเทียบกับการจุ่มในสารละลาย ASC ความเข้มข้น 100 ppm เป็นเวลา 1 นาที หลังจากนั้นนำมาล้างด้วยน้ำกลั่นและสะเด็ดน้ำ บรรจุในกล่องพลาสติกปิดผนึกด้วยความร้อนด้วยฟิล์มโพลีโพรไพลีน (PP) เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 8 วัน พบว่า โต้วเหมี่ยวที่จุ่มด้วย ASC สามารถยับยั้งการเจริญเติบโตปริมาณเชื้อแบคทีเรีย โคลิฟอร์ม ยีสต์ และสามารถกระตุ้นกิจกรรมการต้านอนุมูลอิสระ ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมด รวมถึงชะลอการสูญเสียปริมาณคลอโรฟิลล์ได้ดีกว่าชุดควบคุมในระหว่างการเก็บรักษา 8 วัน

คำสำคัญ: ไมโครกรีน กรดโซเดียมคลอไรท์ การปนเปื้อนจุลินทรีย์ โต้วเหมี่ยว

คำนำ

ปัจจุบันกระแสของการรับประทานไมโครกรีน (Microgreens) ออแกนิคกำลังได้รับความนิยมในกลุ่มของคนรักสุขภาพมากขึ้น ไมโครกรีน หรือ ต้นอ่อนของพืช คือต้นอ่อนที่เพิ่งงอกออกจากเมล็ดและมีอายุ 7-14 วัน ซึ่ง มีรายงานว่าไมโครกรีนมีองค์ประกอบของวิตามิน เกลือแร่ และสารแอนตี้ออกซิแดนต์ (antioxidants) มากกว่าผลผลิตปกติ (mature green) (Treadwell และคณะ, 2010; Xiao และคณะ, 2012) ต้นอ่อนของพืชสามารถผลิตได้ตลอดปี ใช้ระยะเวลาสั้น ปลอดภัยจากสารเคมี โดยทั่วไปไมโครกรีนมีอายุการเก็บรักษาสั้น การปนเปื้อนของเชื้อจุลินทรีย์ ที่อาจเกิดจากวัสดุปลูกและน้ำมี่ใช้ในระหว่างการเพาะ ซึ่งอาจส่งผลถึงความสะอาดของไมโครกรีนที่ปลูกได้ ทั้งนี้การจัดการภายหลังการเก็บเกี่ยวได้แก่ การล้างทำความสะอาดก่อนนำไปบรรจุในบรรจุภัณฑ์ที่เหมาะสมมีส่วนสำคัญที่ทำให้ลดปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ปนเปื้อนและรักษาคุณภาพ ความสด สารสำคัญต่างๆ ในไมโครกรีนได้ ในการผลิตโดยทั่วไปผู้ประกอบการล้างทำความสะอาดไมโครกรีนด้วยสารฆ่าเชื้อที่มีคลอรีน กรด เบส หรือเกลือเป็นองค์ประกอบ แต่สามารถลดปริมาณเชื้อได้เพียง 0.5–1.5 log CFU/g ซึ่งยังไม่สามารถลดปริมาณเชื้อให้อยู่ในเกณฑ์มาตรฐานของกระทรวงสาธารณสุขได้ (ไม่เกิน 10 CFU/g) เช่นเดียวกับการใช้สารประกอบเกลือ กรด และคลอรีนบางชนิด เช่น โซเดียมคลอไรด์

[1] สาขาเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว คณะทรัพยากรชีวภาพและเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี (บางขุนเทียน) 49 ซอยเทียนทะเล 25 ถนนบางขุนเทียนชายทะเล แขวงท่าข้าม เขตบางขุนเทียน กรุงเทพมหานคร 10150
[1]Division of Postharvest Technology, School of Bioresources and Technology, King Mongkut's University of Technology Thonburi (Bangkhuntien), 49 Tientalay 25, Thakam, Bangkhuntien, Bangkok 10150, Thailand
[2]ศูนย์นวัตกรรมเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว กระทรวงการอุดมศึกษา วิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม กรุงเทพมหานคร 10400
[2]Postharvest Technology Innovation Center, Ministry of Higher Education, Science, Research and Innovation, Bangkok 10400, Thailand

