Agric. Sci. Innov. J. 55 : 1 (Suppl.) : 189 - 192 (2024) ว. วิทย. นวัต. กษ. 55 : 1 (พิเศษ) : 189 - 192 (2567)

ผลของบรรจุภัณฑ์ต่อคุณภาพหลังการเก็บเกี่ยวของไมโครกรีนกระเจี๊ยบแดง
Effect of Packaging on the Postharvest Quality of Red Roselle Microgreens

ตรีเนตร เกลี้ยงแก้ว[1] ณัฐชัย พงษ์ประเสริฐ[1,2] พนิดา บุญฤทธิ์ธงไชย[1,2] ทรงศิลป์ พจน์ชนะชัย[1,2] และวาริช ศรีละออง[1,2]
Trinate Kliangkaew[1], Nutthachai Pongprasert[1,2], Panida Boonyarithongchai[1,2], Songsin Photchanachai[1,2] and Varit Srilaong[1,2]

Abstract

The young shoot and calyx of red roselle (*Hibiscus sabdariffa* Linn) are widely consumed as food in Thailand. The preliminary study found that red-roselle seed has potential for microgreen production. Nowadays, microgreens are becoming popular and have been promoted as a new nutritional source. In addition, it has a short production cycle and is rich in health-beneficial compounds. This research aimed to study the effect of packaging on the postharvest quality of red roselle microgreens in three different types of packaging: PET clamshell (control), low density polyethylene (LDPE) bag, and polypropylene (PP) bag during storage at 10 °C for 6 days. The LDPE packaging proved superior in maintaining the appearance and reducing the total bacteria count. While the red roselle microgreens packed in PP bags showed a fresh appearance as well, however an off odor in the packaging was detected on day 4. The red roselle microgreens packed in clamshell boxes showed a wilting appearance, browning at the cut surface and decay with a bad smell. In summary, LDPE packaging could benefit the management of red roselle microgreens in supply chain.
Keywords: Red-roselle, microgreens, packaging

บทคัดย่อ

ประเทศไทยมีการใช้ยอดอ่อนและฐานรองของดอกกระเจี๊ยบแดง (*Hibiscus sabdariffa* Linn) เพื่อเป็นอาหารมานาน จากการศึกษาเบื้องต้นพบว่าเมล็ดกระเจี๊ยบแดงสามารถนำมาผลิตไมโครกรีน โดยไมโครกรีนได้รับความนิยมและส่งเสริมให้เป็นแหล่งโภชนาการใหม่เนื่องจากมีระยะเวลาในการปลูกสั้นและอุดมไปด้วยสารสำคัญที่มีประโยชน์ต่อสุขภาพ งานวิจัยนี้ศึกษาผลของบรรจุภัณฑ์ต่อคุณภาพหลังการเก็บเกี่ยวของไมโครกรีนกระเจี๊ยบแดง โดยเก็บรักษาในบรรจุภัณฑ์ที่แตกต่างกัน 3 แบบ คือ กล่อง clamshell ชนิด Polyethylene terephthalate (PET)(ชุดควบคุม) ถุง Low Density Polyethylene (LDPE) และ ถุง Polypropylene (PP) ที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียสเป็นระยะเวลา 6 วัน พบว่า การใช้ถุง LDPE มีลักษณะปรากฏ และสามารถชะลอการเจริญของเชื้อแบคทีเรียทั้งหมดได้ดีที่สุด ในขณะที่ไมโครกรีนกระเจี๊ยบแดงที่บรรจุในถุง PP มีความสดดีเช่นกัน แต่เริ่มพบกลิ่นผิดปกติในบรรจุภัณฑ์ในวันที่ 4 ของการเก็บรักษา ส่วนไมโครกรีนกระเจี๊ยบแดงที่บรรจุในกล่อง clamshell มีลักษณะเหี่ยว เกิดสีน้ำตาลบริเวณรอยตัด เน่าและมีกลิ่นเหม็นจากผลการทดลองแสดงให้เห็นว่าการใช้ถุง LDPE สามารถนำไปใช้ในการจัดการโซ่อุปทานของการผลิตไมโครกรีนกระเจี๊ยบแดงได้
คำสำคัญ : กระเจี๊ยบแดง ไมโครกรีน บรรจุภัณฑ์

