

전기분해수 처리에 의한 딸기의 살균 효과 및 저장 중 품질변화

정진웅[†] · 김종훈 · 권기현 · 박기재
한국식품연구원

Disinfection Effects of Electrolyzed Water on Strawberry and Quality Changes during Storage

Jin-Woong Jeong[†], Jong-Hoon Kim, Ki-Hyun Kwon and Kee-Jai Park
Korea Food Research Institute, Kyunggi-do 463-746, Korea

Abstract

Disinfection of electrolyzed water (EW) on strawberry by immersion washing and quality changes during storage at 5°C was compared with one immersed in chlorine water and not treated. Total count of strawberry washed with EW by immersion in 10 volumes of EW for 20 min was decreased to about 2 log cycle compared to the untreated. And rate of microbial growth during storage was lower than others. Decaying ratio in strawberry treated with electrolyzed low-alkalinewater (EW-2) showed lower as of 10% level after 5 days of storage compared to the untreated and the treated with chlorine water (CW). Hardness in the treatment of EW was not changed significantly until 3 days of storage, after then rather increased. Change in surface color of strawberries was observed; L value in the CW treated and the untreated increased whereas it decreased in the treatment of EW. And color difference(ΔE) during storage was observed the lowest in the untreated until 3 days of storage. The initial value of residual chlorine in the treatment of EW was at the level of 0.04~0.06 ppm, and 1~3 days later, showed almost the equal value to level of 0.02~0.03 ppm in all treatments. Sensory characteristic during storage was preferable on strawberry washed with EW (EW-1 and EW-2) to the other treatments.

Key words : electrolyzed water, strawberry, disinfection, cleaning, quality changes

서 론

최근 들어 국민 생활수준의 급격한 향상으로 건강에 대한 관심이 날로 높아지고 있어 고품질의 신선식품에 대한 수요가 급격히 증가하고 있다. 특히 과채류의 경우 무농약 및 유기농으로 재배한 식품의 선호도가 높아지고 있으나, 유기농의 경우 세정단계를 충분히 거치지 않았을 경우 분변에 의한 미생물 오염이 문제가 될 수 있다(1,2). 일반적으로 신선 채소에는 대략 $10^4 \sim 10^6$ CFU/g의 총균수, 10^3 CFU/g의 품질 열화와 관계하는 미생물 및 $10^1 \sim 10^3$ CFU/g의 부패균 *fluorescent pseudomonas* 등이 존재하는 것으로 보고되고 있으며(2), 상업적으로 판매되는 여러 채소류는 저온성 세균 및 중온성 총세균수가 10^8 CFU/g을 넘어 오염도가 심하

였으며(3) 혼합 샐러드의 경우 오염도가 더 심하게 나타났다고 보고하였다(4-6). 또한 여성의 사회진출로 인한 맞벌이 부부의 증가, 독신자의 증가에 따라 박피, 절단, 세척 등의 최소가공 공정을 거친 신선절단 채소나 과일의 간편성과 합리성에 대한 관심이 늘고 있다.

국내에서 상용하는 딸기는 생식뿐만 아니라 잼, 젤리, 제과, 냉동딸기, 요구르트의 원료 등으로 수요가 증가하고 있으나 조직이 연약하여 수확, 선별 및 수송과정에서 물리적 손상을 받기 쉬워 품질 열화가 빠르고 수확 후 생과로 유통되는 딸기는 세균 및 곰팡이균에 쉽게 부패되고 상온으로 유통할 경우 기간이 1-2일에 불과하여 냉각이나 살균 등의 전처리 기술이 절실히 요구되는 농산물로 실험적으로 저온저장중의 품질 변화(7), MAP 포장(8), 방사선 조사(9), 항균성 포장(10,11), 열처리(12), CO₂ 처리(13) 등을 이용한 저장기간 연장에 대한 연구가 있어 왔다. 그러나 이와 같이

[†]Corresponding author. E-mail : jwjeong@kfri.re.kr,
Phone : 82-31-780-9137, Fax : 82-31-709-9876

딸기뿐만 아니라 대부분의 신선 과채류는 그대로 섭취하므로 재배에서 수확 시까지 미생물을 비롯한 각종 오염원에 의한 표면 오염의 효율적 제거를 위한 새로운 기술개발이 필요한 실정이다. 이를 위해 최근에는 전기분해, 자기장 및 근적외선 처리 등에 의한 각종 기능수를 이용한 세척 및 살균처리 기술에 대한 관심이 고조되고 있으며, 그 중에서도 식품가공 및 식물재배 등에 있어 전기분해수의 광범위한 적용이 시도되고 있다(14,15).

