การใช้น้ำอิเล็กโทรไลต์ต่อการลดจุลินทรีย์ในผักกาดกวางตุ้งและแครอท

The Use of Electrolyzed Water on Microbial Reduction of Chinese Cabbage (*Brassica chinensis* var. *parachinensis*) and Carrot (*Daucus carota* subsp. *sativus*)

กฤษณา พวงจำปา[1] กัญญาณัฐ ศรีธิ[1] กานดา หวังชัย[2,3] และ อังคณา เชื้อเจ็ดตน[1]
Kritsana Phuangchampa[1], Kanyanat Sriti[1], Kanda Whangchai[2,3] and Angkhana Chuajedton[1]

Abstract

This study investigated an effect of electrolyzed water on a microbial reduction of Chinese cabbage (*Brassica chinensis* var. *parachinensis*) and carrot (*Daucus carota* subsp. *sativus*). The electrolyzed water was divided into 2 conditions: acidic condition (pH 2.64-3.58) and alkaline condition (pH 10.29-10.84). Each condition was prepared into 5 sub-treatments containing free chlorine at 5 concentrations: 0 (distilled water), 50, 100 and 150 ppm, respectively. Samples of Chinese cabbage and carrot were washed in the treated electrolyzed water for 10 min and stored in polyethylene plastic bags at 13 °C. Treated samples were tested against unwashed samples (control). Results show that electrolyzed water with 150 ppm concentration performed the best over a storage time of 4-day for Chinese cabbage and 9-day for carrot. Utilization of electrolyzed water increased stability of ascorbic acid in Chinese cabbage but not that of carrot. Total soluble solids, total phenolic content, chlorophyll and carotenoid contents were also affected by the treatments.

Keywords: electrolyzed water, decontamination, chinese cabbage, carrot

บทคัดย่อ

การศึกษาผลของน้ำอิเล็กโทรไลต์ต่อการลดจุลินทรีย์ในผักกาดกวางตุ้งและแครอท โดยนำผักกาดกวางตุ้งและแครอทมาล้างด้วยน้ำอิเล็กโทรไลต์ตามกรรมวิธีต่างๆ ได้แก่ ชุดที่ 1 ล้างด้วยน้ำอิเล็กโทรไลต์ที่เป็นกรด (pH 2.64-3.58) ที่ความเข้มข้นของคลอรีนอิสระเท่ากับ 0 (น้ำกลั่น) 50, 100 และ150 มิลลิกรัมต่อลิตร และไม่ล้าง (ชุดควบคุม) เป็นเวลา 10 นาที และชุดที่ 2 ล้างด้วยน้ำอิเล็กโทรไลต์ที่เป็นด่าง (pH 10.29-10.84) ที่ความเข้มข้นของ NaOH เท่ากับ 0 (น้ำกลั่น) 50, 100, 150 มิลลิกรัมต่อลิตร และไม่ล้าง (ชุดควบคุม) เป็นเวลา 10 นาที เก็บรักษาในถุงพลาสติกชนิดพอลิเอทิลีนที่อุณหภูมิ 13 องศาเซลเซียส พบว่า การล้างด้วยน้ำอิเล็กโทรไลต์ที่เป็นกรดและด่างที่ความเข้มข้น 150 มิลลิกรัมต่อลิตร สามารถลดปริมาณจุลินทรีย์ได้ดีที่สุด โดยทั้งผักกาดกวางตุ้งและแครอทลดจุลินทรีย์ได้ 100 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเปรียบเทียบกับชุดควบคุม ส่วนผลของน้ำอิเล็กโทรไลต์ต่อการเปลี่ยนแปลงคุณภาพการบริโภค พบว่า การล้างเป็นเวลา 10 นาที ไม่มีผลต่อคุณภาพของผักกาดกวางตุ้งและแครอท ทั้งในด้าน ปริมาณคลอโรฟิลล์และแคโรทีนอยด์ ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ในน้ำ สารประกอบฟีนอลทั้งหมด และปริมาณกรดแอสคอร์บิก

