

격막 방식에 따라 제조한 전해수의 세척 및 보관 효과

김명호 · 정진웅[†] · 조영제¹

한국식품개발연구원, ¹부경대학교 식품생명공학부

Cleaning and Storage Effect of Electrolyzed Water Manufactured by Various Electrolytic Diaphragm

Myung-Ho Kim, Jin-Woong Jeong[†] and Young-Je Cho¹

Korea Food Research Institute, Songnam 463-746, Korea

¹Divison of Food Science and Biotechnology, Pukyong National University, Busan 608-737, Korea

Abstract

This study was carried out to investigate the efficacy of electrolyzed water manufactured with or without diaphragm on sterilization and preservation of cut-celery and shelled raw oyster. In cut-celery, total viable cell count and coliform group in the treatment of electrolyzed water were decreased to about 1/200~1/1,000 level and about 1/100 level comparing non-treated ones. But moisture content, pH, hardness, vitamin C and residual chlorine content were showed a little difference among treatments up to 10 days at 10°C. L and a color values were gradually increased in all treatments, and color differences(ΔE) were remarkable between treatment and untreatment sample. In overall acceptability, cut-celery treated with electrolyzed water showed somewhat higher score than that of other ones treated with tap water and 100 ppm NaClO solution until 5 days of storage. After 48 hours of storage, it was showed that VBN, total viable cell count and coliform count of shelled raw oyster treated with electrolyzed alkali water produced by non-diaphragm system are lower by about 3 mg%, 1~2 log cycle and 2 log cycle respectively than that of ones treated with sea water. Total viable cell count of shelled raw oyster just after treatment was lower by about 1 log cycle than that of ones treated with sea water, and any significant increment was not found after 24~48 hours of storage.

Key words : electrolyzed water, cut-celery, shelled raw oyster, cleaning water, sterilization, preservation

서 론

신선식품의 세정시 초기 미생물수를 줄이고 효소활성을 떨어뜨려 신선식품의 유통 기한과 관능적 품질을 향상시키기 위해서 보존제를 첨가하여 세정하는 방안으로 보편적으로 사용되고 있는 차아염소산나트륨(NaClO)은 신선식품의 살균제로서 널리 이용되고 있으나 염소취 및 산화력이 강하므로 기구 및 설비의 부식을 초래하는 단점이 있다(1). 일반적으로 지금까지의 연구에 의하면 박피 및 절단 전후에 세척수 1 L당 100~200 mg의 염소나 구연산을 첨가하는 것이 제품의 유통기한을 연장하는데 효과적이라고 하지만 염소제를 사용할 경우 채소류 제품은 반드시 헹굼 과정을 거쳐 염소 농도를 식수와 동일한 수준으로 낮추어야하는 문제가

있다. 또한 염소 화합물이 수용액이나 가공장비의 오염 미생물을 불활성화시키는데에는 매우 효과적임에도 불구하고, 신선한 과일이나 채소에서 발견되는 미생물에 동일한 효과가 있는지에 대해서는 상반된 견해도 있다(2). Torriani와 Massa(3)는 절단된 당근을 염소수(20 mg free chlorine/L)로 세척했을 때 대장균은 현저하게 줄지만 호기성 세균수는 그다지 영향받지 않음을 확인하였다. 결과적으로 염소 화합물의 처리 효과는 대상 품목과 처리 농도에 따라서 미생물 감균효과가 다른 것으로 이해되며, 실제로 실험결과(4)에서도 양파나 과 등의 일부 채소류는 염소수 처리에 의한 저온성 세균 및 호기성 미생물 등의 감소를 기대하기 어려웠고 설혹 초기 감균효과가 인정되더라도 저장 중의 품질과는 반드시 일치하지 않는 경향을 나타내기도 하였다.

최근 들어 전기분해수는 속효성의 살균력과 잔류물이 없으며 물 자체의 오염에 따른 2차적 오염 가능성이 없다는 특징으로 세정매체로서의 적용에 대한 연구가 진행되고 있

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

다(5, 6). 전해수에 존재하는 Cl⁻는 이온 상태로 녹아 있어 전해수가 갖는 살균력은 결국 이 염소가스의 산화력에 의한다는 주장이 있고, 이 외에도 살균력 부여 기작은 높은 산화환원전위력, 용존산소 등에 의한다는 연구가 주로 발표되고 있으나 정확한 기작은 아직 밝혀져 있지 않은 상태이다(7-9). 그러나 살균력 외에는 아직 과학적으로 입증할 만한 물성에 관련된 특성이 규명된 바 없어 향후 물성과 관련된 응용 범위의 확대를 위한 기초적 연구가 필요할 것으로 판단된다.

따라서 본 연구에서는 격막 및 무격막 방식으로 직접 제작한 전기분해수 제조 시스템에 의해 제조한 전해수를 사용하여 전처리후 급격한 품질변화를 일으키는 절단 셀러리 및 생굴을 대상으로 세정 및 보관수로서의 활용 가능성을 검토하였다.

재료 및 방법

재료 및 전처리

실험에 사용한 셀러리 및 생굴은 현지에서 당일 새벽에 수송되어 온 신선한 것을 서울 가락시장에서 구입하여 사용하였으며, 저장시험을 위한 셀러리는 줄기부위만을 잘라내어 1~1.5 cm 씩 절단하고, 생굴은 탈각 처리한 후 처리구에 따른 세정방법으로 처리한 다음, PE film에 셀러리는 1,000±50 g 씩, 패류는 500±50 g 단위로 각각 포장하여 10°C이하에 저장하였다. 전처리는 냉각조(100×90×70 cm)에서 10°C±1.0°C로 처리한 처리구별 세정수를 사용하여 침지수량은 시료중량 10배, 침지시간은 약 3~5분간 처리하였다. 그리고 세정수로 절단 셀러리 및 생굴에 사용한 격막 및 무격막 전기분해수의 물성은 Table 1 및 2와 같다.