(NaCl) คลอรีนไดออกไซด์ (ClO_2) และ โซเดียมไฮโปคลอไรด์ (NaClO) สามารถลดปริมาณเชื้อจุลินทรีย์เริ่มต้นลงได้ (Singh และคณะ, 2003; Sayyari และคณะ, 2009; Anbalagan และคณะ, 2014) ดังนั้น งานวิจัยนี้จึงใช้สารละลายกรดโซเดียมคลอไรท์ เพื่อศึกษาการลดปริมาณเชื้อจุลินทรีย์เริ่มต้น และการเปลี่ยนแปลงคุณภาพและสารสำคัญของไมโครกรีนพร้อมบริโภค

อุปกรณ์และวิธีการ

เตรียมการเพาะปลูกไมโครกรีน ด้วยการนำเมล็ดถั่วลันเตามาแช่ด้วยสารโซเดียมไฮโปคลอไรท์ความเข้มข้น 200 ppm เป็นระยะเวลา 30 นาที จากนั้นนำมาแช่ด้วยน้ำเปล่าที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 6 ชั่วโมง นำเมล็ดมาบ่ม โดยใช้ผ้าห่อเมล็ดเป็นเวลา 12 ชั่วโมง แล้วจึงนำไปปลูกในขุยมะพร้าว ในตะกร้าสูง 1 นิ้ว จากนั้นโรยเมล็ดถั่วลันเตาตะกร้าละ 80 กรัม ทำการรดน้ำวันละ 1 ครั้ง เมื่อ ไมโครกรีนมีอายุประมาณ 7-14 วัน หรือใบเลี้ยงสมบูรณ์และคลี่ออกเต็มที่ จึงเก็บเกี่ยวไมโครกรีนแล้วนำไปล้างทำความสะอาด จุ่มในสาร acidified sodium chlorite (ASC) ความเข้มข้น 0 (ชุดควบคุม) 100 ppm เป็นเวลา 1 นาที แล้วนำไปล้างน้ำกลั่น 2 ครั้ง จากนั้นนำ ไมโครกรีนไปปั่นให้สะเด็ดน้ำ แล้วบรรจุลงในกล่องพลาสติก semi rigid packaging กล่องละ 100 กรัม จำนวน 4 ซ้ำ เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส ทำการตรวจบันทึกผลการทดลองทุก 2 วัน นาน 8 วัน วางแผนการทดลองแบบ Completely Randomized Design (CRD) และวิเคราะห์ผลทางสถิติแบบ Duncan’s Multiple Range (DMRT)

ผลการทดลอง

Figure 1 แสดงปริมาณเชื้อแบคทีเรียทั้งหมด โคลิฟอร์ม และยีสต์ของไมโครกรีนถั่วลันเตาชื้อแบคทีเรียทั้งหมดของโต้วเหมี่ยวที่ จุ่มสาร ASC มีปริมาณลดต่ำกว่าโต้วเหมี่ยวชุดควบคุม (ที่ไม่ได้จุ่มสาร) โดยโต้วเหมี่ยวหลังการเก็บเกี่ยวมีปริมาณเชื้อแบคทีเรียทั้งหมด 1.85 log10 CFU/g เมื่อผ่านการจุ่ม ASC ปริมาณเชื้อแบคทีเรียลดลงเหลือ 1.49 log10 CFU/g และพบว่าโต้วเหมี่ยวที่จุ่มสาร ASC มีปริมาณเชื้อแบคทีเรียทั้งหมดต่ำกว่าโต้วเหมี่ยวชุดควบคุม ในระหว่างการเก็บรักษาเป็นเวลา 8 วัน ปริมาณเชื้อโคลิฟอร์มของโต้วเหมี่ยวหลังเก็บเกี่ยว มีปริมาณเชื้อโคลิฟอร์ม 2.67 log10 CFU/g เมื่อผ่านการจุ่ม ASC ปริมาณเชื้อโคลิฟอร์มลดลงเหลือ 1.34 log10 CFU/g และพบว่าโต้วเหมี่ยวที่จุ่มสาร ASC มีปริมาณเชื้อโคลิฟอร์มต่ำกว่าโต้วเหมี่ยวชุดควบคุม ในระหว่างการเก็บรักษาเป็นเวลา 8 วัน นอกจากนั้นยังพบว่าโต้วเหมี่ยวหลังเก็บเกี่ยวไม่พบเชื้อยีสต์แต่พบเชื้อยีสต์ในวันที่ 2 ของการเก็บรักษา โดยโต้วเหมี่ยวชุดควบคุมพบปริมาณยีสต์สูงกว่าโต้วเหมี่ยวที่ผ่านการจุ่ม ASC ในระหว่างการเก็บรักษา

