Thesis Title	Effects of Sanitary Treatments on Microbial Organisms, Quality Attributes and Antioxidant Properties of Fresh-Cut Broccoli Florets (*Brassica oleracea* L.)
Thesis Credits	48
Candidate	Miss Phanida Renumarn
Supervisors	Asst. Prof. Dr. Pongphen Jitareerat
	Assoc. Prof. Dr. Varit Srilaong
Program	Doctor of Philosophy
Field of Study	Postharvest Technology
Department	Postharvest Technology
Faculty	School of Bioresources and Technology
Academic Year	2013

Abstract

Effects of sanitary treatments on microbial organisms, quality attributes and antioxidant properties of fresh-cut broccoli florets (*Brassica oleracea* L.) were investigated. Four sanitary treatments: hot water, vapor heat, ozonated water, and sodium chlorite were observed to determine their efficiency in decontaminating microbial organisms (total bacteria, coliforms, *Salmonella-Shigella* spp., and yeasts and molds) and to maintain physiological properties (visual quality or appearance, visual color and odor) in fresh-cut broccoli florets during storage at 4 °C. The best sanitary treatment determined above was selected to study its effects on the changes in bioactive compounds (including ascorbic acid, total chlorophyll, phenolic compounds, flavonoids, and total glucosinolate) and antioxidant capacity. In addition, changes in chlorophyllase, catalase, peroxidase, superoxide dismutase, ascorbate peroxidase, glutathione reductase and hydrogen peroxide activities in fresh-cut broccoli florets were also observed. The results are summarized as the follows.

Effect of hot water (HW) treatment on decontamination of microbial organisms and on physiological changes of fresh-cut broccoli florets were examined during storage at 4 °C. Fresh-cut broccoli florets were treated with HW at 50, 55 and 60 °C for 3 min and immediately cooled with water at 4 °C. Non-HW treated broccoli florets served as the

control. Treated florets were then packed into clamshell boxes (polyethylene terephthalate; PET) and kept in storage conditions at 4 °C until the produce was not acceptable to the consumer. HW treatment at 55 and 60 °C for 3 min completely controlled coliforms and *Salmonella-Shigella* spp. but these treatments resulted in tissue softening and scald-like symptoms on the florets. HW treatment at 50 °C for 3 min resulted in a reduction of both food-borne pathogens of 1.0 to 1.2 log $CFU \cdot g^{-1}$, maintained freshness and firmness, and delayed yellowing of florets for 4 days. These results suggest that a HW treatment at 50 °C for 3 min has the potential to maintain the physical quality of broccoli florets, but it may not be sufficient to either eliminate or control the growth of food-borne pathogens.

Effects of a vapor heat (VH) treatment on the load of microbial organisms and on physiological changes of fresh-cut broccoli florets were examined by treating florets with VH at 90 °C for 0 (control), 15, 30, and 45 sec followed immediately by cooling with cold water. After cooling, excess water was removed from the treated broccoli florets using manual salad spinner, and then were packed in clamshell boxes (PET) and kept at 4 °C until the produce was not acceptable to the consumer. On the initial day of storage, the VH treatment for 15 sec reduced the coliforms population to 0.51 log $CFU \cdot g^{-1}$, but it was not sufficient to reduce the populations of *Salmonella-Shigella* spp., total bacteria, and yeasts and molds compared with the control. However, the florets would be acceptable to the consumer in terms of quality and freshness including visual quality, color and odor. An increase in exposure time to VH resulted in increasing microbial populations and unacceptable visual quality, color and odor of fresh-cut broccoli florets stored at 4 °C. These results suggest that VH treatment for 15 sec may provide poor control of microbial population, but that it could maintain a level of floret quality for up to three days in storage that would be acceptable in term of attributes desired by the consumer.