Table 1. Physicochemical properties of the treatment water on cut-celery washing

Treatments	Physicochemical properties		
	pH	ORP [*] (mV)	HClO(ppm)
TW ¹⁾	7.12±0.06	683.00±14.18	0.71±0.01
CW ²⁾	10.90±0.11	465.33±9.29	101.89±4.16
EOW-1 ³⁾	2.55±0.06	1,154.00±1.00	95.74±3.50
EOW-2 ⁴⁾	8.88±0.35	712.00±38.39	89.36±2.75
EOW-3 ⁵⁾	8.45±0.13	734.00±8.02	143.97±5.53

^{*}oxidation-reduction potential

¹⁾ Tap water.

²⁾ 100 ppm NaClO solution.

³⁾ Electrolyzed oxidizing water produced by diaphragm type.

⁴⁾ Electrolyzed oxidizing water produced by non-diaphragm type I.

⁵⁾ Electrolyzed oxidizing water produced by non-diaphragm type II.

Table 2. Physicochemical properties of the treatment water on shelled raw oyster washing

Treatments	pH	ORP [*] (mV)	HClO(ppm)	Salt(%)
SW ¹⁾	7.09±0.51	576.17±127.14	-	2.90±0.10
EOW-1 ²⁾	2.55±0.00	1,159.00±1.00	62.76±7.00	2.80±0.00
EOW-2 ³⁾	8.62±0.00	689.00±41.00	63.83±21.00	2.80±0.00

^{*}. 1),2),3) See footnote of Table 1.

전해수의 물성 측정

전해수의 pH는 pH meter(2000A, Sontex, USA)를 사용하였으며, 산화환원전위(oxidation- reduction potential; ORP)의 측정은 ORP meter (RM-12P, TOA Electronics, Japan)를, 그리고 차아염소산(HClO) 함량은 전해수 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 적정하였다.

이화학적 분석

수분은 상압가열건조법으로 측정하였으며, 시료 표면의 색도는 색차계(CR-200, Minolta Co., Japan)를 사용하여 포장 단위당 3개의 시료를 선정, 일정한 표면부위 3 곳을 각각 3회 반복 측정하여 L, a, b 값으로 나타내었다. 총 비타민 C 함량은 셀러리 10 g을 취하여 5% HPO₃ 90 mL를 가하여 충분히 마쇄, 침출한 다음, 이것을 15분간 냉장고에 방치한 후 600 rpm에서 10분간 원심분리하여 얻은 상등액을 사용하여 Hydrazine 비색법으로 구하였다. 그리고 셀러리의 경도는 Rheometer(CR-200D, SUN Scientific Co, Japan)로 셀러리를 높이 1 cm로 동일하게 자른 후 측정하였으며, 직경 3.0 mm의 probe로 테이블 이동 속도 100 mm/min, 침입 깊이는 3.0 mm로 하였으며, 측정시 하중은 10 kg이었다. 측정은 각 처리구에서 3개의 시료를 무작위로 추출, 각 시료에 대해 3회 반복 측정 후 평균치로 나타내었다.

잔류염소 측정

시료에 있는 잔류염소(Residual Chlorine) 함량의 측정은 폴라로그래픽 측정방식을 이용한 Residual Chlorine meter (RC-24P, TOA Electronics, Japan)를 사용하여 처리구별 세정수에 침지한 시료 10 g을 증류수 1,000 mL에 5분간 침지 후 측정하였다.

미생물 측정

미생물 측정은 시료를 10배수의 멸균생리식염수를 가한 후 homogenizer (AM-1, 日本精機製造社, Japan)로 1분간 10,000 rpm으로 균질화한 다음, 각각 1 mL를 취한 후 단계 희석하고 배지에 pour plating한 후 배양하여 계수, 환산하였

다. 총균수는 PCA (Plate count agar, Difco Lab.)을, 대장균군은 Chromocult agar(Merck Co.)를 사용하여 측정하였다(10).

관능검사

처리구별에 따른 각 시료의 관능평가는 선발된 10인의 패널요원이 Kadder 등(11)의 방법에 따라 종합적으로 관찰하여 9점 척도로 평가하였으며, 종합적 기호도 5점까지를 저장수명의 한계로 설정하였다. 즉, 외관, 변색, 청결도, 염소취, 조직감, 맛 및 종합적인 기호도 등을 종합적으로 평가하였으며, 유의성 검증은 SAS를 이용한 Duncan의 다범위 검정으로 분석하였다.

결과 및 고찰

절단 처리한 셀러리의 세정 효과

최근 들어 국민 생활 수준의 급격한 향상으로 건강에 대한 관심이 날로 높아지고 있어 고품질의 신선 식품에 대한 수요가 늘고 있는 상태이다. 그 가운데에서 과일 및 채소류의 경우 농약을 사용하지 않고 유기농으로 재배한 식품의 선호도가 높아지고 있으나, 유기농의 경우 세정단계를 충분히 거치지 않았을 경우 분변에 의한 미생물 오염이 문제가 될 수 있다. 또한 여성의 사회진출로 인한 맞벌이 부부의 증가, 독신자의 증가에 따라 박피, 절단, 세척 등의 최소가공 공정을 거친 편의식 채소나 과일의 간편성과 합리성에 대한 관심이 늘고 있다. 이러한 최소가공 채소류의 경우 신선한 상태의 고품질을 유지하여야만 소비자가 선택하기 때문에 처리 후 1~2일 동안은 관능적으로 보아서 갈변 및 부패현상이 일어나지 않아야 할 것이다. Marchetti 등(12)의 보고에 따르면 상업적으로 판매되는 여러 가지 채소 셀러드 제품에서 저온성 세균 및 중온성 총 세균수가 8.0 Log CFU/g을 넘어 오염도가 심하였으며, 특히 혼합 셀러드와 당근 제품에서 적색 치커리나 녹색 치커리보다 오염도가 더 심하게 나타났다고 하였다. 또한, 당근, 부추, 허브, 셀러리들이 포함되어 있는 다양한 종류의 셀러드 제품이 생산 소비되고 있으나 그 소비량에 있어서는 양상추와 셀러리가 대부분을 차지하고 있다. 양상추는 잎을 모두 떼어낸 다음 물에 행구는 방식으로 세척하게 되는데 잎과 잎 사이가 혈겁게 짜여져 있어 균의 오염율이 높은 채소이다.