따라서 본 연구에서는 샐러드 및 신선 상태 그대로 섭취하는 과채류로써 세정 처리시 품질 손실의 우려가 있을 뿐만 아니라 충분한 세정처리를 하지 않을 경우 위해적 요소의 우려가 높은 딸기를 대상으로 수확 후 미생물학적 안전성 및 저장성 확보를 위하여 전기분해 방식을 달리하여 제조한 전기분해수로 세정 처리하여 살균효과와 저장중 품질변화를 조사하였다.

재료 및 방법

재료 및 전처리

실험에 사용한 딸기는 현지(충남 부여)에서 당일 새벽에 수송되어 온 신선한 것을 성남 소재 대형 마트에서 구입하여 시료의 크기가 균일하며 흠이 없는 것으로 선별한 다음, Table 1과 같은 처리구로 구분하여 중량비 10배수의 세정수에 20분간 침지 처리한 후 자연탈수로 물기를 제거하여 약 500 g 단위로 용기에 담아 랩 포장하고 5°C에서 7일간 저장하였다.

Table 1. General physicochemical properties of cleaning water used in this study

Treatments	Physicochemical properties		
	pH	ORP(mV)	HClO(ppm)
NT ¹⁾	-	-	-
CW ²⁾	10.90	520	101.59
EW-1 ³⁾	2.53	1,167	80.49
EW-2 ⁴⁾	8.37	529	104.81

¹⁾Not treated.

²⁾100 ppm NaClO solution.

³⁾Electrolyzed oxidizing water produced by diaphragm type.

⁴⁾Electrolyzed low-alkaline water produced by non-diaphragm type.

전기분해수의 제조

실험에 사용한 전기분해수 제조 시스템은 격막식 방식으로는 1단 및 2단 전기분해, 무격막식 방식에서는 1단 및 2단 전기분해를 동시에 한 시스템에서 적용할 수 있도록 제작된 시스템을 사용하였으며 전극은 이리듐 도금 티타늄 재질의 판형(70×140×1 mm)으로 제작하였고, 전해액 공급은 연속적으로 유수하는 방식으로 0~10 mL/min로 조절

가능하도록 하여 전해산성수(EW-1) 및 전해약알칼리수(EW-2)를 제조하였다.

전기분해수의 물성

전기분해수의 pH는 pH meter(Model 2000A, Sontex Co, USA)로, 산화환원전위(oxidation-reduction potential; ORP)는 ORP meter(Model RM-12P, TOA Electronics, Japan)로 측정하였으며, 차아염소산(HClO) 함량은 전기분해수 50 mL에 요오드화칼륨 2 g, 초산 10 mL와 전분 지시약을 0.5 mL 가하여 흑갈색이 되도록 한 후 치오황산나트륨 용액 10 mL로 흑갈색의 용액이 투명해질 때까지 적정하여 구하였다(16).

폐기물, 색도, 조직감 및 잔류 염소량

폐기물은 100개 시료를 저장중 변색, 외관을 고려하여 상품적 가치가 없다고 판단되는 개체수를 백분율로 표시하였으며, 표면색깔은 색차계(Model CR-200, Minolta Co., Japan)로 10개의 시료를 대상으로 일정 부위를 측정하여 Hunter's color value인 L, a, b값으로 나타내었다. 조직감은 Rheometer(Model CR-200D, SUN Scientific Co., Japan)로 딸기의 중간부위를 측정하였으며, 직경 3 mm의 probe로 5.0 mm 깊이까지의 hardness로 결과를 나타내었다. 측정시 하중은 10 kg, 테이블 이동속도는 100 mm/min이었다. 시료의 잔류염소 함량 측정은 폴라로그래피 측정방식을 이용한 Residual Chlorine meter(Model RC-24P, TOA Electronics, Japan)를 사용하여 처리구별 세정수에 침지한 시료 10 g을 증류수 1,000 mL에 5분간 침지 후 측정하였다(16).