คำสำคัญ: น้ำอิเล็กโทรไลต์ ลดการปนเปื้อน ผักกาดกวางตุ้ง แครอท

คำนำ

ปัจจุบันความต้องการบริโภคผักสดได้รับความนิยมเพิ่มมากขึ้น ประเทศไทยเป็นแหล่งผลิตและส่งออกผลิตผลพืชผักที่สำคัญ สามารถผลิตและส่งผลิตผลที่ได้จากผักหลายชนิดออกไปจำหน่ายยังประเทศข้างเคียง เช่น มาเลเซีย สิงคโปร์ และฮ่องกง เป็นต้น แต่พบว่าพืชผักก่อนผ่านกระบวนการตัดแต่งอาจมีการปนเปื้อน เช่น จุลินทรีย์ก่อโรค หนอนแมลง สารตกค้างกำจัดศัตรูพืช และเศษสิ่งสกปรกปนเปื้อน อาจเกิดการเน่าเสีย โดยการปนเปื้อนข้างต้นอาจมาจากแปลงผลิต ซึ่งมักพบปัญหาการปนเปื้อนของจุลินทรีย์ระหว่างการผลิต และอาจเป็นสาเหตุของโรคที่เกิดจากอาหาร การล้างเพื่อฆ่าเชื้อในผักและผลไม้สดส่วนมากมักใช้น้ำคลอรีนเพื่อลดการปนเปื้อนของจุลินทรีย์ โดยเฉพาะเชื้อ *Escherichia coli* พบว่า เป็นเชื้อที่เป็นสาเหตุของ

[1]สาขาวิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏลำปาง ลำปาง 52100
[1]Department of Biology, Faculty of Science, Lampang Rajabhat University, Lampang 52100
[2]ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ เชียงใหม่ 50200
[2]Department of Biology, Faculty of Science, Chiang Mai University, Chiang Mai 50200
[3]ศูนย์นวัตกรรมเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว สำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษา กรุงเทพมหานคร 10400
[3]Postharvest Technology Innovation Center, Office of the Higher Education Commission, Bangkok 10400

โรคที่เกิดจากการปนเปื้อนในอาหาร กระบวนการฆ่าเชื้อในผักและผลไม้สดมักใช้สารละลายคลอรีนที่มีความเข้มข้นสูงเกินกำหนด (Gil *et al.,* 2009) ซึ่งอาจพบสารที่เกิดจากการใช้สารละลายคลอรีน เช่น halogen-substituted disinfection by-products และ trihalomethanes ดังนั้นวิธีการลดการปนเปื้อนของเชื้อก่อโรคในอาหาร จึงควรมีวิธีที่ปลอดภัยกับผู้บริโภค ด้วยเหตุนี้จึงมีการพัฒนาเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยวเพื่อให้ได้ผลผลิตที่ปลอดภัยต่อผู้บริโภค น้ำอิเล็กโทรไลต์เป็นเทคโนโลยีหนึ่งซึ่งเป็นเทคโนโลยีออกซิเดชันขั้นสูงที่ใช้ในการลดสารอินทรีย์และสารอนินทรีย์ โดยกระบวนการออกซิเดชันที่เกิดจากปฏิกิริยาระหว่างตัวออกซิไดส์กับสารต่างๆ และมีประสิทธิภาพในการยับยั้งแบคทีเรียและราต่างๆ โดยวัตถุดิบในการผลิต ได้แก่ น้ำ และเกลือแกง (NaCl) หลักการคือการแยกสลายสารด้วยขั้วไฟฟ้าบวกและลบ เมื่อผ่านน้ำเกลือลงไปทำให้เกิดการแตกตัว เป็นสารประกอบที่มีไอออน คือ OH^- และ Cl^- ในการเกิดการแตกตัวของไอออนของน้ำอิเล็กโทรไลต์ที่มีคุณสมบัติเป็นกรด (acidic electrolyzed water : AcEW) จะเกิดเป็นก๊าซออกซิเจน, hypochlorite ion, hypochlorus, chlorine gas และ hydrochloric acid และในการเกิดน้ำอิเล็กโทรไลต์ที่มีสมบัติเป็นด่าง (alkaline electrolyzed water : AlEW) จะเกิดเป็น NaOH (กานดา ,2555) ซึ่งมีรายงายวิจัยในการยับยั้งแบคทีเรียและราต่างๆ ที่ได้ศึกษาการยับยั้งเชื้อ *Botryosphaeria berengerion* ซึ่งเป็นสาเหตุของการเน่าเสียในผลสาลี่พันธุ์ La-France โดยทำการปลูกเชื้อลงบริเวณผิวของผลและบ่มเป็นเวลา 10 วัน และนำไปจุ่มในน้ำอิเล็กโทรไลต์ที่ 20 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 นาที พบว่าเปอร์เซ็นต์การเกิดโรคลดลง (Al – Haq *et al.,* 2002) การใช้น้ำอิเล็กโทรไลต์จึงน่าจะเป็นทางเลือกหนึ่งที่ลดการปนเปื้อนของจุลินทรีย์ในอาหารได้และมีความที่ปลอดภัยกับผู้บริโภค ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงได้ศึกษาน้ำอิเล็กโทรไลต์ในการลดปริมาณจุลินทรีย์ โดยมีการล้างผัก 2 ชนิด ได้แก่ ผักกาดกวางตุ้งและแครอท เพื่อลดการปนเปื้อนจุลินทรีย์โดยไม่มีผลต่อคุณภาพของผัก