กิจกรรมการต้านอนุมูลอิสระของโต้วเหมี่ยวภายหลังการเก็บเกี่ยวในวันแรกอยู่ในช่วง 1.23 – 1.38 μmole Trolox equivalent/ g FW หลังจากนั้นพบว่าโต้วเหมี่ยวที่จุ่มสาร ASC มีกิจกรรมการต้านอนุมูลอิสระสูงกว่าโต้วเหมี่ยวที่ไม่ผ่านการจุ่มสาร ASC ในระหว่างการเก็บรักษา โดยในวันที่ 4 ของการเก็บรักษา พบว่าโต้วเหมี่ยวที่จุ่ม ASC มีกิจกรรมการต้านอนุมูลอิสระ 1.26 และ 1.38 μmole Trolox equivalent/ g FW ในขณะที่โต้วเหมี่ยวชุดควบคุมมีกิจกรรมการต้านอนุมูลอิสระ 1.04 และ 1.03 μmole Trolox equivalent/ g FW ซึ่งสอดคล้องกับปริมาณสารประกอบฟีนอลิก โดยโต้วเหมี่ยวที่ผ่านการจุ่ม ASC มีปริมาณสารประกอบฟีนอลิกสูงกว่าโต้วเหมี่ยวชุดควบคุมในระหว่างการเก็บรักษา นอกจากนั้นโต้วเหมี่ยว ที่ผ่านการจุ่มในสารละลาย ASC มีปริมาณคลอโรฟิลด์มากกว่าโต้วเหมี่ยวชุดควบคุมอย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.01$) (Figure 2)

วิจารณ์ผลการทดลอง

การปนเปื้อนของจุลินทรีย์ก็เป็นอีกสาเหตุหนึ่งที่เป็นปัญหาสำคัญของไมโครกรีน โดยการปนเปื้อนจุลินทรีย์จะส่งผลให้ผู้บริโภคได้รับอันตราย และทำให้ไมโครกรียนเสื่อมสภาพเร็วขึ้น (Carlin และคณะ, 1990) ปัจจุบันมีการนำสารละลายโซเดียมคลอไรต์ หรือ ASC ซึ่งเป็นสารที่มีคุณสมบัติเป็นกรด มาใช้ในการล้างผัก เพื่อลดการปนเปื้อนของจุลินทรีย์ มีรายงานว่าการแอปเปิ้ลสไลด์ที่แช่ลงในสารละลาย ASC ความเข้มข้น 1g/L สามารถรักษาลักษณะปรากฏ และชะลอการเกิดสีน้ำตาลได้ดีกว่าชุดควบคุม เมื่อเก็บรักษาไปแล้ว 24 ชั่วโมง (Lu และคณะ, 2007) ในขณะเดียวกัน Ruiz-Cruz และคณะ, (2006) รายงานว่าการใช้สารละลาย ASC ที่ความเข้มข้นสูงเกินไป เช่น 500 mg/L อาจทำให้ลักษณะปรากฏของแครอทหั่นฝอยไม่เป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค เนื่องจากเนื้อเยื่อของแครอทถูกทำลายด้วยกรด ASC แต่อย่างไรก็ตามเมื่อคุณสมบัติของสารละลาย ASC เป็นกรด ดังนั้นจึงสามารถเข้าทำลายเซลล์ของจุลินทรีย์ได้ โดยสารละลาย ASC เป็นสารออกซิไดส์ที่รุนแรงและมีความเสถียรมากจะแตกตัวได้เป็นกรดคลอรัสจึงทำให้เซลล์ของจุลินทรีย์เสียหาย (Inatsu และคณะ, 2005) Sun และคณะ, (2012) รายงานว่าการใช้ ASC ความเข้มข้น 500 ml/L ล้างมันฝรั่ง มันเทศ แครอท หัวไชเท้า แตงกวา บวบและพริกหยวกตัดแต่งพร้อมบริโภค สามารถยับยั้งเชื้อแบคทีเรีย และเชื้อโคลิฟอร์มได้ดีกว่าชุดควบคุม และ ณัฐชัย และคณะ, (2561) รายงานว่า การล้างมะม่วงดิบเส้นตัดแต่งด้วยสารละลาย ASC ความเข้มข้น 50