미생물군수

미생물 측정은 시료를 10배수의 멸균생리식염수를 가한 후 균질기(Model Nissei AM-3, Nihonseiki Kaisha, Japan)로 1분간 10,000 rpm으로 균질화한 다음, 1 mL를 취한 후 10진 단계 희석하고 배지에 pour plating한 후 배양하여 계수, 환산하였다. 총균수는 PCA(Plate Count Agar, Difco Lab., USA)을, 대장균균수는 Chromocult agar(Merck Co.)를 이용하여 측정하였다. 그리고 저온균수는 PCA(Difco Lab., USA) 배지 표면에 시료 0.1 mL을 도말하여 10°C에서 7일간 배양하였고, *Bacillus cereus* 균수는 MYP agar(Merck, Germany)에 단계 희석한 시료 0.1 mL을 도말하여 35°C에서 24~48시간 배양한 후 자주색 colony를 계수하여 환산하였다.

관능검사

Loaiza 등(17)의 방법에 기초하여 선발된 10인의 패널요원이 9점 척도로 평가하였으며, 종합적 기호도 5점까지를 저장수명의 한계로 설정하였다. 즉, 외관(appearance), 색(color), 염소취(chlorine flavor), 종합적 기호도(overall

acceptance) 등을 평가하였으며, 유의성 검증은 SAS를 이용한 Duncan's multiple range test로 분석하였다.

결과 및 고찰

미생물 살균효과

주로 생식용으로 이용되며 특히 고온기의 수확 시 냉각 효과가 클 뿐만 아니라 수확 시 흙, 먼지 등의 이물 및 잔류 농약 등의 제거의 필요성, 그리고 유통량이 많다는 점에서 딸기를 선정하여 중량비 10배수의 전기분해수에 각각 침지하여 침지시간에 따른 미생물군의 살균효과를 비교하였다. Table 2에서 보는 바와 같이, 전해산성수 EW-1의 경우, 총균수는 초기 3.1×10^4 CFU/g에서 침지 10분 후 1.1×10^3 CFU/g, 침지 20분 후 6.5×10^2 CFU/g으로 감소하였으나 침지 20분 경과하면서는 큰 변화를 나타내지는 않았으며, 대장균군의 경우에는 초기 2.5×10^4 CFU/g에서 침지 5분 후 5.8×10^1 CFU/g으로 감소하였다. EW-2의 경우에 있어서도 총균수는 침지 10분 후 3.5×10^1 CFU/g, 대장균군은 $<10^1$ CFU/g으로 나타나 침지 20분에서는 상당량 감소하고 그 이후에는 감소 경향을 보이지 않았다. 이러한 결과를 볼 때, 딸기 세정시에는 살균의 측면에서 EW-1보다는 전해약 알칼리수인 EW-2에서, 침지시간은 20분 정도가 적합한 것으로 생각되었으며, 또한 총균수에 비해 대장균군의 감소가 더 빠르게 나타나는 것으로 볼 때 대장균군이 전기분해수에 보다 감수성이 높은 것으로 판단되었다(1).