คำนำ

ไมโครกรีนเป็นต้นอ่อนที่สามารถบริโภคได้ทั้งต้นโดยปลูกมาจากเมล็ดผักและเมล็ดสมุนไพร ในปัจจุบันไมโครกรีนได้รับความสนใจอย่างมากในการบริโภค (Turner *et al*., 2020) เนื่องจากอุดมไปด้วยสารประกอบสำคัญที่มีประโยชน์ต่อร่างกาย ไมโครกรีนจึงถูกนำมาใช้เป็นแหล่งโภชนาการใหม่โดยมีวัตถุประสงค์ในการเป็นอาหารเพื่อสุขภาพ (Renna and Paradiso, 2020) สำหรับในประเทศไทยนั้นมีการผลิตสมุนไพรหลายชนิดโดยกระเจี๊ยบแดงจัดเป็นพืชสมุนไพรชนิดหนึ่งที่มีการบริโภคทั้งในเชิงอาหารและในเชิงยา จากคุณประโยชน์ของกระเจี๊ยบแดงคณะผู้วิจัยจึงได้ทำการศึกษาเบื้องต้นพบว่าเมล็ดกระเจี๊ยบแดงสามารถนำมาผลิต

[1] สาขาวิชาวิทยาศาสตร์เกษตรและเทคโนโลยี (วิทยาการหลังการเก็บเกี่ยว) คณะทรัพยากรชีวภาพและเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี กทม.10150
[1] Department of AgriScience and Technology (Postharvest), School of Bioresource and Technology, King Mongkut's University of Technology Thonburi, Bangkok, 10150 Thailand.
[2] ศูนย์นวัตกรรมเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว กองส่งเสริมและประสานเพื่อประโยชน์ทางวิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม สำนักงานปลัดกระทรวง กระทรวงการอุดมศึกษา 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.

เป็นไมโครกรีนที่มีรสชาติเหมือนกับยอดอ่อนของต้นกระเจี๊ยบแดงและสามารถนำไปใช้เป็นส่วนประกอบของอาหารได้ อย่างไรก็ตามไมโครกรีนที่ผลิตจากเมล็ดพืชชนิดต่างๆ นั้น พบการเน่าเสียและการเสื่อมสภาพภายหลังการเก็บเกี่ยวที่ส่งผลต่อการวางจำหน่าย ดังนั้นจึงต้องมีการเก็บเกี่ยวอย่างระมัดระวังและใช้เทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยวเพื่อช่วยชะลอการเน่าเสียและการเสื่อมสภาพของไมโครกรีน (Treadwell *et al*., 2010) สำหรับการจัดการหลังการเก็บเกี่ยวโดยการบรรจุในบรรจุภัณฑ์ดัดแปรบรรยากาศ (MAP) นั้นพบว่าสามารถยืดอายุการเก็บรักษาผักและผลไม้หลายชนิด อย่างไรก็ตามการใช้บรรจุภัณฑ์ชนิด MAP ต้องมีความเหมาะสมกับผลผลิตแต่ละชนิดเนื่องจากบรรยากาศดัดแปรที่เกิดขึ้นภายในบรรจุภัณฑ์มีผลทั้งในแง่ของการรักษาคุณภาพและสามารถทำให้เกิดความผิดปกติทางสรีรวิทยาได้เช่นกันหากมีความเข้มข้นของก๊าซภายในบรรจุภัณฑ์ไม่เหมาะสม (Wagner *et al*., 2009) ดังนั้นการเลือกใช้ชนิดของบรรจุภัณฑ์ที่เหมาะสมจึงเป็นปัจจัยที่สำคัญสำหรับความสำเร็จของการเก็บรักษาแบบ MAP ซึ่งในการศึกษาครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของบรรจุภัณฑ์ชนิด MAP ต่อคุณภาพหลังการเก็บเกี่ยวของไมโครกรีนกระเจี๊ยบแดง