따라서 본 연구에서는 기 보고(13)된 양상추를 전해산화수로 세정 처리한 것과 마찬가지로 셀러리를 대상으로 격막 방식에 따라 제조한 전해수의 세척 및 보관 효과를 살펴보기 위해 저장기간에 따른 수분함량, pH, 조직감, 비타민 C, 잔류염소량, 색도, 미생물 및 관능검사를 실시하였다. 먼저 Table 3에서 보는 바와같이 무처리한 셀러리는 대장균군수가

가 5.13×10^5 CFU/g으로 매우 높게 나타났으며, 총균수 또한 7.71×10^6 CFU/g으로 미생물 오염에 노출되어 있음을 알 수 있었다. 따라서 세정처리한 시료에 있어서의 총균수는 처리 직후에 수도수 및 염소계 세정제로 처리한 셀러리에서는 $5.27 \times 10^5 \sim 3.30 \times 10^5$ CFU/g으로 약 1/20수준으로 낮아졌으나 전해수 처리구에서는 $4.70 \times 10^4 \sim 6.10 \times 10^3$ CFU/g으로 약 1/200~1/1,000 수준으로 낮아져 저장 7일까지 우수한 결과를 보여 주었다. 또한, 일반적으로 단체급식 업체에서 실제 사용중인 염소계 세정제 100 ppm의 세정수 처리에 비하여도 약 1/50배 이상의 총균수 감소효과를 나타내었다. 대장균군수도 총균수와 유사한 경향을 나타내어 침지후 초기에는 수도수처리 셀러리의 3.03×10^4 CFU/g에 비해 $1.57 \sim 2.77 \times 10^2$ CFU/g의 전해수로 침지한 셀러리가 약 1/100 수준으로 유사한 감소효과를 보여 주었다.

Table 3. Changes of viable micro-organism numbers on cut-celery during storage period at 10°C, after cleaning with various washing water

Treatments	Storage time(day)					
	0	3	5	7	10	
Total count (CFU/g)	NT ¹⁾	7.71×10^6	-	-	-	-
	TW ²⁾	5.27×10^5	4.77×10^6	2.45×10^7	2.90×10^7	2.96×10^7
	CW ³⁾	3.30×10^5	5.70×10^5	5.47×10^6	8.81×10^6	1.02×10^7
EOW-1 ⁴⁾		1.55×10^4	9.27×10^4	2.55×10^5	6.60×10^5	1.42×10^6
	EOW-2 ⁵⁾	6.10×10^3	1.38×10^4	6.37×10^4	7.33×10^5	1.58×10^6
	EOW-3 ⁶⁾	4.70×10^4	5.50×10^4	1.07×10^5	3.51×10^5	9.53×10^6
Coliform count (CFU/g)	NT	5.13×10^5	-	-	-	-
	TW	3.03×10^4	7.00×10^5	3.37×10^6	1.28×10^7	1.31×10^7
	CW	1.93×10^3	2.50×10^4	2.60×10^5	2.52×10^6	7.35×10^6
	EOW-1	2.50×10^2	3.27×10^3	3.77×10^4	4.57×10^5	9.50×10^5
	EOW-2	2.77×10^2	1.50×10^3	1.21×10^4	1.30×10^5	1.87×10^6
	EOW-3	1.57×10^2	1.90×10^3	3.13×10^4	8.35×10^5	1.01×10^6

¹⁾ Not treated.

^{2),3),4),5),6)} See footnote of Table 1.

Table 4에서 보는 바와같이 수분함량의 변화는 저장 10일째까지 처리구에 관계없이 거의 차이가 없는 것으로 나타났으며, 이는 수처리에 의해 잔류한 물기의 영향에 의한 것으로 판단되었다. pH의 변화는 모든 처리구에서 저장기간이 경과할수록 미미한 증가현상을 보여 주었으나 처리구간의 pH 변화는 거의 나타나지 않음을 볼 수 있었다. 한편, 셀러리의 경도는 저장기간이 경과함에 따라 서서히 저하하는 것으로 나타나 무처리 셀러리의 초기치가 $2,571 \pm 26$ g/cm²를 나타낸 반면, 수도수 처리구는 $2,469 \pm 16$ g/cm², 염소계 세

Table 4. Changes of quality characteristics on cut-celery during storage period at 10°C, after cleaning with various washing water

	Treatments ¹⁾	Storage time(days)				
		0	3	5	7	10
Moisture content (%)	NT	95.01±0.01				
	TW	95.89±0.01	95.88±0.04	95.76±0.07	95.64±0.04	95.58±0.07
	CW	95.83±0.12	95.68±0.10	95.46±0.01	95.44±0.06	95.27±0.10
	EOW-2	95.90±0.01	95.58±0.04	95.41±0.07	95.37±0.04	95.34±0.07
	EOW-3	95.89±0.02	95.88±0.03	95.64±0.02	95.61±0.02	95.46±0.03
	EOW-3	95.80±0.08	95.46±0.01	95.46±0.04	95.45±0.14	95.22±0.02
pH	NT	6.21±0.15				
	TW	6.09±0.01	6.36±0.01	6.36±0.02	6.36±0.01	6.40±0.01
	CW	6.18±0.02	6.33±0.01	6.32±0.04	6.51±0.02	6.55±0.04
	EOW-1	6.16±0.01	6.30±0.00	6.32±0.02	6.52±0.02	6.58±0.02
	EOW-2	6.16±0.01	6.27±0.01	6.23±0.01	6.42±0.02	6.47±0.04
	EOW-3	6.17±0.02	6.35±0.03	6.31±0.01	6.31±0.01	6.38±0.01
Rupture strength (g/cm ²)	NT	2,571±26				
	TW	2,469±16	2,321±45	2,372±105	2,244±78	2,001±24
	CW	2,307±68	2,346±59	2,357±29	2,227±70	2,029±66
	EOW-1	2,430±38	2,308±40	2,369±73	2,281±80	2,193±42
	EOW-2	2,283±78	2,218±55	2,365±55	2,258±89	2,263±91
	EOW-3	2,346±61	2,391±77	2,327±33	2,346±44	2,292±62
Vitamin C (mg%)	NT	16.61				
	TW	15.48	14.79	12.47	12.46	11.62
	CW	15.63	14.41	11.83	11.96	11.18
	EOW-1	14.76	14.06	12.44	11.62	11.63
	EOW-2	15.73	15.07	12.29	11.48	11.05
	EOW-3	16.22	15.15	12.06	11.98	11.36
Residual chlorine content (ppm)	NT	0.00±0.15				
	TW	0.03±0.00	0.02±0.01	0.02±0.00	0.01±0.00	0.01±0.00
	CW	0.04±0.01	0.03±0.00	0.02±0.00	0.02±0.00	0.02±0.00
	EOW-1	0.03±0.01	0.02±0.00	0.02±0.00	0.02±0.00	0.02±0.00
	EOW-2	0.02±0.01	0.02±0.00	0.02±0.00	0.01±0.00	0.01±0.00
	EOW-3	0.03±0.01	0.02±0.00	0.02±0.01	0.02±0.01	0.02±0.01