미생물군수의 변화

한편, 3가지의 세정수로 20분간 침지처리한 딸기의 저장 기간 중 총균수 변화는 Table 3에서 보는 바와 같다. 5°C저장

시, 세정처리 직후 CW, EW-1 및 EW-2 처리구는 각각 6.2×10^2 , 5.0×10^3 , 1.9×10^2 CFU/g으로 무처리 딸기의 초기 총균수에 비해 약 2 log cycle 정도 감소하였으며 저장 3일 이후에는 균증식 속도가 전기분해수 처리구는 CW 처리구에 비해 다소 느리게 나타났으며 특히, EW-2 처리구는 저장 5일째까지 처리 직후의 총균수와 비슷한 수준을 유지하였다. 그리고 CW 및 전기분해수 처리구의 초기 대장균군수는 각각 3.0×10^1 CFU/g, $<10^1$ CFU/g 무처리 딸기의 초기 대장균군수에 비해 약 2~3 log cycle 정도 감소하였으며, 전기분해수 처리구에 있어 저장 1~3일 이후에는 EW-1 처리구의 경우에는 CW 처리구와 유사한 균증식 속도를 보여 주었으나 EW-2 처리구는 저장 7일째까지 타 처리구에 비해 가장 낮은 수준을 보여주었다. 저온성 세균의 존재는 식품의 냉장 보관시 식품부패와 관련이 되는 것으로 세정처리 직후, EW-2 처리구에서 타 처리구의 초기 균수에 비해 약 1 log cycle 정도 감소하는 것으로 나타났으나 저장기간이 경과함에 따라 EW-1과 CW 처리구와 비슷한 수준으로 나타나 총균수나 대장균군에 비하여 살균효과가 다소 떨어지는 결과를 보였다. 이와 같은 결과로 미루어 볼 때, 전기분해수에 있어 EW-2가 EW-1에 비해 살균효과가 다소 우수하게 나타난 것은 차아염소산 및 산화환원전위와 같은 물성 차이 때문으로 여겨진다(1,18). 반면, CW는 차아염소산 함량이 EW-1의 80 ppm보다 높았음에도 불구하고 오히려 초기 살균효과가 EW-1 수준에 못 미치는 것으로 보아 동일 수준의 염소 농도일 경우 일반 염소수 보다 전기분해수의 살균효과가 더 높았다는 기존 연구 보고(18)와 비슷한 결과를 보여주었다.

폐기물의 변화

전해 방식에 따라 제조된 전기분해수 세정처리에 의한

Table 2. Disinfection effect of electrolyzed water on strawberry by immersion methods

	Initial	Immersion time (min)						
		1	3	5	10	20	30	
EW-1 ²⁾	pH	2.23	2.23	2.22	2.22	2.23	2.23	2.24
	ORP ¹⁾ (mV)	1,169	1,165	1,165	1,167	1,168	1,165	1,167
	HClO(ppm)	101.06	70.21	70.14	76.74	79.36	77.87	80.14
	Total count (CFU/g)	3.05×10^4	5.55×10^4	3.80×10^4	2.24×10^3	1.14×10^3	6.45×10^2	6.85×10^2
	Coliform count (CFU/g)	2.50×10^4	5.65×10^2	2.12×10^2	7.81×10^1	4.75×10^2	7.00×10^1	2.11×10^1
EW-2 ³⁾	pH	8.71	8.42	8.53	8.57	8.57	8.61	8.60
	ORP(mV)	646	601	594	605	605	589	624
	HClO(ppm)	218.79	214.67	211.91	213.47	214.18	213.11	212.33
	Total count (CFU/g)	3.05×10^4	4.80×10^4	2.25×10^2	1.30×10^2	3.50×10^1	2.50×10^1	7.00×10^1
	Coliform count (CFU/g)	2.50×10^4	8.90×10^3	1.10×10^2	ND ⁴⁾	ND	ND	ND

¹⁾Oxidation-reduction potential.

^{2),3)}Refer to Table 1.

⁴⁾ND : $<10^1$ CFU/mL.

Table 3. Changes in microbial counts of strawberry immersed in different cleaning solution during storage at 5°C

(Unit : CFU/g)