อุปกรณ์และวิธีการ

เตรียมเมล็ดไมโครกรีนกระเจี๊ยบแดงเพาะเมล็ดในที่มืดควบคุมอุณหภูมิที่ 23 ± 2 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ร้อยละ 80 ถึง 90 เป็นเวลา 4 วัน หลังจากนั้นปลูกภายใต้แสง LED สีน้ำเงิน (ความเข้มแสง 70±5 $\mu mol \cdot m^{-2} \cdot s^{-1}$) เป็นเวลา 4 วัน จากนั้นเก็บเกี่ยวและบรรจุในบรรจุภัณฑ์ (ปริมาณบรรจุ 40 กรัม) ดังนี้ กล่อง clamshell (ชุดควบคุม) ถุงชนิด Low density polyethylene (LDPE) และ ถุงชนิด Polypropylene (PP) เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 6 วัน โดยทำการเก็บตัวอย่างทุกๆ 2 วัน เพื่อการวิเคราะห์ปริมาณแบคทีเรียทั้งหมด โดยใช้ไมโครกรีน (10 กรัม) ผสมกับน้ำเกลือปราศจากเชื้อ (NaCl) ความเข้มข้น 0.85% ในถุง stomacher แล้วตีป่นเป็นเวลา 1.5 นาที จากนั้นนำของเหลวที่ได้จากการตีป่น 1 มิลลิลิตร ไปเจือจางเป็นลำดับด้วยน้ำเกลือปราศจากเชื้อ 0.85% แล้วปิเปตลงในอาหารเลี้ยงเชื้อและบ่มที่ 37 °C เป็นเวลา 24 ชั่วโมง รายงานผลเป็นหน่วย log CFU·g^{-1} FW นอกจากนี้ทำการวัดความเข้มข้นของก๊าซในบรรจุภัณฑ์โดยใช้เครื่อง OXYBABY เพื่อวิเคราะห์ปริมาณออกซิเจนและคาร์บอนไดออกไซด์ และวิเคราะห์ปริมาณวิตามินซีทั้งหมด (Roe *et al*., 1948) โดยมีการวางแผนการทดลองแบบ Completely Randomized Design (CRD) โดยแต่ละชุดการทดลองมี 4 ซ้ำ

ผลการทดลอง

จากการทดสอบผลของบรรจุภัณฑ์ต่อคุณภาพของไมโครกรีนกระเจี๊ยบแดงพบว่าการบรรจุในถุงชนิด PP มีอายุการเก็บรักษาเพียง 2 วัน หลังจากนั้นมีกลิ่นผิดปกติ ส่วนการเก็บรักษาในชุดควบคุมมีอายุการเก็บรักษา 4 วัน เนื่องจากพบการเหลืองของใบและเกิดสีน้ำตาลบริเวณรอยตัด ส่วนการบรรจุในถุง LDPE สามารถเก็บรักษาได้ 6 วัน หลังจากนั้นเริ่มพบการเหลืองของใบ (ไม่ได้แสดงผล) จำนวนแบคทีเรียทั้งหมดในไมโครกรีนที่บรรจุในบรรจุภัณฑ์ทุกชนิดมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นในระหว่างการเก็บรักษา โดยในวันที่ 2 ไม่พบความแตกต่างของจำนวนแบคทีเรียทั้งหมดอย่างมีนัยสำคัญ ส่วนในวันที่ 4 พบจำนวนแบคทีเรียทั้งหมดในชุดควบคุมเพิ่มขึ้นมากกว่าเกณฑ์มาตรฐาน (6 log CFU·g^{-1} FW) และมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกับการบรรจุถุง LDPE (5.80 log CFU·g^{-1} FW) (Figure 1A) สำหรับปริมาณวิตามินซีทั้งหมดในไมโครกรีนพบว่ามีแนวโน้มลดลงในทุกชุดการทดลองในระหว่างการเก็บรักษา (Figure 1B) โดยในวันที่ 2 พบว่าการใช้ถุงทั้ง 2 ชนิดสามารถชะลอการลดลงของวิตามินซีอย่างมีนัยสำคัญเมื่อเทียบกับชุดควบคุม อย่างไรก็ตามในวันที่ 4 พบการเพิ่มของปริมาณวิตามินซีทั้งหมดในชุดควบคุมโดยมีปริมาณมากกว่าไมโครกรีนที่บรรจุในถุง LDPE อย่างมีนัยสำคัญ หลังจากนั้นปริมาณวิตามินซีทั้งหมดของไมโครกรีนที่บรรจุในถุง LDPE มีค่าคงที่จบสิ้นสุดการเก็บรักษา

การเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นก๊าซในบรรจุภัณฑ์พบว่าในวันที่ 2 มีปริมาณ O_2 ในบรรจุภัณฑ์ลดลงโดยพบ O_2 ในถุง PP (10.43%) ลดลงอย่างมีนัยสำคัญเมื่อเทียบกับถุง LDPE (12.60%) ส่วนปริมาณ CO_2 ในบรรจุภัณฑ์มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นทั้งในถุง PP (6.30%) และถุง LDPE (4.90%) (Figure 2) หลังจากนั้นความเข้มข้นของก๊าซภายในถุง LDPE พบการลดลงของ O_2 และการเพิ่มขึ้นของ CO_2 อย่างต่อเนื่องจนสิ้นสุดการเก็บรักษา ในขณะที่ชุดควบคุมไม่พบการเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นของก๊าซในบรรจุภัณฑ์ตลอดอายุการเก็บรักษา

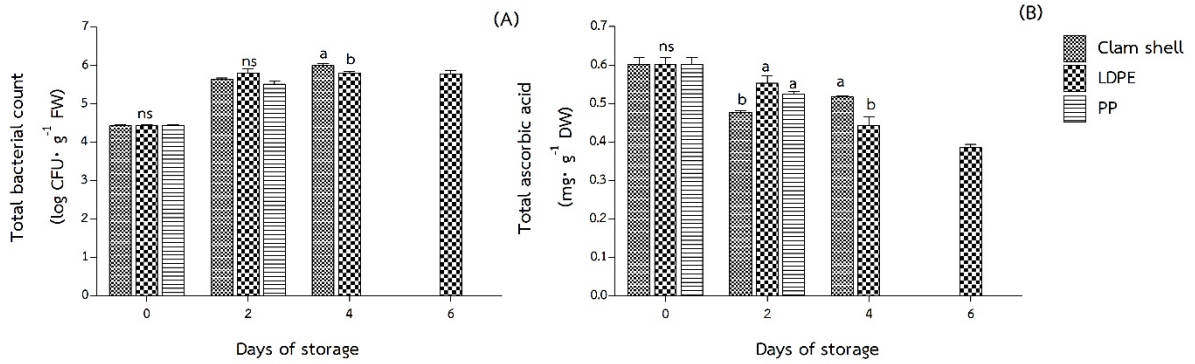

Figure 1 Total bacteria count (A) and total ascorbic acid (B) of the red roselle microgreen kept in clamshell (control), LDPE bag and PP bag, and stored at 10°C. The vertical bars represent the average with ± SE for four replicate samples and letters above the bars showed significant differences between treatments.

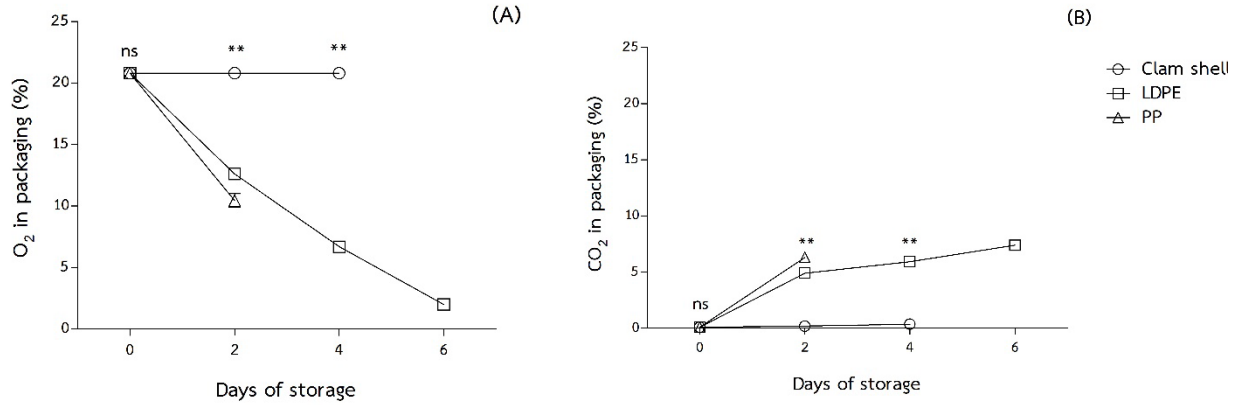

Figure 2 Changes of O_2 (A) and CO_2 (B) concentration in clamshell (control), LDPE bag and PP bag during storage red roselle microgreen at 10 °C. The vertical bars represent the average with SE for four replicate samples and (**) above the bars showed significant differences between treatments.