และ 100 ppm สามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อจุลินทรีย์ปนเปื้อนได้ดีกว่าชุดการทดลองอื่น ซึ่งให้ผลเช่นเดียวกันกับการทดลองนี้

โต้วเหมี่ยวที่ จุ่มในสารละลาย ASC มีแนวโน้มในการกระตุ้นปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดได้ดีกว่าชุดควบคุมในระหว่างการเก็บรักษา ทั้งนี้ความสามารถในการยับยั้งอนุมูลอิสระเป็นผลมาจากการเปลี่ยนแปลงของปริมาณสารต้านอนุมูลอิสระของผักในระหว่างการเก็บรักษา ได้แก่ สารประกอบฟีนอลิคทั้งหมด กรดแอสคอร์บิกเป็นต้น ซึ่งเมื่อพิจารณาความสัมพันธ์ระหว่างความสามารถในการยับยั้งอนุมูลอิสระและปริมาณสารประกอบฟีนอลิคจะพบว่าเป็นไปในทางเดียวกัน เนื่องจากสารประกอบฟีนอลิคเป็นสารต้านอนุมูลอิสระหลักในการต้านกระบวนการออกซิเดชันในพืช อย่างไรก็ตามความสามารถในการยับยั้งอนุมูลอิสระ จะขึ้นอยู่กับอุณหภูมิและระยะเวลาที่ใช้ในการเก็บรักษาไมโครกรีนด้วยด้วย (Barros และคณะ, 2007) ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Ruiz-Cruz และคณะ, (2007) รายงานว่าการใช้สารละลาย ASC ที่ความเข้มข้น 100 250 และ 500 ppm สามารถกระตุ้นปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดได้ดีกว่าชุดควบคุม ในขณะที่ ธัญญรัตน์ และคณะ (2559) รายงานว่าการจุ่มผักสลัดคอสตัดแต่ง ในสารละลาย ASC ความเข้มข้น 200 mg/L สามารถกระตุ้นกิจกรรมการต้านอนุมูลอิสระ วิธี FRAP และ DPPH ได้ดีกว่าชุดการทดลองอื่น

สรุปผลการทดลอง

สารละลายโซเดียมไฮโปคลอไรท์ที่มีฤทธิ์เป็นกรดความเข้มข้น 100 ppm สามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมด โคลิฟอร์ม ยีสต์ และสามารถกระตุ้นกิจกรรมการต้านอนุมูลอิสระ ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมด รวมถึงชะลอการสูญเสียปริมาณคลอโรฟิลล์ได้ดีกว่าชุดควบคุมในระหว่างการเก็บรักษา 8 วัน

คำขอบคุณ

งานวิจัยนี้ได้รับการสนับสนุนงบประมาณจากสำนักงานพัฒนาการวิจัยการเกษตร (องค์การมหาชน) และขอขอบพระคุณศูนย์นวัตกรรมเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว กระทรวงการอุดมศึกษา วิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม และ The United Graduate School of Agricultural Science (UGSAS), Gifu University, Japan ที่เอื้อเฟื้ออุปกรณ์ในการทำวิจัยครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

ณัฐชัย พงษ์ประเสริฐ วาริช ศรีละออง อารีลักษณ์ แก้วเล็ก และพรพรรณ เล็กขำ, 2561, ผลของสารละลาย Acidified Sodium chlorite และ Chlorine Dioxide ต่อการลดเชื้อจุลินทรีย์ปนเปื้อนและการรักษาคุณภาพของมะม่วงดิบเส้นตัดแต่งพร้อมบริโภค, วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร (พิเศษ), 49: 109-112.