Cleaning solution	Microbial counts	Storage time(days)				
		0	1	3	5	7
NT ¹⁾	Total count	1.80×10 ⁴	1.05×10 ⁴	1.10×10 ⁴	9.01×10 ⁵	4.50×10 ⁶
	Coliform count	5.00×10 ³	1.00×10 ³	2.18×10 ⁴	4.24×10 ⁴	1.00×10 ⁵
	Psychrotrophic	2.55×10 ⁴	8.15×10 ⁴	4.15×10 ⁴	1.07×10 ⁴	1.17×10 ⁵
	Bacillus cereus	ND	ND	ND	ND	1.50×10 ¹
CW ²⁾	Total count	6.20×10 ²	8.75×10 ²	9.00×10 ³	7.21×10 ³	1.00×10 ⁴
	Coliform count	3.00×10 ¹	2.19×10 ¹	8.33×10 ²	3.50×10 ²	4.20×10 ³
	Psychrotrophic	1.95×10 ³	4.75×10 ³	8.14×10 ⁴	3.12×10 ⁴	7.14×10 ⁵
	Bacillus cereus	ND	ND	ND	ND	ND
EW-1 ³⁾	Total count	5.00×10 ³	3.65×10 ³	1.50×10 ³	5.25×10 ³	3.00×10 ⁴
	Coliform count	ND	1.50×10 ¹	6.90×10 ²	4.00×10 ^c	4.20×10 ²
	Psychrotrophic	3.05×10 ³	3.15×10 ³	4.24×10 ³	7.25×10 ³	8.00×10 ⁵
	Bacillus cereus	ND	ND	ND	ND	ND
EW-2 ⁴⁾	Total count	1.85×10 ²	2.90×10 ²	1.42×10 ²	1.90×10 ²	6.50×10 ³
	Coliform count	ND	1.66×10 ¹	5.78×10 ¹	4.95×10 ¹	4.00×10 ²
	Psychrotrophic	3.55×10 ²	1.00×10 ³	7.14×10 ³	4.15×10 ³	2.18×10 ⁴
	Bacillus cereus	ND	ND	ND	ND	ND

¹⁻⁴⁾Refer to Table 1.

딸기의 저장 중 품질변화를 살펴본 결과, 먼저 폐기율의 경우 Table 4에서 보는 바와 같이 모든 처리구에서 저장 3일째까지는 거의 변화가 없었으나 저장 5일째 무처리구는 평균 30%인 것에 비해 EW-2 처리구에서는 저장 5일째까지 10% 수준을 보여 무처리 및 염소수 처리에 비해 낮은 폐기율을 보여주었다.

조직감의 변화

저장중 딸기 조직감의 초기값은 1,347~1,396 g/cm² 수준이었으며 처리 직후 1,105~1,216 g/cm² 수준으로 200~300 g/cm² 정도 감소하는 것으로 나타났다. 무처리구의 경우 저장 5일째 1,221 g/cm²로 크게 감소한 반면에 처리구

에서는 각각 1,051~1,230 g/cm²의 감소를 보였으나 감소 속도는 무처리구보다 처리구에서 현저히 느리다는 것을 볼 수 있었다. 특히 전기분해수 처리구에서는 저장 3일까지는 조직감 변화가 거의 없다가 그 이후에는 오히려 증가하는 경향을 보여주었다(Fig. 1).

색도의 변화

딸기의 표면색도 변화는 Table 5에서와 같이 초기 L값은 37.80~39.11, a값은 39.17~38.23, b값은 25.70~26.67 수준으로 침지처리 초기에는 무처리한 딸기보다는 CW 처리구가, CW 처리구보다는 EW 처리구가 다소 높은 L, a, b값을 보여 주었으나 저장기간이 경과할수록 무처리구와 CW 처리구는 전반적으로 L값이 증가하는 경향을 보인 반면 전기분해수 처리구는 감소하는 경향을 보여 주었다. 저장기간 별에 따른 색차(ΔE)값을 비교해 보면 시료간의 차이를 나타내기는 하였으나 무처리구에서는 저장 5일째 8.36, CW 처리구에서 저장 3일째 6.29, 전기분해수 처리구는 저장 5일째 7.06~7.48 수준으로 큰 차이를 나타내었다. 그리고 전기분해수 처리에 의한 초기 잔류염소량은 0.04~0.06 ppm 수준으로 CW 처리 직후의 0.07 ppm보다는 다소 낮은 수준이었으며 저장 1~3일 경과 후에는 모든 처리구에서 0.02~0.03 ppm 수준으로 유사한 수준의 잔류염소량을 나타내었다(Fig. 2).

Table 4. Decaying ratio of strawberry immersed in different cleaning solution during storage at 5°C

(Unit : %)

Cleaning solution	Storage time (days)				
	0	1	3	5	7
NT ¹⁾	0	0	0	30	70
CW ²⁾	0	0	0	20	50
EW-1 ³⁾	0	0	0	20	50
EW-2 ⁴⁾	0	0	0	10	20

¹⁻⁴⁾Refer to Table 1.

