pISSN 1229-1153 *J. Fd Hyg. Safety*
Vol. 30, No. 2, pp. 166~172 (2015)
http://dx.doi.org/10.13103/JFHS.2015.30.2.166

Journal of Food Hygiene and Safety
Available online at http://www.foodhygiene.or.kr

강산성차아염소산수와 초음파를 병용처리한 조미오징어 반가공품의 미생물 오염도 저감화에 관한 연구

정원희 · 고준수 · 신일식*
강릉원주대학교 해양식품공학과

Study on Reduction of Microbial Contamination on Daruma by Combination Treatment of Strong Acidic Hypochlorous Water and Ultrasonic Waves

Won-Hee Chung, Jun-Soo Ko, and Il-Shik Shin*
Department of Marine Food Science and Technology, Gangneung-Wonju National University, Gangneung, Gangwon 210-702, Korea
(Received January 6, 2015/Revised March 4, 2015/Accepted May 1, 2015)

ABSTRACT - This study was performed to develop treatment method for reducing microbial contamination on Daruma (a semi-processed product of seasoned and dried squid) by combination of strong acidic hypochlorous water (SAHW) and ultrasonic waves (UW). The available chlorine concentration, oxidation reduction potential (ORP) and pH of SAHW were 69.67 ± 0.58 ppm, 1071.33 ± 4.16 mV and 2.79, respectively. The 1.49 log CFU/g of viable cell count and 1.32 log CFU/g of *Staphylococcus aureus* was reduced, and *Escherichia coli* was reduced below detection limit when the Daruma was treated with 20 times (w/v) of sodium hypochlorite solution (SHS) for 120 min. The 3.62 log CFU/g of viable cell count and 3.22 log CFU/g of *Staphylococcus aureus* was reduced, and *Escherichia coli* was reduced below detection limit when the Daruma was treated with 20 times (w/v) of SAHW for 120 min. The antibacterial effects of SAHW were stronger than those of SHS at same available chroline concentration. SAHW treatment after washing strongly alkalic electrolyzed water (SAEW) showed better bactericidal effects than SAHW treatment only. The 4.0 log CFU/g of viable cell count was reduced, *S. aureus* was reduced below regulation limit (Log 2.0 CFU/g), and *E. coli* was reduced below detection limit when the Daruma was treated with 20 times (w/v) of SAHW for 90 min after washing with 20 times (w/v) of SAEW for 60 min. The viable cell number was reduced below detection limit and *S. aureus* was reduced below regulation limit when the Daruma was treated with 20 times (w/v) of SAHW for 60 min in ultrasonic washer. *E. coli* was reduced below detection limit when the Daruma was treated with 20 times (w/v) of SAHW for 10 min in ultrasonic washer. These results suggest that combination of SAHW and UW may be a good technique to reduce the microbial contamination in daruma.

Key words: daruma, antibacterial activity SAHW, SAEW, ultrasonic wave

조미오징어는 오징어육을 조미, 건조한 가공식품으로 간식, 술안주, 밑반찬 등 다양한 연령층의 소비자를 확보하고 있는 인기 있는 식품 중의 하나로, 주로 전국 도매시장, 대형할인매장, 급식업체로 공급되며 일부는 미국, 일본 등으로 수출하고 있다. 그러나 조미오징어는 제조공정이 복잡하고 원료에서 최종 생산제품까지 대부분의 작업이 수작업으로 이루어지기 때문에[1] 가공공정 중 미생물 오염에 의한 위생적 품질의 저하, 저장 및 유통 중 미생물에 의한 품질열화 등이 지적되고 있어 이에 대한 효과적인 관리방안이 요구되고 있다[2]. 특히 Choi 등[3]은 원료로 쓰이는 오징어 반가공품(Daruma, 오징어 생물을 할복 처리한 후, 수세, 자숙, 냉각, 탈수, 1차 조미, 건조, 냉동숙성 과정을 거친 가공품, 이하 반가공품)의 미생물 오염도가 높아 최종제품의 미생물학적 품질에도 영향을 미친다고 보고한 바 있으며, 최근 제조원가상승, 경기저하 등의 이유로 중국, 멕시코, 페루 등으로부터 조미오징어의 원료인 반가공품을 다량 수입하고 있는데[4] 이 또한 높은 미생물 오염도가 문제가 되고 있어 반가공품의 미생물 저감화 대책이 시급한 실정이다.