อุปกรณ์และวิธีการ

นำผักกาดกวางตุ้งและแครอทที่เก็บเกี่ยวระยะบริบูรณ์ทางการค้า จากสวนเกษตรกรที่ปลูกผักในอำเภอแม่ทะ จังหวัดลำปาง คัดเลือกผักที่มีคุณภาพสมบูรณ์ นำมาล้างด้วยน้ำอิเล็กโทรไลต์ตามกรรมวิธีต่างๆ ได้แก่ ชุดที่ 1 ล้างด้วยน้ำอิเล็กโทรไลต์ที่เป็นกรด ที่ความเข้มข้นของคลอรีนอิสระเท่ากับ 0 (น้ำกลั่น) 50 100 150 มิลลิกรัมต่อลิตร และไม่ล้าง(ชุดควบคุม) เป็นเวลา 10 นาที และชุดที่ 2 ล้างด้วยน้ำอิเล็กโทรไลต์ที่เป็นด่าง ที่ความเข้มข้นของ NaOH เท่ากับ 0 (น้ำกลั่น) 50 100 150 มิลลิกรัมต่อลิตร และไม่ล้าง (ชุดควบคุม) เป็นเวลา 10 นาที ปล่อยให้สะเด็ดน้ำ จากนั้นบรรจุผักกาดกวางตุ้งและแครอทในถุงพลาสติกชนิดพอลิเอทิลีน เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 13±1 องศาเซลเซียส โดยผักกาดกวางตุ้งเก็บรักษาเป็นเวลา 4 วัน วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (completely randomized design) เตรียมตัวอย่างผักกาดกวางตุ้ง ชุดการทดลองละ 3 ซ้ำๆ ละ 1 ถุง บันทึกผลการทดลองในวันที่ 0, 2 และ 4 วันของการเก็บรักษา แครอทเก็บรักษาเป็นเวลา 9 วัน วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (completely randomized design) เตรียมตัวอย่างแครอท ชุดการทดลองละ 3 ซ้ำๆละ 1 ถุง บันทึกผลการทดลองในวันที่ 0, 3, 6 และ 9 วันของการเก็บรักษา โดยทำการตรวจสอบสมบัติทางกายภาพ การตรวจสอบปริมาณจุลินทรีย์ และการตรวจสอบคุณภาพทางเคมี ได้แก่ ปริมาณของแข็งที่ละลายในน้ำได้ ปริมาณคลอโรฟิลล์ แคโรทีนอยด์ ปริมาณวิตามินซี ปริมาณสารประกอบฟีนอลทั้งหมดโดยวิธี Folin-Ciocalteau colorimetry และวิเคราะห์ความแตกต่างทางสถิติแบบ Duncan's multiple range test