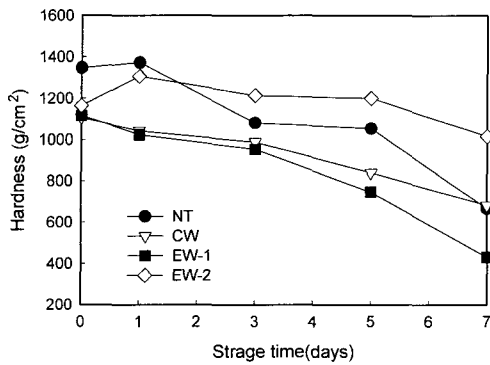


Fig. 1. Changes in hardness of strawberry immersed in different cleaning solution during storage at 5°C.

Symbols : Refer to Table 1.

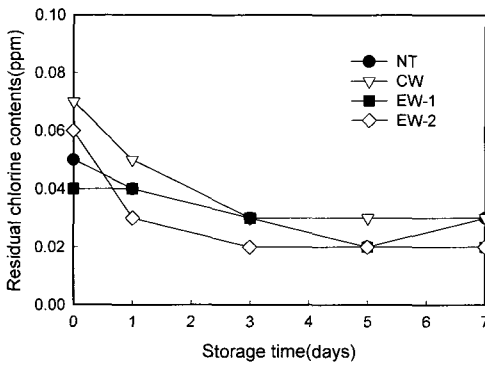


Fig. 2. Changes in residual chlorine content of strawberry immersed in different cleaning solution during storage at 5°C.

Symbols : Refer to Table 1.

관능특성의 변화

한편, 저장 중 관능적 특성은 Table 6에서 보는 바와 같이 5°C 저장의 경우 처리 직후와 저장 3일째까지는 외관, 색, 냄새, 종합적인 기호도 평가에 있어 처리구간에 유의적인 차이를 보이지 않았다. 즉, 외관은 CW 처리구를 제외한 모든 처리구가 3일째까지 높은 기호도를 보여주었고 EW-2의 경우에는 저장 7일째까지 초기치와 큰 차이를 보이지 않았다. 색의 경우도 외관과 유사한 기호도를 보였으며 저장기간중 EW-2 처리구가 타 처리구에 비해 높게 평가되었다. 염소취 등 이취와 관련한 냄새는 저장 3일째까지 모든 처리구에서 유의적인 차이를 보이지 않았다. 전반적인 기호도는 저장 3일째까지는 유의적인 차이를 보이지 않았으나 그 이후에는 CW 처리구가 가장 낮고 EW-2, EW-1 처리구가 높은 평가를 받아 결과적으로 가장 선호도가 높은 것으로 나타났다. 이와같은 결과로 미루어 볼 때 전기분해수 처리구(EW-1 및 EW-2)가 무처리 및 CW 처리구에 비해 기호도가 높음을 알 수 있었다.

Table 5. Changes in Hunter's color value of strawberry immersed in different cleaning solution during storage at 5°C

Treatments	Hunter's color value	Storage time (day)				
		0	1	3	5	7
NT ¹⁾	L	37.80	36.97	38.17	36.92	38.36
	a	39.17	37.19	37.60	35.90	38.35
	b	25.70	24.15	23.38	18.84	22.33
	ΔE	0.84	3.48	3.55	8.36	4.09
CW ²⁾	L	37.04	38.76	38.54	37.12	39.73
	a	39.30	39.14	36.90	36.86	35.17
	b	23.49	23.70	20.60	21.90	22.64
	ΔE	2.86	2.63	6.29	5.26	6.09
EW-1 ³⁾	L	39.20	36.68	36.03	33.61	36.62
	a	39.50	38.18	38.98	36.95	38.09
	b	28.27	23.95	21.22	20.83	22.30
	ΔE	2.48	3.05	5.36	7.48	4.44
EW-2 ⁴⁾	L	39.10	35.94	35.24	34.18	35.84
	a	37.65	38.04	36.21	37.89	38.70
	b	25.89	21.25	20.76	20.78	21.53
	ΔE	2.47	5.60	7.06	6.87	5.21

¹⁻⁴⁾Refer to Table 1.