* All values are expressed as mean and standard deviation of triplicated measurements.

¹⁾ See footnote of Table 1.

정제 처리구가 2,307±68 g/cm²로 전해수 처리구가 2,283±78~2,430±38 g/cm²로 무처리 셀러리에 비해서는 다소 낮은 것은 시료간의 편차를 고려하더라도 일반적으로 세정처리에 의해 미미한 조직감 감소를 초래한 것으로 추정되었다. 또한, 세정처리에 따른 셀러리의 비타민 C함량의 차이도 처리 직후부터 저장 10일째까지 처리구별간 차이는 크게 나타나지 않았다.

그밖에도 세정처리후의 셀러리에 잔류하는 염소량을 측정할 결과, 처리직후 염소계 세정제 처리구에서 가장 높게 나타났으며, 전해수 처리구에서는 수도수 처리구와 거의 유사한 결과를 보여 주었다. 따라서 전해수 처리구 중에서도 무격막 및 격막 방식에서 제조한 세정수는 수도수로 처리한 것과 같은 결과를 보여 줌으로써 세정수 제조시의 차아염소함량에 대한 우려는 해소될 것으로 여겨진다. Table 5는 색도

의 변화를 나타낸 것으로, 모든 처리구에서 저장기간이 경과함에 따라 L값과 a값은 서서히 증가함을 보여 주었으며, 색차값 ΔE는 저장 초기에는 염소계 세정제 처리구가 전해수 처리구보다 다소 낮게 나타났으나 저장 5일 경과후 부터는 처리구에 관계없이 ΔE값이 6 수준으로 초기치와의 차이를 식별할 수 있는 정도로 나타났다. 한편, 저장기간중 관능적인 특성은 Table 6에서 보는 바와같이, 외관 및 변색은 처리직후에는 모든 처리구에서 동일하게 양호한 값을 보여주었으나 저장 3~5일째까지는 전해수 처리구가 다소 높은 기호도를 보여 주었다. 염소취는 저장 5~7일째까지 EOW-3 처리구를 제외한 대부분의 처리구에서 모든 패널이 염소취를 느낄 수 없을 정도로 답하여 전해수 침지에 따른 염소취 잔류 우려는 없는 것으로 판단되었다. 또한, 조직감 및 맛에 있어서도 저장 7일째까지는 처리구에 따른 차이가 그다지

Table 5. Changes of color value on cut-celery during storage period at 10°C, after cleaning with various washing water

Color value ¹⁾	Treatments ²⁾	Storage time(day)				
		0	3	5	7	10
L	TW	47.51 ± 0.39	49.63 ± 0.32	50.60 ± 0.29	52.05 ± 0.34	50.97 ± 1.66
	CW	50.10 ± 1.28	51.65 ± 0.28	50.92 ± 0.81	53.33 ± 0.65	49.36 ± 0.52
	EOW-1	48.26 ± 0.02	50.43 ± 0.87	48.45 ± 0.52	52.99 ± 1.50	50.90 ± 0.35
	EOW-2	49.48 ± 0.71	51.45 ± 0.51	52.70 ± 0.34	53.25 ± 0.21	50.55 ± 0.12
	EOW-3	46.56 ± 0.38	50.70 ± 0.81	53.47 ± 0.25	53.45 ± 0.02	54.39 ± 0.50
a	TW	-12.86 ± 0.66	-10.63 ± 0.24	-10.21 ± 0.53	-9.45 ± 0.25	-9.00 ± 0.45
	CW	-12.94 ± 0.75	-10.37 ± 0.56	-11.04 ± 0.36	-9.63 ± 1.77	-9.03 ± 0.94
	EOW-1	-12.78 ± 0.12	-10.08 ± 0.10	-11.02 ± 0.35	-9.00 ± 0.97	-9.44 ± 0.15
	EOW-2	-12.12 ± 0.35	-9.39 ± 0.22	-10.55 ± 0.49	-9.27 ± 0.50	-8.57 ± 0.74
	EOW-3	-12.30 ± 0.57	-11.88 ± 0.76	-10.96 ± 0.81	-9.86 ± 0.88	-10.98 ± 0.13
b	TW	22.49 ± 1.42	18.73 ± 0.43	18.74 ± 0.68	18.66 ± 0.86	20.09 ± 2.07
	CW	23.56 ± 1.34	19.92 ± 1.50	20.71 ± 0.37	18.69 ± 2.56	18.65 ± 1.64
	EOW-1	22.57 ± 0.41	18.96 ± 1.15	20.78 ± 0.71	17.81 ± 0.79	22.26 ± 2.30
	EOW-2	21.26 ± 1.04	16.95 ± 0.49	20.94 ± 1.31	19.24 ± 1.28	20.68 ± 0.24
	EOW-3	20.97 ± 0.95	21.47 ± 1.39	21.16 ± 2.05	19.15 ± 0.72	21.65 ± 1.02
△E	TW	2.61 ± 1.33	6.63 ± 0.53	7.00 ± 0.77	7.93 ± 0.44	6.82 ± 2.01
	CW	1.75 ± 0.88	6.35 ± 1.21	5.10 ± 0.27	8.42 ± 2.48	7.55 ± 1.88
	EOW-1	2.27 ± 0.39	6.85 ± 1.16	4.65 ± 0.80	9.20 ± 1.31	5.25 ± 0.43
	EOW-2	3.71 ± 0.99	9.12 ± 0.50	6.14 ± 1.23	8.19 ± 0.89	6.65 ± 0.62
	EOW-3	4.49 ± 0.79	4.02 ± 1.37	6.35 ± 1.55	8.06 ± 0.92	6.81 ± 0.48