The use of ozonated water is a safe alternative technique for washing fresh produce due to the absence of undesirable residues. It may replace the use of chlorinated water in the preparation of some fresh-cut produce. The contact time of ozonated water used to minimize populations of total bacteria, coliforms, and yeasts and molds, and to maintain the quality of fresh-cut broccoli florets was investigated. Fresh-cut broccoli florets were dipped for 5, 10, and 15 min in water treated with ozone gas at a concentration of 2,500

$mg \cdot h^{-1}$. Ozone concentrations in the water were 0.56, 1.00, and 1.50 ppm, respectively. Fresh-cut broccoli florets dipped in tap water for 2 min were used as the control. All samples were then packaged in clamshell boxes (PET) and stored for 6 days at 4 °C. Application of ozonated water for 15 min significantly reduced total bacteria, coliforms, and yeasts and molds by 1.20, 2.50, and 1.80 log $CFU \cdot g^{-1}$, respectively, compared with that of the control. However, ozonated water treatments impacted on fresh-cut broccoli quality by decreasing the chlorophyll concentration, L* value, and hue angle value. Although these physio-chemical changes of fresh-cut broccoli florets could be detected after treatments, these changes were not significant enough to be observed by consumers. The visual quality and color of fresh-cut broccoli evaluated by the consumers in both ozonated water and non-ozonated water treatments were not significantly different.

The effect of sodium chlorite (SC) as a sanitizing agent was studied to minimize microbial contamination and the changes to various physiological properties of fresh-cut broccoli florets. The florets were dipped in 500, 750 and 1,000 ppm of SC solution for 1 min and then stored at 4 °C for 12 days. Floret samples dipped in tap water served as the control. Microbial populations and quality changes in the florets were determined. On the initial day of storage, SC regardless of concentration significantly reduced the *Salmonella-Shigella* spp. population by approximately 3.0 log $CFU \cdot g^{-1}$. During storage, 750 and 1,000 ppm SC decreased the *Salmonella* spp. load more effectively than 500 ppm SC; however, higher SC levels caused browning of the florets and tissue damage after 9 days of storage. SC at 500 ppm was often more effective than higher SC levels in reducing total bacterial and yeasts and molds counts. SC did not affect weight loss, floret color, sensory attributes or chlorophyll content. This result indicates that 500 ppm SC could be used to reduce microbial populations and to maintain quality of fresh-cut broccoli florets during storage at 4 °C for 12 days.

In summary, the results of four sanitary treatments (hot water, vapor heat, ozonated water, and sodium chlorite solution) outlined above, showed that HW treatment at 50 °C for 3 min has the potential to maintain the physical quality of broccoli florets, but was insufficient to control the growth of food-borne pathogens whereas SC treatment at 500 ppm had the potential to reduce microbial populations and to maintain the quality of fresh-cut broccoli florets. Therefore, the effects of combined treatments, using hot water

and sodium chlorite solution, on microbial reduction, florets quality and antioxidant properties of fresh-cut broccoli florets were determined during storage. Fresh-cut broccoli florets were pre-washed with cold tap water (8-10 °C) for 2 min. The pre-washed florets were dipped in HW at 45 °C for 1 min, cooled with tap water, followed by dipping in 100 or 300 ppm of SC solution for 1 min at ambient temperature (25±2 °C). Samples were packed in the clamshell plastic boxes (PET) and stored at 4 °C for 12 days. Fresh-cut broccoli washed with tap water was used as the control. Dipping of fresh-cut broccoli in HW followed by 300 ppm SC solution was the best treatment to reduce total bacteria, coliforms, *Salmonella-Shigella* spp., and yeasts and molds throughout storage, while the quality of fresh-cut broccoli dipped in HW before dipping on SC solutions showed no significant differences on weight loss, color changes or sensory characteristic. This result indicates that HW combined with 300 ppm SC can be applied to reduce the microbial contamination on fresh-cut broccoli florets without negative effects on their quality. Furthermore, it was found that HW combined with SC treatment could maintain the antioxidant capacity ($DPPH^{\bullet}$ and total glucosinolate) and delay the activity of chlorophyllase (Chlase). In addition, the combined treatment did not have any negative effects on the contents of ascorbic acid, total chlorophyll, phenolic compounds, flavonoid, or on the activities of catalase, peroxidase, ascorbate peroxidase, and glutathion reductase throughout the storage period. This result indicates that the combined HW and SC treatment may have the potential to reduce microbial contamination and preserve the antioxidant capacity of fresh-cut broccoli.