ผล

ผลการวิเคราะห์ทางกายภาพ และการตรวจสอบปริมาณจุลินทรีย์ พบว่า การล้างด้วยน้ำอิเล็กโทรไลต์ที่เป็นกรดและด่างที่ความเข้มข้น 150 มิลลิกรัมต่อลิตร เป็นเวลา 10 นาที สามารถลดปริมาณจุลินทรีย์ได้ดีที่สุด โดยทั้งผักกาดกวางตุ้งและแครอทลดได้ 100 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเปรียบเทียบกับชุดควบคุม (Table 1) และเมื่อระยะเวลาการเก็บรักษานานขึ้น การล้างด้วยน้ำอิเล็กโทรไลต์ที่เป็นกรดและด่างที่ความเข้มข้น 100 และ 150 มิลลิกรัมต่อลิตร มีประสิทธิภาพในการลดปริมาณจุลินทรีย์ในผักกาดกวางตุ้งที่ระยะเวลาการเก็บรักษาเป็นเวลา 4 วัน และแครอทที่ระยะเวลาการเก็บรักษาเป็นเวลา 9 วัน ผลการวิเคราะห์คุณภาพทางเคมี พบว่า การเปลี่ยนแปลงปริมาณของแข็งที่ละลายในน้ำได้ในผักกาดกวางตุ้งและแครอท ตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา มีค่าอยู่ในช่วงระหว่าง 1.90-2.37 และ 2.10-2.67% ตามลำดับ ปริมาณคลอโรฟิลล์ของผักกาดกวางตุ้งมีค่าอยู่ในช่วงระหว่าง 1.17-1.39 mg/FW100g และปริมาณแคโรทีนอยด์ในแครอท มีค่าอยู่ในช่วงระหว่าง 56.32-60.74 mg/FW100g ปริมาณวิตามินซีในผักกาดกวางตุ้งและแครอท ตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา มีค่าอยู่ในช่วงระหว่าง 7.33-16.96 mg/100g และ 3.67-2.75 mg/100g ตามลำดับ รวมทั้งปริมาณสารประกอบฟีนอลทั้งหมดในผักกาดกวางตุ้งและแครอทตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา มีค่าอยู่ในช่วงระหว่าง 0.49-0.86 และ 0.06-0.13 mg GE/g (Table 2,3) ตลอดระยะเวลาการเก็บรักษาผักที่ผ่านการล้างด้วยน้ำอิเล็กโทรไลต์ที่เป็นกรดและด่างคุณภาพทางเคมีเปลี่ยนแปลงเล็กน้อย

วิจารณ์ผล

การล้างด้วยน้ำอิเล็กโทรไลต์ที่เป็นกรดมีประสิทธิภาพสามารถลดปริมาณจุลินทรีย์ได้ดี และน้ำอิเล็กโทรไลต์ที่เป็นด่างมีประสิทธิภาพในการชะล้างสิ่งปนเปื้อนได้ (Khalid *et al.,* 2018) สอดคล้องกับกับ Buck *et al.* (2002) ได้ทำการศึกษาผลของน้ำอิเล็กโทรไลต์ที่เป็นกรด ในการยับยั้งการเจริญของราชนิดต่างๆ พบว่าราที่มีผนังเซลล์บาง เช่น รา *Botrytis* และ *Monilinia* ถูกยับยั้งการเจริญภายในเวลา 30 วินาที หลังจากได้รับน้ำอิเล็กโทรไลต์ และราที่มีผนังเซลล์หนา เช่น *Curvularia* และ *Helminthosporium* ใช้เวลา 2 นาที สามารถยับยั้งการเจริญของราได้ นอกจากนี้ยังได้ศึกษาถึงผลของการยับยั้งเชื้อ *Escherichia coli* 0157:H7, *Salmonella enteritidis* และ *Listeria monocytogenes* ที่อยู่บนผิวของมะเขือเทศโดยใช้น้ำอิเล็กโทรไลต์ล้าง พบว่าน้ำอิเล็กโทรไลต์สามารถฆ่าแบคทีเรียได้โดยไม่มีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม (Deza *et al.,* 2003) และการเปลี่ยนแปลงคุณภาพทางเคมี เช่น ปริมาณของแข็งที่ละลายในน้ำได้เปลี่ยนแปลงเล็กน้อยอาจเนื่องมาจากผักมีอัตราการหายใจต่ำ จึงส่งผลให้เกิดการใช้น้ำตาลในกระบวนการหายใจเพียงเล็กน้อย (จริงแท้, 2542)