*Correspondence to: Il-Shik Shin, Department of Marine Food Science and Technology, Gangneung-Wonju National University, Gangneung, Gangwon 210-702, Korea
Tel: 82-2-640-2346, Fax: 82-2-640-2346
E-mail: shinis@gwnu.ac.kr

최근 식품의 미생물학적 안전성을 확보하기 위한 비가열 살균방법으로서 전기분해수(이하 전해수)에 의한 살균이 식품산업현장에 많이 이용되고 있다. 전해수는 희석 식염용액(0.2% 이하의 염화나트륨 수용액)을 유격막 전해조에서 전해하여 양극측으로부터 얻어지는 강산성차아염소산수 (유효염소농도 20-60 ppm, pH 2.7 이하)와 2-6%의 염산을 무격막 전기분해조 안에서 전해하여 얻어지는 미산성차아염소산수 (유효염소농도 10-30 ppm, pH 5.0-6.5)가 있으며[5-7], *Escherichia coli* O157:H7, *Listeria monocytogenes*, *Salmonella enteritidis*, *Campylobacter jejuni*, *Enterobacter aerogenes*, *Staphylococcus aureus* 등의 병원세균에 대해 강력한 살균작용을 나타내는 것으로 보고된 바 있다[8-11]. 또한 채소[12-14], 가축[10,15]에서 미생물 저감화 및 유리, stainless steel 용기, 세라믹 등의 표면소독에도 효과적이라고 보고[11]하고 있다. 일본의 경우, 식품산업현장에서 살균제로서 사용되고 있을 뿐만 아니라 의학 분야에도 적용되고 있으며[16-19], 일본 후생성에서는 2002년 6월 전해수를 식품첨가물 (살균제)로 인정한 바 있으며[19], 우리나라는 2007년 11월 강산성차아염소산수(Strong acidic hypochlorous water 이하 SAHW)와 미산성차아염소산수를 식품첨가물로 인가[20]한 바 있다.

그러나 강산성차아염소산수 또는 미산성차아염소산수 단독으로는 미생물을 줄이는 데는 한계가 있기 때문에 최근 유기산을 비롯한 화학적 처리, 마이크로웨이브, 초음파와 같은 물리적 처리를 병용하는 살균기술이 연구되고 있다[21,22]. Park[21] 등은 강산성 차아염소산수에 1% lactic acid, acetic acid, citric acid의 병용처리를 통해 양상추 중 총균수와 *L. monocytogenes*의 수가 강산성 차아염소산수 단독처리에 비해 1.0 log CFU/g 내외의 상승효과를 나타내었다고 보고한 바 있으며, Zhou 등[22]은 시금치에 *E. coli* O157:H7을 접종하고 각종 소독제와 초음파를 결합 처리했을 때 소독제를 단독 처리하는 것보다 상승효과가 있음을 보고한 바 있다. 그러나 농산물을 대상으로 한 강산성차아염소산수 및 초음파의 병용에 의한 미생물 제어에 관한 연구는 많지만 오징어 반가공품에 대한 미생물 제어 연구는 드문 실정이다.

따라서 본 연구는 조미오징어의 주원료인 반가공품을 대상으로 강산성차아염소산수(SAHW) 단독 처리와 강산성차아염소산수와 초음파의 병용에 의한 미생물 저감효과를 구명하고자 수행되었다.

Materials and Methods

시료 채취 및 전처리

본 연구에 사용한 수입산 오징어 반가공품은 강릉 지역에 있는 조미오징어 제조업체를 방문하여 무균적으로 채취한 후, 얼음을 채운 ice box에 담아 1시간 이내에 실험실로 운반하여 실험에 사용하였다.

식품공전[23]의 방법에 준하여 멸균 가위와 핀셋을 이용하여 시료 25 g을 멸균 stomacher bag에 취해 9배 양의 멸균인산완충희석액(Butterfield's Phosphate Buffered Dilution Water)과 혼합한 후 stomacher 400 (Seward Co. England)으로 균질화 하여 미생물 분석의 시험용액으로 사용하였다.

강산성차아염소산수 처리에 의한 반가공품의 미생물 저감효과 분석

강산성차아염소산수(SAHW)와 강알칼리성전해수(Strong alkalic electrolyzed water, 이하 SAEW)의 제조 및 물성 측정은 0.2% NaCl 용액 60 L를 격막식 전해수 생성장치 DIPS-4KII (Wonjinenc Co., Ansan, Korea)와 연결된 물탱크에 넣고 전압 8.8 V, 전류 17.1 A, 유속 4.8 L/min로 전기분해한 후, 양극에서 생성된 강산성차아염소산수(SAHW)와 음극에서 생성된 강알칼리성전해수(SAEW)의 유효염소농도, 산화환원전위(oxidation-reduction potential, ORP), pH를 측정하였다.