Keywords: *Brassica oleracea* L. / Minimal Processing / Heat Treatment / Vapor Heat Treatment / Ozonated Water / Sodium Chlorite / Food-Borne Pathogens / Bioactive Compounds / Antioxidant

หัวข้อวิทยานิพนธ์	ผลของการปฏิบัติทางสุขลักษณะต่อเชื้อจุลินทรีย์ คุณสมบัติทางคุณภาพ และคุณสมบัติการต้านอนุมูลอิสระในบร็อคโคลีตัดแต่งพร้อมบริโภค
หน่วยกิต	48
ผู้เขียน	นางสาวพนิดา เรณูมาลย์
อาจารย์ที่ปรึกษา	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ผ่องเพ็ญ จิตอารีย์รัตน์ รองศาสตราจารย์ ดร.วาริช ศรีละออง
หลักสูตร	ปรัชญาดุษฎีบัณฑิต
สาขาวิชา	เทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว
สายวิชา	เทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว
คณะ	ทรัพยากรชีวภาพและเทคโนโลยี
ปีการศึกษา	2556

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้ได้ทำการศึกษาผลของการปฏิบัติทางด้านสุขลักษณะต่อการลดปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ รักษาคุณลักษณะทางคุณภาพ และคุณสมบัติของการต้านอนุมูลอิสระในบร็อคโคลีตัดแต่งพร้อมบริโภค โดยทำการตรวจสอบปฏิบัติทางด้านสุขลักษณะ 4 อย่าง คือ การใช้น้ำร้อน ไอน้ำร้อน น้ำโอโซน และสารละลายโซเดียมคลอไรท์ โดยนำการปฏิบัติเหล่านี้มาศึกษาประสิทธิภาพการลดการปนเปื้อนของเชื้อจุลินทรีย์ (จำนวนแบคทีเรียทั้งหมด โคลิฟอร์ม ซาโมแนลลา-ชิเจลลา และ ยีสต์ และรา) และเพื่อรักษาคุณสมบัติทางสรีรวิทยา (คุณภาพจากลักษณะที่ปรากฏ สี และกลิ่น) ในบร็อคโคลีตัดแต่งพร้อมบริโภค ระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส การปฏิบัติทางด้านสุขลักษณะที่ดีที่สุดที่นำมาศึกษาข้างต้นจะได้รับการคัดเลือก เพื่อนำมาศึกษาผลของการเปลี่ยนแปลงในปริมาณสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพ (Bioactive compounds) (ซึ่งประกอบด้วย ปริมาณแอสคอร์บิค คลอโรฟิลล์ทั้งหมด สารประกอบฟีนอล สารฟลาโวนอยด์ และสารกลูโคซิโนเลตทั้งหมด) และประสิทธิภาพของสารต้านอนุมูลอิสระ นอกจากนี้การเปลี่ยนแปลงในกิจกรรมของเอนไซม์คลอโรฟิลเลส คะตะเลส เปอร์ออกซิเดส ซูเปอร์ออกไซด์ดิสมิวเทส แอสคอร์เบทเปอร์ออกซิเดส กลูตาไธโอนรีดักเทส และไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ ในบร็อคโคลีตัดแต่งพร้อมบริโภค ผลการทดลองทั้งหมดสรุปได้ดังต่อไปนี้

การศึกษาผลของการใช้น้ำร้อนต่อการลดปริมาณเชื้อจุลินทรีย์และการเปลี่ยนแปลงทางด้านสรีรวิทยาในบร็อคโคลีตัดแต่งพร้อมบริโภค ระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส โดยนำบร็อคโคลีตัดแต่งพร้อมบริโภคจุ่มลงในน้ำร้อนที่อุณหภูมิ 50 55 และ 60 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 นาที และทำให้เย็นทันทีในน้ำอุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เปรียบเทียบกับบร็อคโคลีตัดแต่งพร้อมบริโภคที่จุ่มใน