ธัญญรัตน์ โกมล ผ่องเพ็ญ จิตอารีย์รัตน์ อภิรดี อุทัยรัตนกิจ ณัฐชัย พงษ์ประเสริฐ และมัณฑนา บัวหนอง, 2559, ผลของการใช้โซเดียมคลอไรต์ชนิดกรดรวมกับเทคโนโลยีฟองอากาศขนาดไมโครเพื่อควบคุมการเกิดสีน้ำตาลและการเจริญของจุลินทรีย์ในผักสลัดคอสตดแต่ง, วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร (พิเศษ), 47: 13-16.

Anbalagan, S., Karunakaran, S., Pazhamalai, V., and Dhanasekaran, S., 2014, RTBCE 2014 [12 th August 2014] Recent trends in biotechnology and chemical engineering studies on antibacterial activity of root extract of *costus igneus*, International Journal of ChemTech Research, 6: 974-4290.

Barros, L., Ferreira, M.J., Queiros, B. Ferreira, I.C.F.R., and Baptista, P., 2007, Total phenols, ascorbic acid, β-carotene. Khon Kaen Agriculture Journal, 48: 201-210.

Carlin, F., Nguyen-the, C., Hilbert, G., and Chambroy, Y., 1990, Modified atmosphere packaging of fresh ready - to - use grated carrots in polymeric film, Journal of Food Science, 55: 1033-1038.

Inatsu, Y., Bari, M.L., Kawasaki, S., Isshiki, K., and Kawamoto, S., 2005, Efficacy of acidified sodium chlorite treatments in reducing Escherichia coli O157:H7 on Chinese cabbage, Journal of Food Protection, 68: 251–255.

Lu, S., Luo, Y., Turner, E., and Feng, H., 2007, Efficacy of sodium chlorite as an inhibitor of enzymatic browning in apple slices, Food Chemistry, 104: 824-829.

Ruiz-Cruz, S., Luo, Y., Gonzalez, R.J., Tao, Y., and González Aguilar, G.A., 2006, Acidified sodium chlorite as an alternative to chlorine to control microbial growth on shredded carrots while maintaining quality, Journal of the Science of Food and Agriculture, 86: 1887-1893.

Ruiz-Cruz, S., Felix, E.A., Díaz-Cinco, M., Islas-Osuna, M.A., Aria, A. and González-Aguilara, G.A., 2007, Efficacy of sanitizers in reducing *Escherichia coli* O157:H7, *Salmonella* spp. and *Listeria monocytogenes* populations on fresh-cut carrots, Food Control, 18: 1383-1390.

Sayyari M., Babalar M., Kalantari S., Serrano M. and Valero D., 2009, Effect of salicylic acid treatment on reducing chilling injury in stored pomegranates, In: Postharvest Biology and Technology, 53: 152-154.

Singh, N., Singh, R.K. and Bhunia, A.K., 2003, Sequential disinfection of *Escherichia coli* O157:H7 inoculated alfalfa seeds before and during sprouting using aqueous chlorine dioxide, ozonated water and thyme essential oil, Lebensmittle Wissenschaft and Technologie, 36: 235-243.

Sun, S.H., Kim, S.J., Kwak S.J., and Yoon, K.S., 2012, Efficacy of sodium hypochlorite and acidified sodium chlorite in preventing browning and microbial growth on fresh-cut produce, Preventive Nutrition and Food Science, 17: 210-216.

Treadwell, D.D., Hochmuth, R., Landrum, L. and Laughlin, W., 2010, Microgreens: a new specialty crop. University of Florida, IFAS, EDIS publ. HS1164. https://edis.ifas.ufl.edu/hs1164. Accessed 23 Feb 2016.

Xiao. Z., Lester, G.E., Luo, Y., and Wang, Q., 2012, Assessment of vitamin and carotenoid concentrations of emerging food products: edible microgreens, Journal of Agricultural and Food Chemistry, 60: 7644–7651.