Table 1 Total plate counts (CFU/g) of Chinese cabbage and carrot : unwashed (control), acidic electrolyzed water (AcEW) and alkaline electrolyzed water (AlEW) at 0 (distilled water), 50, 100 and 150 ppm for 10 minutes, then stored in polyethylene plastic bags at 13±1 °C

Treatments	Total plate counts (CFU/g)						
	Chinese cabbage			Carrot			
	0 day	2 days	4 days	0 day	3 days	6 days	9days
Unwashed	$1.75x10^5$d	$7.20x10^4$c	$8.66x10^5$d	$3.80x10^3$c	$5.54x10^4$c	$9.22x10^4$d	$9.22x10^4$d
Distilled water	$1.32x10^5$d	$6.86x10^4$c	$7.49x10^5$d	$3.00x10^3$c	$5.70x10^4$c	$4.96x10^4$c	$4.96x10^4$c
AcEW 50 ppm	$7.33x10^4$c	$1.62x10^4$ab	$3.87x10^4$b	$1.33x10^2$b	$2.31x10^4$a	$2.77x10^4$ab	$2.77x10^4$ab
AcEW 100 ppm	$1.33x10^4$b	$3.62x10^4$b	$1.37x10^3$a	$4.00x10^2$b	$1.36x10^4$a	$2.18x10^4$a	$2.18x10^4$a
AcEW 150 ppm	0a	$1.93x10^4$ab	$5.26x10^3$a	0a	$1.09x10^4$a	$1.70x10^4$a	$1.70x10^4$a
AlEW 50 ppm	$1.6x10^4$b	$2.46x10^4$b	$3.33x10^5$c	$6.66x10^1$b	$3.73x10^4$b	$5.04x10^4$c	$5.04x10^4$c
AlEW 100 ppm	$3.33x10^4$b	$1.00x10^4$a	$1.57x10^5$c	$2.00x10^2$b	$1.54x10^4$a	$4.48x10^4$bc	$4.48x10^4$bc
AlEW 150 ppm	0a	$1.04x10^4$a	$1.32x10^5$c	0a	$9.26x10^3$a	$1.68x10^4$a	$1.68x10^4$a

*Total plate counts are expressed as Mean. The Mean within column followed by the same letter are not significantly different (Duncan's new multiple range test ($P \leq 0.05$).

Table 2 Quality changes of Chinese cabbage after washed acidic electrolyzed water (AcEW) and alkaline electrolyzed water (AlEW), then stored in polyethylene plastic bags at 13±1 °C for 4 days

Treatments	Parameters			
	Ascorbic content (mg/100g)	Total Soluble Solids; TSS (%)	Chlorophyll (mg/FW100g)	Total phenolic compounds (mg GE/g)
Unwashed	7.33±3.46d	2.13±0.06b	1.26±0.00c	0.70±0.00d
Distilled water	10.54±2.10cd	1.93±0.06cd	1.37±0.00b	0.50±0.01f
AcEW 50 ppm	14.21±0.79abc	2.00±0.00bcd	1.17±0.01d	0.86±0.00a
AcEW 100 ppm	16.04±0.79ab	2.07±0.10bc	1.36±0.01b	0.80±0.00c
AcEW 150 ppm	16.96±2.10a	2.00±0.10bcd	1.27±0.00c	0.44±0.00h
AlEW 50 ppm	12.38±2.75bc	1.90±0.10d	1.17±0.00d	0.52±0.00e
AlEW 100 ppm	13.75±1.38abc	2.00±0.10bcd	1.39±0.01a	0.80±0.00b
AlEW 150 ppm	15.13±1.38ab	2.37±0.12a	1.26±0.01c	0.49±0.00g

*Values are expressed as Mean±SD. The Mean±SD within column followed by the same letter are not significantly different (Duncan's new multiple range test ($P \leq 0.05$)