유효염소농도는 유량에서 10 mL를 추출하여 탈이온수로 100배 희석하여 휴대용 염소측정기(Pocket colorimeter, HACH Co., Colorado, USA)로 측정하였다. ORP와 pH는 유량에서 300 mL를 취하여 pH/ISE meter (Istek co., Seoul, Korea)로 측정하였다.

미생물수 측정은 식품공전 중 미생물 시험법[23]의 방법으로 정량 분석하였다. 즉 일반세균(Total plate count)은 Plate count agar (Difco, Detroit, USA)를 이용하여 표준평판법으로, 황색포도상구균(*Staphylococcus aureus*)은 Baird-Parker agar (Difco, Detroit, USA)를 이용하여 황색포도상구균 정량시험법으로, 대장균(*Escherichia coli*)은 EC medium (Difco, Detroit, USA)을 이용하여 대장균 정량시험법인 최확수법으로 분석을 하였다.

강산성차아염소산수 처리에 의한 반가공품의 미생물 저감효과 분석은 반가공품이 처리수에 완전히 침지될 수 있는 용량인 중량대비 10, 20배의 SAHW에 반가공품을 각각 30, 60, 90, 120분간 침지 처리한 후, 멸균 증류수로 세척한 다음 미생물 (일반세균, 황색포도상구균, 대장균)수를 측정하였으며, 음성대조구로는 수도수(Tap Water, 이하 TW)를 사용하였으며, 양성대조구로는 같은 유효염소농도의 차아염소산나트륨용액(Sodium hypochlorite solution, 이하 SHS)을 사용하였다.

SAEW와 SAHW 순차처리에 의한 반가공품의 미생물 저감효과 분석

반가공품 중량대비 10, 20배의 SAEW에 반가공품을 각각 30, 60분간 1차 침지한 후 멸균 증류수로 세척하였다. 이어서 반가공품 중량대비 10배, 20배의 SAHW에 반가공품을 각각 30, 60, 90, 120분간 2차 침지한 후, 멸균 증류

수로 세척한 다음 미생물 (일반세균, 황색포도상구균, 대장균)수를 측정하였으며, 음성대조구로는 TW를 사용하였으며, 양성대조구로는 같은 유효염소농도의 SHS를 사용하였다.

SAHW와 초음파(UV)를 병용처리한 반가공품의 미생물 오염도 저감효과 분석

반가공품과 SAHW를 1:20 비율로 초음파 세정기 4020P (500 W, 60 Hz, KODO Co., Seoul, Korea)에 넣은 뒤 10, 30, 60분간 초음파(ultrasonic waves, 이하 UW) 처리하였다. 그리고 멸균증류수로 세척한 뒤 미생물 (일반세균, 황색포도상구균, 대장균)수를 측정하였으며, 음성대조구로는 TW를 사용하였으며, 양성대조구로는 같은 유효염소농도의 SHS를 사용하였다.

Results and Discussion

처리수의 물성

0.2% NaCl 용액 60 L를 격막식 전해수 생성장치와 연결된 물탱크에 넣고 전압 8.8 V, 17.1 A, 유속 4.8 L/min로 SAHW와 SAEW를 생산하고 그 물성을 측정한 결과는 Table 1과 같다. 즉 SAHW의 유효염소농도는 69.67 ± 0.58 ppm, ORP는 1071.33 ± 4.16 mV, pH는 2.79 ± 0.05이었고, SAEW의 유효염소농도는 4.67 ± 0.41 ppm, ORP는 −366.33 ± 9.07 mV, pH는 12.47 ± 0.35이었다. 그리고 대조구로 사용한 SHS의 유효염소농도는 70.67 ± 0.32 ppm, ORP는 769.67.33 ± 9.50 mV, pH는 7.81 ± 0.01이었으며, TW의 유효염소농도는 0.20 ± 0.20 ppm, ORP는 511.33 ± 8.08 mV, pH는 7.08 ± 0.03이었다.

조미오징어 반가공품에 대한 SAHW의 미생물 저감 효과

SAHW에 오징어 반가공품을 침지 처리하였을 때 나타난 미생물 저감효과는 Table 2와 같다. 일반적으로 수입산 오징어 반가공품은 냉동상태이며, 해동은 빙초산(99.85%)과 소독제(CAMICA-SD, 유효염소 64% 이상)를 첨가한 중량대비 10배 정도의 수도수에서 약 8시간 침지, 해동한다. 본 연구에서는 SAHW의 살균력을 고려하여 최장 120분간 침지, 해동하였다. 음성대조구로 사용한 TW의 경우, 생균수, 황색포도상구균, 대장균에 대하여 저감효과가 거의 없는 것으로 나타났다. 양성대조구로 사용한 SHS의 경우, 중량대비 10배의 SHS에 120분간 침지하였을 때, 일반세균은 1.49 log CFU/g, 황색포도상구균은 1.43 log CFU/g 감소하였으며, 20배의 SHS에 120분간 침지하였을 때는 일반세균은 1.49 log CFU/g, 황색포도상구균은 1.32 log CFU/g 감소하였으며, 대장균은 검출되지 않았다. SHS에 의한