น้ำประปา (ชุดควบคุม) และนำไปบรรจุในกล่อง clamshell (โพลีเอทิลีนเทเรฟทาเลต; PET) และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส จนกระทั่งผลิตภัณฑ์ไม่เป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค ผลการทดลองพบว่า การจุ่มบร็อคโคลีตัดแต่งพร้อมบริโภคในน้ำร้อนที่อุณหภูมิ 55 และ 60 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 นาที สามารถควบคุมเชื้อโคลิฟอร์ม และซาโมแนลลา-ชิเจลลาที่ปนเปื้อนในบร็อคโคลีตัดแต่งพร้อมบริโภคได้อย่างสมบูรณ์ แต่การจุ่มบร็อคโคลีตัดแต่งในน้ำร้อนที่อุณหภูมิดังกล่าวจะทำให้เนื้อเยื่อของดอกบร็อคโคลีอ่อนนุ่ม และมีลักษณะคล้ายกับผักถูกลวกด้วยน้ำร้อน ส่วนการจุ่มบร็อคโคลีตัดแต่งพร้อมบริโภคในน้ำร้อนที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 นาที พบว่าสามารถลดจำนวนเชื้อจุลินทรีย์ก่อโรคในอาหารได้ประมาณ 1.0 ถึง 1.2 log CFU·g^{-1} และรักษาความสดใหม่ ความแน่นเนื้อ และช่วยชะลอการเหลืองของดอกบร็อคโคลีได้นาน 4 วัน เมื่อเปรียบเทียบกับบร็อคโคลีตัดแต่งพร้อมบริโภคในชุดควบคุม จากผลการทดลองนี้ชี้ให้เห็นว่าการจุ่มบร็อคโคลีตัดแต่งในน้ำร้อนที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 นาที มีศักยภาพในการรักษาคุณภาพทางกายภาพของบร็อคโคลีตัดแต่งพร้อมบริโภค แต่ก็อาจไม่เพียงพอที่จะกำจัดหรือควบคุมการเจริญเติบโตของเชื้อจุลินทรีย์ก่อโรคในอาหาร

การศึกษาผลของการใช้ไอน้ำร้อนต่อปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ และการเปลี่ยนแปลงทางด้านสรีรวิทยาในบร็อคโคลีตัดแต่งพร้อมบริโภค โดยนำบร็อคโคลีตัดแต่งพร้อมบริโภคมาผ่านไอน้ำร้อนที่อุณหภูมิ 90 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 0 (ชุดควบคุม) 15, 30 และ 45 วินาที จากนั้นลดอุณหภูมิโดยการนำไปจุ่มในน้ำเย็นทันที และทำการกำจัดน้ำส่วนเกินออกด้วยอุปกรณ์สลัดน้ำ และนำไปบรรจุในกล่อง clamshell และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส จนกระทั่งผลิตภัณฑ์ไม่เป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค ผลการทดลองพบว่าในวันแรกของการเก็บรักษา การใช้ไอน้ำร้อนเป็นระยะเวลา 15 วินาที สามารถลดจำนวนโคลิฟอร์มได้ประมาณ 0.51 log CFU·g^{-1} แต่การใช้ ไอน้ำร้อนที่ระยะเวลาดังกล่าวยังไม่เพียงพอที่จะลดจำนวนซาโมแนลลา-ชิเจลลา จำนวนเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมด และ ยีสต์ และรา เมื่อเปรียบเทียบกับบร็อคโคลีตัดแต่งพร้อมบริโภคในชุดควบคุม อย่างไรก็ตามบร็อคโคลีตัดแต่งที่ผ่านการใช้ไอน้ำร้อนเป็นระยะเวลา 15 วินาที ได้รับการยอมรับจากผู้บริโภคในแง่ของคุณภาพและความสดที่ประกอบด้วยคุณภาพทางลักษณะปรากฏ สี และกลิ่น เมื่อเพิ่มระยะเวลาในการสัมผัสไอน้ำร้อน พบว่ามีผลทำให้จำนวนเชื้อจุลินทรีย์เพิ่มขึ้น และไม่เป็นที่ยอมรับของผู้บริโภคทั้งทางด้านคุณภาพทางลักษณะปรากฏ สี และกลิ่น จากผลการศึกษานี้ชี้ให้เห็นว่าการใช้ไอน้ำร้อนเป็นเวลา 15 วินาที ไม่สามารถควบคุมจำนวนเชื้อจุลินทรีย์ได้ แต่การใช้ไอน้ำร้อนเป็นระยะเวลาดังกล่าวสามารถรักษาคุณภาพของบร็อคโคลีตัดแต่งพร้อมบริโภค ที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียสได้นาน 3 วัน และเป็นที่ยอมรับในด้านคุณลักษณะที่ผู้บริโภคต้องการ