Table 6. Sensory characteristics of strawberry immersed in different cleaning solution during storage at 5°C

Sensory characteristics	Treatment	Storage time(day)					F-value
		0	1	3	5	7	
Appearance	NT ¹⁾	B5.9 ^{ab}	6.7 ^a	A7.0 ^a	BC4.5 ^b	B5.0 ^b	4.18 ^{**}
	CW ²⁾	A7.4 ^a	6.6 ^{ab}	B5.5 ^b	C3.3 ^c	B3.7 ^c	16.33 ^{***}
	EW-1 ³⁾	B6.0 ^{ab}	6.4 ^{ab}	A7.1 ^a	AB5.3 ^b	A6.7 ^{ab}	1.76 ^{NS}
	EW-2 ⁴⁾	AB6.8	6.5	A7.3	A6.5	A6.9	0.49 ^{NS}
	F-value	2.55 ^{NS}	0.06 ^{NS}	4.59 ^{**}	7.00 ^{***}	7.16 ^{***}	
Color	NT	6.1	6.5	7.3	5.3	AB5.5	2.00 ^c
	CW	6.9 ^a	6.6 ^{ab}	6.1 ^{ab}	5.1 ^{bc}	B4.1 ^c	5.15 ^{**}
	EW-1	6.3	6.9	6.4	6.1	A6.1	0.39 ^{NS}
	EW-2	7.0	7.0	6.3	6.7	A6.8	0.40 ^{NS}
	F-value	0.88 ^{NS}	0.19 ^{NS}	1.25 ^{NS}	1.86 ^{NS}	4.56 ^{**}	
Flavor	NT	7.3 ^a	A6.9 ^a	7.0 ^a	6.3 ^{ab}	AB5.0 ^b	3.32 [*]
	CW	6.3	B5.3	6.8	5.0	AB5.5	2.31 ^{NS}
	EW-1	7.3 ^a	A7.4 ^a	6.6 ^{ab}	5.9 ^{bc}	B4.7 ^c	6.11 ^{***}
	EW-2	6.4	A6.8	6.7	5.5	A6.5	0.76 ^{NS}
	F-value	0.95 ^{NS}	3.47 [*]	0.13 ^{NS}	1.08 ^{NS}	2.52 ^{NS}	
Overall acceptance	NT	6.2 ^{ab}	6.6 ^a	7.2 ^a	AB5.0 ^{bc}	B4.5 ^c	5.25 ^{**}
	CW	6.7 ^a	6.0 ^a	5.9 ^a	B4.3 ^b	B3.7 ^b	8.22 ^{***}
	EW-1	6.4	6.7	6.5	AB5.5	A5.9	1.28 ^{NS}
	EW-2	6.5	6.7	6.4	A6.4	A6.7	0.09 ^{NS}
	F-value	0.18 ^{NS}	0.61 ^{NS}	1.41 ^{NS}	3.23 [*]	7.87 ^{***}	

¹⁻⁴⁾Refer to Table 1.

^{a-b)}Means with the same superscripts in a row are not significantly different from each other at p <0.05 as determined by Duncan's multiple range test.

^{A-D)}Means with the same superscripts in a column are not significantly different from each other at p <0.05 as determined by Duncan's multiple range test.

^{NS)}not significant, * p<0.05, ** p<0.01, *** p<0.001.

요 약

전해 방식에 따라 제조된 전기분해수로 세정처리한 딸기의 살균효과 및 저장중 품질변화를 살펴본 결과, 전기분해수에 의한 딸기의 미생물학적 살균효과는 침지수량은 중량 대비 10배수, 침지시간은 20분 처리시 초기균수에 대하여 2 log cycle 정도 감소하며 저장중 균증식 속도도 다소 느리게 나타났다. 폐기율은 5°C 저장시 EW-2 처리구에서 저장 5일째까지 10% 수준을 보여 무처리 및 염소수 처리에 비해 낮은 폐기율을 보여주었고, 조직감도 5°C 저장 전기분해수 처리구에서는 저장 3일까지는 조직감 변화가 거의 없다가 그 이후 오히려 증가하는 경향을 나타내었다. 딸기의 표면 색도 변화는 저장기간이 경과할 수록 무처리구와 CW 처리구는 전반적으로 L값이 증가하는 경향을 보인 반면에 전기분해수 처리구는 감소하는 경향을 보여 주었고, 저장기간 별 색차(ΔE)값은 저장 3일까지는 무처리구가 가장 적은 변화를 나타내었다. 전기분해수 처리에 의한 초기 잔류염소량은 0.04~0.06ppm 수준이며 저장 1-3일 경과 후에는 모든 처리구에서 0.02~0.03 ppm 수준으로 잔류염소량이 거의 동일하게 나타났다. 저장중 관능적 특성은 전기분해수 처리구(EW-1 및 EW-2)가 무처리 및 CW 처리구에 비해 높게 나타났다.