วิจารณ์ผล

การเก็บรักษาไมโครกรีนภายหลังการเก็บเกี่ยวพบว่าภายในบรรจุภัณฑ์มีสภาพแวดล้อมที่เอื้อต่อการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์เนื่องจากมีความชื้นสูงจากการหายใจ (Kou *et al*., 2013) ซึ่งเพิ่มความเสี่ยงต่อการเข้าทำลายของแบคทีเรีย (Warriner *et al*., 2003) จากผลการทดลองเก็บรักษาไมโครกรีนกระเจี๊ยบแดงเมื่อเปรียบเทียบชุดควบคุมและการใช้ถุง LDPE พบว่าการใช้ถุง LDPE สามารถชะลอการเจริญของเชื้อแบคทีเรียทั้งหมดได้ดีกว่า ทั้งนี้เนื่องมาจากการเพิ่มขึ้นของก๊าซ CO_2 และการลดลงของ O_2 ช่วยชะลอการเสื่อมสภาพของไมโครกรีนและชะลอการเจริญของเชื้อจุลินทรีย์ ในขณะที่การเก็บรักษาในชุดควบคุมไม่พบการเปลี่ยนแปลงของบรรยากาศภายในบรรจุภัณฑ์จึงพบการเพิ่มขึ้นของจำนวนแบคทีเรียทั้งหมดมากกว่า ซึ่ง Ghoora and Srividya (2020) รายงานว่าการเพิ่มขึ้นของปริมาณจุลินทรีย์ในบรรยากาศปกตินั้นสอดคล้องกับการรั่วไหลของอิเล็กโทรไลต์และสารอาหารจากไมโครกรีนทำให้เอื้อต่อการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ นอกจากนี้การปนเปื้อนของแบคทีเรียอาจติดมาจากเมล็ดในระหว่างการงอกโดยแบคทีเรียสามารถเข้าสู่ไมโครกรีนได้ทางราก (Warriner *et al*., 2003; Oms *et al*., 2010) สำหรับไมโครกรีนที่บรรจุในถุง PP พบกลิ่นผิดปกติในบรรจุภัณฑ์นั้นอาจเกิดเนื่องจากถุงพลาสติก PP ที่ใช้ในการทดลองนี้มีอัตราการซึมผ่านของก๊าซที่ต่ำ ในขณะที่ไมโครกรีนมีอัตราการหายใจสูงมากจึงส่งผลให้จำกัดการซึมผ่านของ O_2 เข้าสู่บรรจุภัณฑ์ ในขณะเดียวกันพบการสะสมปริมาณ CO_2 ที่มากในช่วงแรกของการเก็บรักษา ดังนั้นทำให้ไมโครกรีนเกิดการหายใจแบบไม่ใช้ออกซิเจน Zagory and Kadar (1988) รายงานว่า CO_2 ความเข้มข้นที่มากเกินไปในภาชนะบรรจุทำให้ผลิตผลเสื่อมสภาพ โดยปรากฏการณ์นี้เรียกว่า CO_2 injury ทำให้

กลิ่นและลักษณะต่างๆ ทางกายภาพเปลี่ยนไป เช่น เกิดรอยช้ำ นอกจากนี้ปริมาณ O_2 ในบรรจุภัณฑ์ที่น้อยเกินไปอาจส่งผลให้เกิดสภาวะการหายใจแบบไม่ใช้ออกซิเจนซึ่งทำให้เกิดกลิ่นและรสชาติที่ผิดเพี้ยนได้เช่นกัน จะเห็นได้ว่าความเข้มข้นหรือปริมาณก๊าซที่เหมาะสมภายในบรรจุภัณฑ์มีผลอย่างยิ่งต่อความสำเร็จในการเก็บรักษา สำหรับปริมาณวิตามินซีนั้นมีการสูญเสียได้จากการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชั่น ซึ่งจากการทดลองพบว่าการใช้ถุงชนิด LDPE ในการเก็บรักษาไมโครกรีนกระเจี๊ยบแดงมีแนวโน้มในการชะลอการลดลงของปริมาณวิตามินซี ซึ่งมีความสัมพันธ์กับความเข้มข้นของ O_2 ภายในถุงที่ลดลงจึงทำให้ชะลอการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชั่นที่ส่งผลต่อการสลายตัวของวิตามินซีในไมโครกรีน