การใช้น้ำโอโซนเป็นอีกหนึ่งทางเลือกที่ปลอดภัยสำหรับการล้างผักและผลไม้สด เนื่องจากไม่มีสารตกค้างหลงเหลืออยู่ในผลผลิตเหล่านั้น ซึ่งน้ำโอโซนอาจจะนำมาแทนที่การใช้น้ำคลอรีนในกระบวนการแปรรูปผลผลิตตัดแต่งพร้อมบริโภคได้ ดังนั้นจึงทำการศึกษาผลของระยะเวลาที่ใช้ในการสัมผัสน้ำโอโซนที่มีต่อการลดจำนวนเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมด โคลิฟอร์ม ยีสต์และรา และการรักษาคุณภาพของบร็อคโคลีตัดแต่งพร้อมบริโภค บร็อคโคลีตัดแต่งพร้อมบริโภคนำมาจุ่มในน้ำที่ผ่านโอโซนความเข้มข้น 2,500 มิลลิกรัมต่อชั่วโมง เป็นเวลา 5, 10 และ 15 นาที ความเข้มข้นของน้ำโอโซนที่ได้คือ 0.56, 1.00 และ 1.50 ppm ตามลำดับ เปรียบเทียบกับบร็อคโคลีตัดแต่งพร้อมบริโภคที่จุ่มในน้ำประปาเป็นเวลา 2 นาที (ชุดควบคุม) จากนั้นทำการบรรจุในกล่อง clamshell (PET) และเก็บรักษา ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 6 วัน ผลการศึกษาพบว่า การประยุกต์ใช้น้ำโอโซนกับบร็อคโคลีตัดแต่งพร้อมบริโภคเป็นเวลา 15 นาที สามารถลดปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมด โคลิฟอร์ม ยีสต์และรา ได้ 1.20, 2.50 และ 1.80 log CFU·g^{-1} ตามลำดับ อย่างไรก็ตามการใช้น้ำโอโซนมีผลกระทบต่อคุณภาพของบร็อคโคลีตัดแต่งพร้อมบริโภค โดยทำให้ปริมาณคลอโรฟิลล์ ค่าความสว่างของสี (L*) และค่าองศาของสี (hue angle) ลดลง แต่การเปลี่ยนแปลงเหล่านี้ไม่มีผลต่อการรับรู้ของผู้บริโภคอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ส่วนการยอมรับทางประสาทสัมผัสของผู้บริโภคทั้งทางด้านคุณภาพและสีของบร็อคโคลีตัดแต่งพร้อมบริโภคทั้งการใช้และไม่ใช้น้ำโอโซนพบว่าไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