* All values are expressed as mean and standard deviation of triplicated measurements.

¹⁾ L : Lightness 0~100, a : Redness -60~+60, b : Yellowness -60~+60.

NBS(△E) unit classification : 0~0.5 = trace, 0.5~1.5 = slight, 1.5~3.0 = noticeable, 3.0~6.0 = appreciable, 6.0~12.0 = much, over 12.0 = very much.

²⁾ See footnote of Table 1 (NT : L 48.87, a -13.71, b 24.55).

크게 나타나지 않았다. 결과적으로 종합적 기호도에서 볼 때, 전해수 처리구는 저장후 5일째까지는 수도수 및 염소계 세정제로 처리한 샐러리에 비해 다소 양호한 것으로 나타났으나 저장 5일째 이후는 수도수 및 염소계 세정제로 처리한 샐러리와 유사하거나 다소 떨어지는 기호도를 나타내었다.

생굴의 미생물 살균 및 보관 효과

패류는 각종 유리아미노산, 비타민 등 여러 영양 성분 외에도 alcohol 해독작용, 혈압강하 및 동맥경화 예방 등의 생리활성에 유용한 타우린, 질소화합물, 베타인류 등이 풍부하게 함유되어 있을 뿐만 아니라 최근 들어 여러 가지 기능성 물질이 발견되고 있어서 소비 기호성이 매우 높은 수산물로 각광을 받고 있다. 그러나 연안 해수의 오염이나 가공처리장에서의 비위생적 처리로 인하여 세균성 식중독 사고가 빈번히 발생하고 있으며, 주 원인균은 병원성 비브리오균으로 알려져 있다. 실제로 매년 여름철이면 장염 비브리오, 콜레라, 살모넬라 및 포도상 구균과 같은 세균성 식중독이 국민 위생을 위협하고 있다(14). 그리고 시판중인 생굴의 보관수는 일반적으로 해수를 사용하고 있어 이를 분석한 결과 잔류염소 함량은 0.19ppm, 총균수 6.54×10^3 CFU/mL, 대장균

균은 2.01×10^2 CFU/mL 수준으로 나타났다.

본 실험에서는 생굴의 살균 및 선도유지를 위해 전해수를 활용하는 방안으로, 첫째는 생굴을 전해수에 6시간 정도 침지하여 전처리한 다음 기존의 처리 방법인 해수에 담아 두는 방안과, 둘째는 기존에 사용하던 해수 대신에 전해수에 담아 두는 방안으로 구분하여 초기 미생물 억제 및 보관시간에 따른 품질변화를 살펴보았다.

먼저, 생굴을 전해수에 6시간 정도 침지하여 전처리한 다음 기존의 처리 방법인 해수에 담아 두는 방안에 대한 실험 결과는 Table 7과 같다. Table 7에서 보는 바와같이 생굴을 기존을 처리방법인 염도 3.2%의 해수에 침지 처리하여 보관한 결과, 보관 24시간 경과 후 휘발성염기태질소(VBN) 함량은 8 mg% 수준으로 비교적 신선한 것으로 나타났으나 총균수는 초기 1.00×10^2 CFU/g 수준에서 1 Log cycle 정도로 급증하였고 대장균군도 2배 수준으로 증가하였다. 그리고 보관 48시간 경과 후, VBN은 10 mg% 수준, 총균수는 초기치에 비해 약 40배, 대장균은 약 4배 수준으로 증가하는 것으로 나타났다. 반면에 격막 방식에서 제조한 전해산화수에 침지처리한 생굴의 VBN를 보면 보관 60시간 경과 후에 10 mg% 수준으로 선도 면에서 해수로 처리한 것에 비하여 약 12시간 정도 양호한 것으로 나타났으며, 미생물 살균효과도

Table 6. Sensory characteristics on cut-celery during storage period at 10°C, after cleaning with various washing water