참고문헌

- 정진웅, 박노현, 김병호, 김병삼, 정승원, 박기재 (1999) 저온처리 전해산화수를 이용한 과채류의 선도염지 기술개발. 농림수산특정연구사업보고서, G0114-9902, p.17-21
- 김동철, 김병삼, 정문철, 남궁배, 김의웅 (1996) 과채류의 표면살균 기술개발. 한국식품개발연구원보고서, G1158-0755, p.87-104
- Choi, J.W., Park, S.Y., Yeon, J.H., Lee, M.J. and Chung, D.H. (2005) Microbial contamination levels of fresh vegetables distribution in markets. J. Fd. Hyg. Safety, 20, 43-47
- Marchetti, R., Casadei, M.A. and Guerzoni, M.E. (1992) Microbial population dynamics in ready-to-use vegetable salads. Ital. J. Food Sci., 2, 97-108
- Brackett, R.E. (1994) Microbiological spoilage and pathogens in minimally processed refrigerated fruits and vegetables. in minimally processed refrigerated fruits and vegetables, Wiley, R.C., ed., Chapman & Hall, NY, U.S.A., p.269-312
- Torriani, S. and Massa, S. (1994) Bacteriological survey on ready-to-use sliced carrots. Lebensm.-Wiss. Technol., 27, 487-490
- Lee, S.H., Lee, M.S., Sun N.K. and Song K.B. (2004) Effect of storage condition on the quality and microbiological changes of strawberry "Minyunbond" during storage. Korean J. Food Preserv., 11), 7-11
- Chung, S.K., Cho, S.H. and Lee, D.S. (1998) Modified atmosphere packaging of fresh strawberries by antimicrobial plastic films. Korean J. of Food Sci. Technol., 30, 1140-1145
- Chung, Y.J. and Yook, H.S. (2003) Effects of gamma irradiation and cooking methods on the contents of thiamin in chicken breast and vitamin C in strawberry and mandarin orange. J. Korean Soc. Food Sci. Nutr., 32, 864-869
- Chung, S.K., Cho, S.H. and Lee, D.S. (1998) Effect of antimicrobial packaging films on the keeping quality of strawberries. Food Engineering Progress, 2, 157-161
- Chung, S.K. and Cho S.H. (2002) Preservation of strawberries and cucumbers packaged by low density polyethylene film impregnated with antimicrobial agent, *Scutellariae baicalensis* extract. Korean J. Food Preserv., 9, 271-276
- García J.M., Aguilera C. and Albi M.A. (1995) Postharvest heat treatment on spanish strawberry (*Fragaria xananassa* Cv. Tudla). J. Agric. Food Chem., 43, 1489-1492
- Gil, M.I., Holcroft D.M. and Kader A.A. (1997) Changes in strawberry anthocyanins and other polyphenols in response to carbon dioxide treatments. J. Agric. Food Chem., 45, 1662-1667
- Minoru K. (1994) Application of electrolyzed-oxidizing water on food processing. Shokuhin Kagyo Gisyus, 14, 332-338
- Suzuki, T. (1998) Electrolyzed NaCl solution in food industry. Food Processing, 33, 10-14
- Koseki S. and Itoh, K. (2000) Fundamental properties of electrolyzed water. Nippon Shokuhin Kagaku Kogaku Kaishi, 47, 390-393
- Loaiza, J. and Cantwell, M. (1997) Postharvest physiology and quality of cilantro(*Coriandrum sativum* L.). HortScience, 32, 104-107
- Koukichi H. (1999) Physico-chemical properties of electrolyzed functional water and its application. Fragrance Journal, 3, 18-22