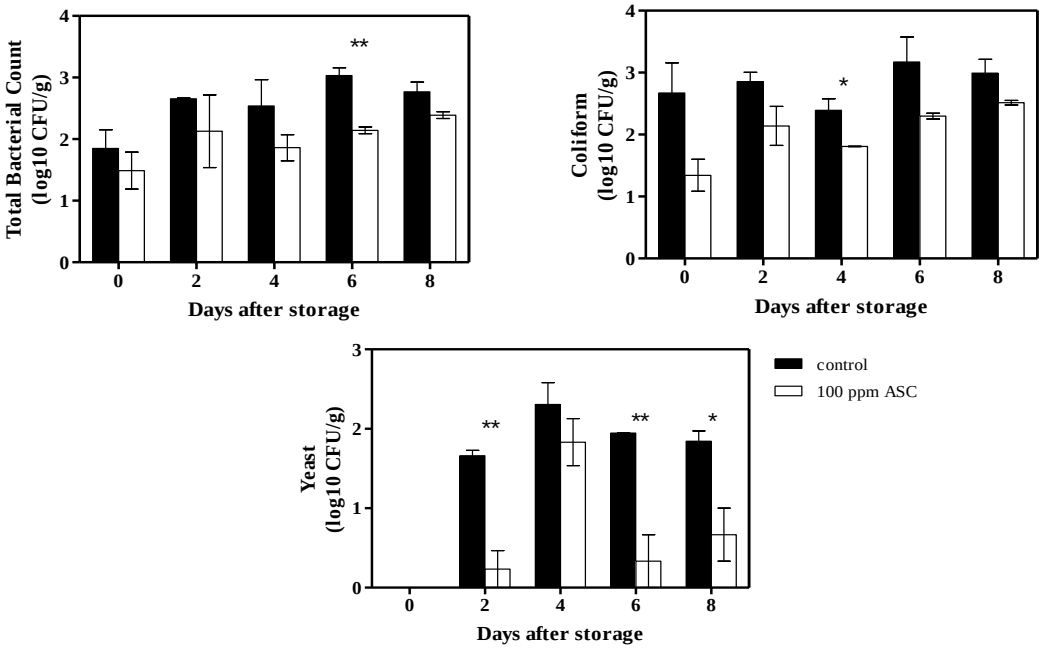

Figure 1 Total microbial, coliform and yeast of pea microgreen treated with 100 ppm ASC and non-treated microgreen (control) then packed into plastic tray wrapped with PP film storage at 10 °C for 8 days

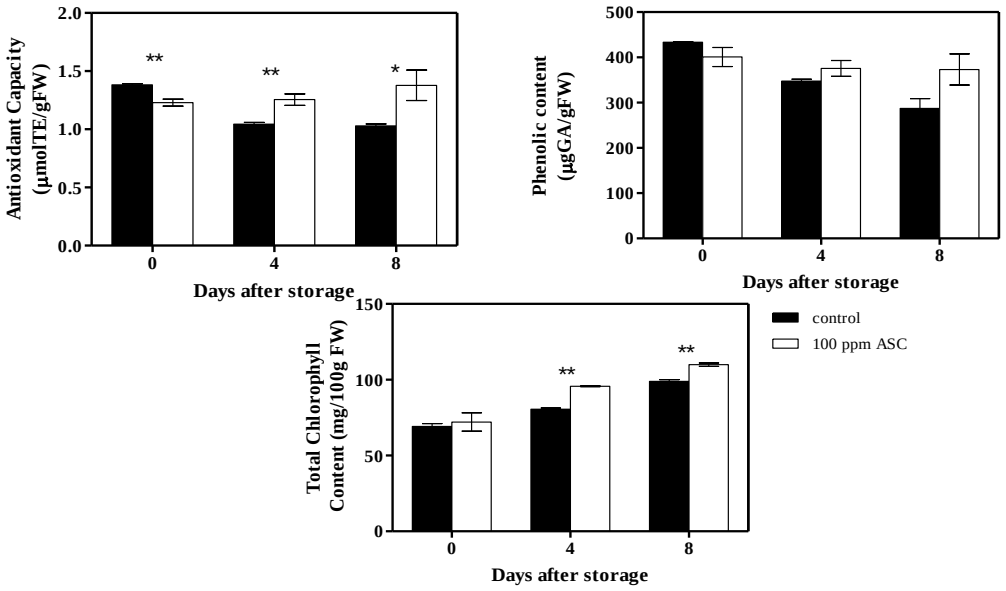

Figure 2 Antioxidant capacity, total phenolic content and total chlorophyll of pea microgreen treated with 100 ppm ASC and non-treated microgreen (control) then packed into plastic tray wrapped with PP film storage at 10 °C for 8 days