Sensory characteristics	Treatments ¹⁾	Storage time(day)					F-value
		0	3	5	7	10	
Appearance	TW	7.7 ^{A3)}	5.6 ^{b2)B}	5.6 ^B	4.9 ^B	4.4 ^B	4.08 ^{**}
	CW	8.1 ^A	5.8 ^{hB}	5.9 ^B	5.1 ^B	5.1 ^B	6.76 ^{***}
	EOW-1	7.8 ^A	6.1 ^{abB}	5.9 ^{BC}	4.5 ^C	4.4 ^C	8.27 ^{***}
	EOW-2	8.0 ^A	5.5 ^{hB}	5.4 ^B	4.9 ^{BC}	3.8 ^C	11.42 ^{***}
	EOW-3	7.9 ^A	7.3 ^{aAB}	6.0 ^{BC}	5.0 ^C	4.9 ^C	9.55 ^{***}
	F-value		0.21 ^{NS}	2.74 [*]	0.16 ^{NS}	0.33 ^{NS}	0.96 ^{NS}
Discoloration	TW	7.6 ^A	5.7 ^{hB}	5.4 ^B	5.1 ^B	3.9 ^{hB}	5.38 ^{**}
	CW	7.9 ^A	5.8 ^{hB}	5.6 ^B	5.6 ^A	5.8 ^{hB}	3.86 ^{**}
	EOW-1	7.5 ^A	6.1 ^{abA}	6.1 ^A	4.3 ^B	4.0 ^{hB}	8.84 ^{***}
	EOW-2	7.9 ^A	6.2 ^{hB}	6.0 ^B	4.4 ^C	2.7 ^{hD}	21.69 ^{***}
	EOW-3	7.5 ^A	7.3 ^{aA}	5.6 ^B	5.0 ^B	4.3 ^{hB}	8.41 ^{***}
	F-value		0.23 ^{NS}	2.12 ^{NS}	0.29 ^{NS}	0.64 ^{NS}	4.20 ^{**}
Clearness	TW	8.0 ^A	6.8 ^{AB}	6.3 ^{ABC}	5.6 ^{AC}	4.6 ^C	4.94 [*]
	CW	7.9 ^A	6.9 ^{AB}	5.7 ^B	5.6 ^B	5.9 ^B	2.47 ^{NS}
	EOW-1	7.9 ^A	7.2 ^A	6.4 ^{AB}	5.1 ^{BC}	4.7 ^C	6.51 ^{***}
	EOW-2	8.2 ^A	6.9 ^{AB}	5.9 ^{BC}	4.8 ^{CD}	3.9 ^D	9.53 ^{***}
	EOW-3	7.7 ^A	7.6 ^A	5.9 ^B	5.4 ^B	5.0 ^B	5.40 ^{**}
	F-value		0.18 ^{NS}	0.64 ^{NS}	0.20 ^{NS}	0.26 ^{NS}	1.07 ^{NS}
Smell of chlorine	TW	7.5	6.7	6.4	5.4	5.0	2.23 ^{NS}
	CW	7.5	6.8	6.1	5.8	5.2	2.11 ^{NS}
	EOW-1	7.2	6.8	6.0	6.0	5.4	1.74 ^{NS}
	EOW-2	7.4 ^A	7.3 ^A	6.0 ^{AB}	6.0 ^{AB}	5.0 ^B	3.09 [*]
	EOW-3	6.1	5.9	6.7	4.9	5.3	0.91 ^{NS}
	F-value		0.97 ^{NS}	0.72 ^{NS}	0.25 ^{NS}	0.49 ^{NS}	0.09 ^{NS}
Texture	TW	7.6 ^A	6.5 ^{AB}	6.7 ^{AB}	5.5 ^{BC}	4.7 ^C	8.13 ^{***}
	CW	7.4 ^A	7.1 ^A	6.6 ^{AB}	6.0 ^{AB}	5.3 ^B	3.23 [*]
	EOW-1	7.5 ^A	6.4 ^{AB}	6.3 ^{AB}	5.6 ^B	5.1 ^B	4.45 ^{**}
	EOW-2	7.5 ^A	6.0 ^B	6.4 ^{AB}	5.5 ^B	4.9 ^B	4.21 ^{**}
	EOW-3	7.5 ^A	7.4 ^A	6.0 ^B	6.1 ^B	5.3 ^B	5.08 ^{**}
	F-value		0.03 ^{NS}	2.54 ^{NS}	0.36 ^{NS}	0.21 ^{NS}	0.37 ^{NS}
Taste	TW	7.4 ^A	6.6 ^{AB}	6.3 ^{ABC}	5.5 ^{BC}	4.3 ^C	4.63 ^{**}
	CW	7.2	7.1	6.1	6.1	5.2	2.01 ^{NS}
	EOW-1	7.0 ^A	6.6 ^{AB}	5.7 ^{ABC}	5.1 ^{BC}	4.1 ^C	4.24 ^{**}
	EOW-2	6.8 ^A	5.8 ^{AB}	6.4 ^{AB}	5.1 ^{BC}	3.8 ^C	5.52 ^{**}
	EOW-3	7.4 ^A	7.3 ^A	6.0 ^{AB}	5.3 ^B	4.9 ^B	5.00 ^{**}
	F-value		0.25 ^{NS}	2.32 ^{NS}	0.24 ^{NS}	0.32 ^{NS}	1.38 ^{NS}
Overall acceptance	TW	7.7 ^A	6.3 ^{AB}	5.8 ^B	5.6 ^B	4.4 ^B	4.17 ^{**}
	CW	7.5	6.1	6.3	5.8	5.7	1.58 ^{NS}
	EOW-1	7.1 ^A	6.5 ^{AB}	5.9 ^{ABC}	5.4 ^{BC}	4.4 ^C	4.97 ^{**}
	EOW-2	6.9 ^A	5.8 ^{AB}	6.5 ^{AB}	5.3 ^B	3.5 ^C	7.80 ^{***}
	EOW-3	7.1 ^A	7.4 ^A	6.4 ^{AB}	5.5 ^{BC}	4.4 ^C	6.21 ^{***}
	F-value		0.44 ^{NS}	2.02 ^{NS}	0.29 ^{NS}	0.08 ^{NS}	1.02 ^{NS}

¹⁾ See footnote of Table 1.

²⁾ Means with the same superscripts in a column(a~d) are not significantly different from each other at $\alpha=0.05$ as determined by Duncan's multiple range test..

³⁾ Means with the same superscripts in a row(A~D) are not significantly different from each other at $\alpha=0.05$ as determined by Duncan's multiple range test.