การศึกษาผลของการใช้สารละลายโซเดียมคลอไรท์ที่มีต่อการลดปริมาณเชื้อจุลินทรีย์และการเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติทางสรีรวิทยาต่างๆ ของบร็อคโคลีตัดแต่งพร้อมบริโภค โดยนำบร็อคโคลีตัดแต่งพร้อมบริโภคนำไปจุ่มในสารละลายโซเดียมคลอไรท์ความเข้มข้น 500, 750 และ 1,000 ppm เป็นเวลา 1 นาที เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 12 วัน เปรียบเทียบกับบร็อคโคลีตัดแต่งพร้อมบริโภคที่จุ่มในน้ำประปา (ชุดควบคุม) ผลการทดลองพบว่า ในวันแรกของการเก็บรักษา การใช้โซเดียมคลอไรท์มีผลต่อการลดจำนวนซาโมแนลลา-ชิเจลลาได้ถึง 3.0 log CFU·g^{-1} และพบว่าสารละลายโซเดียมคลอไรท์ความเข้มข้น 750 และ 1,000 ppm สามารถลดจำนวนซาโมแนลลา-ชิเจลลาได้ดีกว่าการใช้สารละลายโซเดียมคลอไรท์ความเข้มข้น 500 ppm อย่างไรก็ตาม การใช้สารละลายโซเดียมคลอไรท์ที่ความเข้มข้นสูงมีผลทำให้เกิดสีน้ำตาลที่ดอกของบร็อคโคลีตัดแต่งและเนื้อเยื่อของบร็อคโคลีตัดแต่งเกิดความเสียหายภายหลังการเก็บรักษาเป็นระยะเวลา 9 วัน ทั้งนี้สารละลายโซเดียมคลอไรท์ที่ความเข้มข้น 500 ppm มีประสิทธิภาพในการลดจำนวนเชื้อจุลินทรีย์และ ยีสต์และรา มากกว่าการใช้สารละลายโซเดียมคลอไรท์ที่ความเข้มข้นที่สูง (750 และ 1,000 ppm) จากการศึกษายังพบอีกว่าการใช้สารละลายโซเดียมคลอไรท์ไม่มีผลกระทบต่อการสูญเสียน้ำหนัก สีของดอกบร็อคโคลีตัดแต่ง คุณลักษณะทางประสาทสัมผัสของผู้บริโภค และปริมาณคลอโรฟิลล์ในบร็อคโคลีตัดแต่งพร้อมบริโภค ผลที่ได้นี้แสดงให้เห็นว่าการใช้สารละลายโซเดียมคลอไรท์ความ

เข้มข้น 500 ppm สามารถนำมาใช้เพื่อลดจำนวนจุลินทรีย์และการรักษาคุณภาพของบร็อคโคลีตัดแต่งพร้อมบริโภคในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 12 วัน