สรุป

ไมโครกรีนกระเจี๊ยบแดงที่เก็บรักษาไว้ในบรรจุภัณฑ์ที่แตกต่างกัน 3 แบบ ได้แก่ กล่อง clamshell (ชุดควบคุม) ถุง LDPE และถุง PP และเก็บไว้ที่อุณหภูมิ 10 °C เป็นเวลา 6 วัน พบว่าการใช้บรรจุภัณฑ์ชนิด LDPE สามารถชะลอการเพิ่มของแบคทีเรียทั้งหมดและรักษาคุณภาพทางกายภาพหลังการเก็บเกี่ยวได้ดีที่สุดตลอดระยะเวลา 6 วัน เมื่อเทียบกับบรรจุภัณฑ์อื่นๆ แสดงให้เห็นว่าการใช้บรรจุภัณฑ์ชนิดถุง LDPE สามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการจัดการโซ่อุปทานของการผลิตไมโครกรีนกระเจี๊ยบแดงได้

คำขอบคุณ

ขอขอบคุณศูนย์นวัตกรรมเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว สาขาวิชาเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี และ The United Graduate School of Agricultural Science (UGSAS), Gifu University ประเทศญี่ปุ่น ที่อนุเคราะห์เครื่องมือและอุปกรณ์วิทยาศาสตร์ในการทางานวิจัยครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

Ghoora, M. D. and N. Srividya. 2020. Effect of packaging and coating technique on postharvest quality and shelf life of *Raphanus sativus* L. and *Hibiscus sabdariffa* L. microgreens. [Online]. Available Source: https://www.mdpi.com/books/book/3354-ongoing-research-on-microgreens. (27 June 2023).

Kou, L., Y. Luo, T. Yang, Z. Xiao, E.R. Turner, G. E. Lester and M. J. Camp. 2013. Postharvest biology, quality and shelf life of buckwheat microgreens. Food Science and Technology 51: 73-78.

Oms, G., M. A. Rojas, L. A. Gonzalez, P. Varela, R. Soliva, M. I. H. Hernando and O. Martin. 2010. Recent approaches using chemical treatments to preserve quality of fresh-cut fruit A review. Postharvest Biology and Technology 57: 139-148.

Renna, M. and V. M. Paradiso. 2020. Ongoing Research on Microgreens: Nutritional Properties, Shelf-Life, Sustainable Production, Innovative Growing and Processing Approaches. [Online]. Available Source: https://www.mdpi.com/books/book/3354-ongoing-research-on-microgreens. (05 May 2023).

Roe, J. H., M.B. Mills, M.J. Oesterling and C.M. Damron. 1948. The determination of diketo-l-gulonic acid, dehydro-z-ascorbic acid, and z-ascorbic acid in the same tissue extract by the 2,4-dinitrophenylhydrazine. Journal of Biological Chemistry 174: 201-208.

Treadwell, D.D., R. Hochmuth, L. Landrum and W. Laughlin. 2010. Microgreens: A new specialty crop. [Online]. Available Source: https://journals.flvc.org/edis/article/view/123356/124773. (16 June 2023).

Turner, E. R., Y. Luo and R. L. Buchanan. 2020. Microgreen nutrition, food safety, and shelf life: A review. Journal of food science 85: 870-882.

Wagner, A. B., F. J. Dainello and J. M. Parsons. 2009. Chapter X: Harvesting and Handling. *In* J. G. Masabni, F. J. Dainello and S. Cotner (eds.). Texas vegetable growers handbook (4^{th} ed). College Station, TX: Texas A and M University System. [Online]. Available Source: https://aggie-horticulture.tamu.edu/vegetable/guides/texas-vegetable-growers-handbook/. (23 June 2023).

Warriner, K., F. Ibrahim, M. Dickinson, C. Wright and W.M. Waites. 2003. Internalization of human pathogens within growing salad vegetables. Biotechnology and Genetic Engineering Reviews 20: 117-136.

Zagory, D. and A.A. Kader. 1988. Modified atmosphere packaging of fresh produce. Food Technology 42: 70-77.