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

Table 7. Quality changes of pre-treated raw oyster by electrolyzed water

Treatments ¹⁾	Storage time(hr)								
	0	12	24	36	48	60	72	78	
Liquid	pH	6.09	5.64	5.57	5.55	5.39	5.40	5.22	-
	ORP(mV)	431	276	348	302	221	209	174	-
	Salt(%)	3.2	3.4	4.0	4.1	3.9	3.9	4.0	-
	HClO(ppm)	0.00							
SW	Total count(CFU/g)	1.00×10^2	1.33×10^3	1.13×10^3	1.28×10^3	4.13×10^3	5.67×10^3	4.29×10^4	-
	Coliform count(CFU/g)	1.20×10^2	1.60×10^2	2.58×10^2	2.90×10^2	4.96×10^2	4.36×10^2	6.36×10^2	-
Solid	VBN(mg%)	6.71	7.10	8.01	8.50	8.98	13.68	17.17	-
	pH	6.33	6.07	6.09	6.94	5.85	5.71	5.65	-
	Residual chlorine(ppm)	0.14	0.17	0.11	0.13	0.12	0.12	0.13	-
Liquid	pH	5.52	6.42	5.93	5.94	5.79	5.75	5.64	5.57
	ORP(mV)	486	340	276	283	264	217	89	16
	Salt(%)	2.8	2.9	3.2	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5
	HClO(ppm)	58.15							
EOW-1	Total count(CFU/g)	N.D. ²⁾	N.D.	3.12×10^1	2.10×10^2	4.93×10^2	5.95×10^2	7.47×10^2	2.14×10^3
	Coliform count(CFU/g)	N.D.	N.D.	N.D.	5.67×10^1	2.00×10^2	2.67×10^2	5.00×10^2	6.82×10^2
	VBN(mg%)	6.16	6.41	6.82	6.07	7.91	9.92	11.90	16.21
	pH	6.57	6.53	6.25	6.26	6.18	6.15	5.69	5.50
	Residual chlorine(ppm)	0.23	0.32	0.18	0.14	0.16	0.14	0.09	0.05
Liquid	pH	6.20	6.50	6.04	6.00	5.89	5.76	5.74	5.67
	ORP(mV)	410	330	277	279	243	245	221	187
	Salt(%)	2.9	2.9	3.2	3.7	3.5	3.4	3.5	3.5
	HClO(ppm)	48.93							
EOW-2	Total count(CFU/g)	N.D.	N.D.	1.03×10^1	1.00×10^2	5.20×10^2	7.30×10^2	7.50×10^2	1.22×10^3
	Coliform count(CFU/g)	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	1.15×10^1	1.33×10^2	6.13×10^2	7.26×10^2
	VBN(mg%)	6.16	6.53	7.63	7.65	9.30	9.82	11.02	18.24
	pH	6.57	6.40	6.30	6.21	6.12	6.09	5.96	5.95
	Residual chlorine(ppm)	0.25	0.33	0.18	0.16	0.18	0.18	0.13	0.11

¹⁾ See footnote of Table 2.²⁾ < 10¹ CFU/mL.

Table 8. Quality changes of raw oyster stored in electrolyzed water

Treatments ¹⁾	Storage time(hr)								
	0	12	24	36	48	60	72	84	
Liquid	pH	6.60	6.17	6.02	5.77	5.61	5.52	5.43	-
	ORP(mV)	584	257	267	272	254	175	204	-
	Salt(%)	2.9	3.0	3.0	3.0	2.9	2.9	2.9	-
	HClO(ppm)	0.00							
SW	Total count(CFU/g)	2.35×10^3	1.46×10^3	1.67×10^3	4.33×10^3	2.28×10^4	9.93×10^3	2.12×10^4	-
	Coliform count(CFU/g)	N.D. ²⁾	N.D.	1.17×10^2	1.07×10^2	1.00×10^2	1.37×10^2	5.46×10^2	-
Solid	VBN(mg%)	6.00	7.63	9.12	9.90	12.59	13.27	15.50	-
	pH	6.33	6.07	6.09	6.94	5.85	5.71	5.65	-
	Residual chlorine(ppm)	0.41	0.13	0.15	0.11	0.10	0.13	0.09	-
Liquid	pH	4.18	5.42	5.31	5.43	5.60	5.56	5.58	5.48
	ORP(mV)	569	430	241	243	242	226	174	100
	Salt(%)	2.9	3.0	3.1	3.0	3.0	2.9	2.9	2.9
	HClO(ppm)	67.37							
EOW-1	Total count(CFU/g)	1.80×10^2	3.12×10^2	1.28×10^2	5.97×10^2	7.93×10^2	6.40×10^2	1.17×10^3	3.14×10^3
	Coliform count(CFU/g)	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
	VBN(mg%)	6.16	8.45	8.77	9.83	9.70	12.93	13.62	13.37
	pH	6.57	6.53	6.25	6.26	6.18	6.15	5.69	5.50
	Residual chlorine(ppm)	0.26	0.08	0.08	0.10	0.13	0.15	0.09	0.12
Liquid	pH	6.21	6.30	6.05	5.89	5.76	5.63	5.53	5.35
	ORP(mV)	394	177	186	201	214	170	133	98
	Salt(%)	2.9	3.1	3.0	3.0	3.0	2.9	2.9	2.9
	HClO(ppm)	78.72							
EOW-2	Total count(CFU/g)	1.30×10^2	1.27×10^2	1.63×10^2	1.14×10^2	1.78×10^2	4.60×10^2	5.27×10^2	9.72×10^2
	Coliform count(CFU/g)	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
	VBN(mg%)	5.91	6.85	7.41	8.18	9.37	9.08	13.31	14.18
	pH	6.57	6.40	6.30	6.21	6.12	6.09	5.96	5.95
	Residual chlorine(ppm)	0.24	0.13	0.11	0.13	0.15	0.14	0.07	0.02

¹⁾ See footnote of Table 2.

²⁾ < 10¹ CFU/mL.

24시간까지는 거의 $< 10^1$ CFU/mL 수준이며 보관 3일째까지 해수에 침지 처리한 생굴에 비해 약 1~2 Log cycle 정도 감소하는 것으로 나타났다. 마찬가지로 무격막 방식에서 제조한 전해알칼리수에 침지 처리한 생굴은 살균효과 면에서 전해산화수에 침지처리한 생굴보다 다소 양호한 것으로 보이나 선도 면에서는 거의 유사한 결과를 보여 주었다. 그리고 전해수로 처리한 생굴에 있어 잔류염소 함량은 시료 처리직후에는 다소 높게 나타났으나 보관 24시간 경과 후부터는 해수로 처리한 경우와 거의 유사한 수준을 보였다.