จากการผลของการปฏิบัติทางด้านสุขลักษณะด้วยการใช้น้ำร้อน ไอน้ำร้อน น้ำโอโซน และสารละลายโซเดียมคลอไรท์ ที่ได้ระบุไว้ข้างต้น แสดงให้เห็นว่าการปฏิบัติด้วยน้ำร้อนที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซลเซียส เป็นเวลา 3 นาที มีศักยภาพในการรักษาคุณภาพทางกายภาพของ บร็อคโคลีตัดแต่งพร้อมบริโภค แต่ก็ยังไม่เพียงพอที่จะควบคุมการเจริญเติบโตของเชื้อจุลินทรีย์ก่อโรคในอาหาร ในขณะที่การใช้สารละลายโซเดียมคลอไรท์ ความเข้มข้น 500 ppm มีศักยภาพที่จะลดจำนวนเชื้อจุลินทรีย์และรักษาคุณภาพของบร็อคโคลีตัดแต่งพร้อมบริโภคได้ ดังนั้นผลของการปฏิบัติร่วมกันระหว่างการใช้น้ำร้อนและสารละลายโซเดียมคลอไรท์ในการลดเชื้อจุลินทรีย์ รักษาคุณภาพ และคุณสมบัติการต้านอนุมูลอิสระของบร็อคโคลีตัดแต่งพร้อมบริโภคจึงถูกนำมาพิจารณา และศึกษาเพิ่มเติมโดยล้างบร็อคโคลีตัดแต่งพร้อมบริโภคด้วยน้ำประปาเย็น (8 ถึง 10 องศาเซลเซียส) เป็นเวลา 2 นาที จากนั้นนำบร็อคโคลีตัดแต่งพร้อมบริโภคจุ่มในน้ำร้อนที่อุณหภูมิ 45 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 นาที และทำให้เย็นทันทีด้วยน้ำประปา จากนั้นนำบร็อคโคลีตัดแต่งพร้อมบริโภคไปจุ่มในสารละลายโซเดียมคลอไรท์ ความเข้มข้น 100 หรือ 300 ppm เป็นเวลา 1 นาที ที่อุณหภูมิห้อง (25±2 องศาเซลเซียส) นำไปบรรจุในกล่อง clamshell (PET) และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส นาน 12 วัน สำหรับบร็อคโคลีตัดแต่งพร้อมบริโภคที่ล้างด้วยน้ำประปาใช้เป็นชุดควบคุม ผลการทดลองพบว่า การนำบร็อคโคลีตัดแต่งพร้อมบริโภคจุ่มในน้ำร้อนตามด้วยจุ่มในสารละลายโซเดียมคลอไรท์ ความเข้มข้น 300 ppm เป็นวิธีการที่ดีที่สุดในการลดจำนวนแบคทีเรียทั้งหมด โคลิฟอร์ม ซาโมแนลลา-ชิเจลลา และ ยีสต์ และรา ตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา ในขณะที่ยังคงรักษาคุณภาพของบร็อคโคลีตัดแต่งพร้อมบริโภคที่จุ่มในน้ำร้อนก่อนการจุ่มด้วยสารละลายโซเดียมคลอไรท์ โดยไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญในด้านการสูญเสียน้ำหนัก การเปลี่ยนแปลงของสี และคุณลักษณะทางประสาทสัมผัส จากผลที่ได้นี้แสดงให้เห็นว่าการใช้น้ำร้อนร่วมกับการใช้สารละลายโซเดียมคลอไรท์ ความเข้มข้น 300 ppm สามารถนำมาใช้ลดการปนเปื้อนเชื้อจุลินทรีย์ได้โดยไม่ส่งผลกระทบในเชิงลบต่อคุณภาพของบร็อคโคลีตัดแต่งพร้อมบริโภค นอกจากนี้ยังพบว่า การใช้น้ำร้อนร่วมกับการใช้สารละลายโซเดียมคลอไรท์ สามารถรักษาความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระ (DPPH˙ และสารกลูโคซิโนเลตทั้งหมด) และชะลอกิจกรรมของเอนไซม์คลอโรฟิลเลสตลอดจนพบว่าการปฏิบัติร่วมกันไม่มีผลกระทบเชิงลบใดๆ ต่อปริมาณแอสคอร์บิค คลอโรฟิลล์ทั้งหมด สารประกอบฟีนอล สารฟลาโวนอยด์ หรือกิจกรรมของเอนไซม์คะตะเลส เปอร์ออกซิเดส แอสคอร์เบทเปอร์ออกซิเดส และกลูตาไธโอนรีดักเทส ตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา จากผลที่ได้นี้แสดงให้เห็นว่าการปฏิบัติด้วยน้ำร้อนร่วมกับสารละลายโซเดียมคลอไรท์มีศักยภาพในการลดปริมาณเชื้อจุลินทรีย์และคุณสมบัติในการต้านอนุมูลอิสระของบร็อคโคลีตัดแต่งพร้อมบริโภคได้

คำสำคัญ: *Brassica oleracea* L. / Minimal Processing / การปฏิบัติด้วยความร้อน / การปฏิบัติด้วยไอน้ำร้อน / น้ำโอโซน / สารโซเดียมคลอไรท์ / เชื้อจุลินทรีย์ก่อโรคในอาหาร / สารออกฤทธิ์ทางชีวภาพ / สารต้านอนุมูลอิสระ