Table 3 Quality changes of carrot after washed acidic electrolyzed water (AcEW) and alkaline electrolyzed water (AlEW), then stored in polyethylene plastic bags at 13±1 °C for 9 days

Treatments	Parameters			
	Ascorbic content (mg/100g)	Total Soluble Solids; TSS (%)	Carotene content (mg/100g)	Total phenolic compounds (mg GE/g)
Unwashed	3.67±0.79a	2.67±0.12a	60.74±0.00f	0.11±0.00c
Distilled water	2.75±0.00a	2.40±0.00b	59.70±0.00b	0.13±0.00a
AcEW 50 ppm	2.75±0.79a	2.20±0.00cd	57.36±0.01d	0.11±0.00d
AcEW 100 ppm	2.29±0.79a	2.13±0.12d	60.68±0.01a	0.08±0.00f
AcEW 150 ppm	2.29±0.79a	2.27±0.12bcd	56.32±0.02h	0.12±0.00b
AlEW 50 ppm	2.29±0.00a	2.33±0.10bc	60.32±0.01c	0.07±0.00g
AlEW 100 ppm	2.75±0.00a	2.10±0.06d	56.97±0.00e	0.09±0.00e
AlEW 150 ppm	2.29±0.79a	2.13±0.10d	57.40±0.00g	0.06±0.00h

*Values are expressed as Mean±SD. The Mean±SD within column followed by the same letter are not significantly different (Duncan's new multiple range test ($P \leq 0.05$)

สรุปผลการทดลอง

การล้างผักกาดกวางตุ้งและแครอทด้วยน้ำอิเล็กโทรไลต์ที่เป็นกรดและด่างที่ความเข้มข้น 150 มิลลิกรัมต่อลิตร เป็นเวลา 10 นาที มีประสิทธิภาพสามารถลดปริมาณจุลินทรีย์ได้ดี และไม่มีผลต่อคุณภาพในการบริโภคตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา

คำขอบคุณ

ขอขอบคุณห้องปฏิบัติการสรีรวิทยาหลังการเก็บเกี่ยว ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ที่ให้ความอนุเคราะห์ผู้วิจัยในการใช้อุปกรณ์ผลิตน้ำอิเล็กโทรไลต์ และสาขาวิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏลำปาง ที่เอื้อเฟื้อสถานที่และสนับสนุนเครื่องมือในการวิจัย

เอกสารอ้างอิง

กานดา หวังชัย. 2555. การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีออกซิเดชัน เพื่อลดสารพิษตกค้างยาฆ่าแมลงในผักและผลไม้. ศูนย์นวัตกรรมเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว. Postharvest Newsletter 11(3): 5-7.

จริงแท้ ศิริพานิช. 2542. สรีรวิทยาและเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยวผักและผลไม้. ภาควิชาพืชสวน คณะเกษตร. สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ. 369 หน้า.

Al – Haq, M.I., Y. Seo, S. Oshita and Y. Kawagoe. 2002. Disinfection effects of electrolyzed oxidizing water on suppressing fruit rot of pear caused by *Botryosphaeria berengeriana*. Food Research International 35: 657–664.

Buck, J.W., M.W. Van Iersel, R. D. Oetting and C.Y. Hung. 2002. In vitro fungicidal activity of acidic electrolyzed oxidizing water. Plant Disease 86 : 278-281.

Deza, M.A., M. Araujo and J. M. Garido. 2003. Inactivation of *Escherichia coli* O157:H7, *Salmonella enteritidis* and *Listeria monocytogenes* on the surface of tomatoes by neutral electrolyzed water. The Society for Applied Microbiology 37:482-487.

Gil, M. I., M. Selma, F. L. Válvez and A. Allende. 2009. Fresh-cut product sanitation and wash water disinfection: problems and solutions. International Journal of Food Microbiology 134: 37-45.

Khalid, N.I., S. Sulaiman, N. Ab Aziz, F.S. Taip, S. Sobri and M.A.R. Nor-Khaizura. 2018. Electrolyzed water as a green cleaner: chemical and physical characterization at different electrolysing parameters. Food Research 2 (6): 512 – 519.