한편, 기존에 사용하던 해수 대신에 전해수에 담아 둔 방안에 대한 실험 결과를 Table 8에 나타내었다. Table 8에서 전해산화수에 침지처리한 생굴의 처리수는 보관기간이 경과함에 따라 pH는 서서히 증가하고 ORP는 감소하며, 전해알칼리수에 침지 처리한 생굴의 처리수는 보관기간이 경과함에 따라 pH는 서서히 감소함과 동시에 ORP도 감소하는 것으로 나타났다. 이에 따라 생굴의 VBN을 보면 보관 36시간 경과 후부터 해수로 처리한 것보다 양호한 것으로 나타났으며, 총균수는 약 1 Log cycle 정도, 대장균군은 $< 10^1$ CFU/mL 수준으로 살균효과는 크게 나타남을 알 수 있었다. 또한 전해산화수 및 전해알칼리수에 침지 처리한 생굴은 해수에 침지 처리한 것에 비해 보관 48시간 경과 후, VBN은 약 3 mg% 수준, 총균수는 약 1~2 Log cycle 정도, 대장균은 약 2 Log cycle 수준으로 감소하였고, 처리 직후의 미생물 살균효과도 약 1 Log cycle 정도로 감소하여 24~48시간까지는 거의 일정한 수준을 유지하는 것으로 나타났다. 이러한 결과를 미루어 볼 때, 생굴에 있어 살균효과 및 선도 유지를 위해 전해수를 활용하는 방안으로 전처리에 적용하는 것보다는 기존에 사용하던 침지용 해수 대신에 전해수로 대체하는 방법이 효과적이며, 덧붙여 생굴과 같은 패류에 있어 전해수 적용시에는 무격막시스템의 약칼칼리성 전해수가 다소 효과적인 것으로 판단되었다.

요 약

격막 및 무격막 방식의 전해수 처리에 의한 셀러리 및 생굴의 세정처리에 따른 살균 및 저장성 효과를 조사하였다. 셀러리를 대상으로 세정처리에 따른 저장중의 품질변화를 살펴본 결과, 총균수는 전해수 처리구에서 무처리구에 비하여 약 1/200~1/1,000 수준, 대장균수는 약 1/100 수준으로 감소하였다. 그리고 수분함량, pH, 경도, 비타민 C 및 잔류염소 함량 등의 변화는 저장 10일째까지 처리구에 관계없이 거의 유사한 경향을 보이거나 차이가 없는 것으로 나타났다. 색도는 모든 처리구에서 저장기간이 경과함에 따라 L값과 a값은 서서히 증가함을 보여 주었으며, 색차(ΔE)값은 저장 5일 경과후 부터는 처리구에 관계없이 6 수준으로 초기

치와의 차이를 식별할 수 있는 정도로 나타났다. 종합적 기호도는 전해수 처리구는 저장후 5일째까지는 수도수 및 염소계 세정제로 처리한 셀러리에 비해 다소 양호한 것으로 나타났으나 저장 5일째 이후는 수도수 및 염소계 세정제로 처리한 셀러리와 유사하거나 다소 떨어지는 기호도를 나타내었다. 무격막 시스템으로 제조한 약알칼리성 전해수로 처리한 생굴은 해수로 처리한 시료에 비해 보관 48시간 후 VBN은 약 3 mg%, 총균수는 약 1~2 log cycle, 대장균은 2 log cycle 정도 낮은 값을 나타내었고 또한, 처리직후 총균수도 해수로 처리한 생굴에 비해 1 log cycle 정도 낮은 초기 수준을 보이며 보관 24~48시간까지는 뚜렷한 증가를 나타내지 않았다.

참고문헌

1. Yukari, H., Yumiko, N., Yasuhide, T., Tatsuyuki, O. and Yoshio, I. (1990) Comparison between the effects of sodium chlorite and sodium hypochlorite on the freshness of fish and vegetable. *J. of Food hygienic science*, 31, 261-265
2. 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, p.269-312
3. Torriani, S. and Massa, S. (1994) Bacteriological survey on ready-to-use sliced carrots. *Lebensm.-Wiss. Technol.*, 27, 487-490
4. Varoquaux, P. and Wiley, R. (1994) Biological and biochemical changes in minimally processed refrigerated fruits and vegetables. in *Minimally Processed Refrigerated Fruits and Vegetables* (Wiley, R.C., ed.), Chapman & Hall, p.226-268
5. Noriaki, T., Noriko, T., Tatsuya, F. and Toshiya D. (2000) The use of electrolyzed solutions for the cleaning and disinfecting of dialyzers. *Artificial Organs*, 24, 921-928
6. Yuko, N., Yuko, M. and Mihoko, K. (1996) Evaluation of electrolyzed strong acid aqueous solution called the "function water". *BUNSEKI KAGAKU*, 45, 701-706
7. Koukichi, H. (1999) Physico-chemical properties of electrolyzed functional water and its application. *Fragrance Journal*, 3, 18-22
8. Sakai, S. (1995) Application and development of electrolyzed-oxidizing water. *Food Industry*, 30, 35-43
9. Koukichi, H. (1999) Physico-chemical properties of electrolyzed functional water and its application. *Fragrance Journal*, 3, 18-22
10. Jeong, J.W., Jeong, S.W. and Kim, M.H. (2000) Applicable

- properties of electrolyzed acid water as cleaning water. Korean J. Postharvest Sci. Technol., 7, 395-402
11. Kadder, A. A. (1986) Biochemical and physical basis for effects of controlled and modified atmosphere on fruits and vegetables. Food Technology, 40, 99-107
12. 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
13. Jeong, S.W., Jeong, J.W. and Park, K.J. (1999) Microbial removal effects of electrolyzed acid water on lettuce by washing methods and quality changes during storage. Korean J. Food Sci. Technol., 31, 1511-1517
14. Kim, D.S., Hong S.P., Kim, Y.M., Yang, S.Y. and Lee, N.H. (1997) Development of hygienic treatment system of shell-fishes. Korea Food Research Institute, G1236-0852

(접수 2004년 3월 2일, 채택 2004년 5월 6일)