Table 1. Properties of treatment water

Type	Available chlorine (ppm)	Oxidation-reduction potential (mV)	pH
SAHW[1)]	69.67 ± 0.58[5)]	1071.33 ± 4.16	2.79 ± 0.05
SAEW[2)]	4.67 ± 0.41	−366.33 ± 9.07	12.47 ± 0.35
SHS[3)]	70.67 ± 0.32	769.67 ± 9.50	7.81 ± 0.01
TW[4)]	0.73 ± 0.25	511.33 ± 8.08	7.08 ± 0.03

[1)]Strong acidic hypochlorous water.
[2)]Strong alkalic electrolyzed water.
[3)]Sodium hypochlorite solution.
[4)]Tap water.
[5)]Values are mean ± SD of triplicate analyses.

Table 2. Microbial reduction effect of SAHW on imported Daruma

Treatment			Viable cell count (Log CFU/g)	*S. aureus* (Log CFU/g)	*E. coli* (Log MPN/100 g)
Water	Rate[1)]	Time (min)			
Not treatment			5.99 ± 0.05[5)]	5.31 ± 0.06	2.69 ± 0.00
TW[2)]	1:10	30	5.89 ± 0.05	5.30 ± 0.04	2.80 ± 0.01
		60	5.97 ± 0.03	5.21 ± 0.06	2.62 ± 0.17
		90	5.71 ± 0.03	5.23 ± 0.08	2.31 ± 0.36
		120	5.26 ± 0.06	5.25 ± 0.05	2.18 ± 0.05
	1:20	30	5.93 ± 0.03	5.28 ± 0.02	2.62 ± 0.20
		60	5.58 ± 0.03	5.26 ± 0.06	2.52 ± 0.25
		90	5.32 ± 0.04	5.25 ± 0.10	2.26 ± 0.05
		120	5.18 ± 0.10	5.19 ± 0.10	2.07 ± 0.17
SHS[3)]	1:10	30	5.23 ± 0.08	4.96 ± 0.03	2.69 ± 0.17
		60	5.00 ± 0.08	5.10 ± 0.12	1.89 ± 0.10
		90	5.10 ± 0.07	3.90 ± 0.03	1.66 ± 0.11
		120	4.54 ± 0.07	3.87 ± 0.03	< 1.26
	1:20	30	5.03 ± 0.07	4.96 ± 0.03	2.58 ± 0.10
		60	4.96 ± 0.03	4.68 ± 0.03	1.91 ± 0.24
		90	5.58 ± 0.03	4.12 ± 0.04	1.85 ± 0.03
		120	4.07 ± 0.10	3.96 ± 0.08	< 1.26
SAHW[4)]	1:10	30	5.46 ± 0.05	4.91 ± 0.02	2.50 ± 0.02
		60	5.02 ± 0.05	5.09 ± 0.09	1.85 ± 0.07
		90	4.04 ± 0.04	4.64 ± 0.06	1.27 ± 0.02
		120	3.20 ± 0.13	3.56 ± 0.06	< 1.26
	1:20	30	5.26 ± 0.11	4.96 ± 0.04	1.27 ± 0.02
		60	5.31 ± 0.10	4.26 ± 0.11	1.29 ± 0.02
		90	3.27 ± 0.06	3.56 ± 0.06	< 1.26
		120	2.31 ± 0.05	2.07 ± 0.09	< 1.26

[1)]Volume ratio of Daruma to treatment water.
[2)]Tap water.
[3)]Sodium hypochlorite solution.
[4)]Strong acidic hypochlorous water.
[5)]Values are mean ± SD of triplicate analyses.

미생물 저감효과는 1 log CFU/g 수준으로 Sharma[16] 등의 결과와 유사하게 나타났다. 오징어 반가공품 중량대비 10배의 SAHW에 120분간 침지한 경우, 일반세균은 2.69 log CFU/g, 황색포도상구균은 1.74 log CFU/g 감소하였으며, 20배의 SAHW에 120분간 침지한 경우, 일반세균은 3.62 log CFU/g, 황색포도상구균은 3.22 log CFU/g 감소하였으며, 대장균은 검출되지 않아 SAHW가 같은 유효염소농도의 SHS보다 살균력이 높은 것을 알 수 있었다.

조미오징어 제조사업장에서 반가공품 소독에 많이 사용하는 소독제는 차아염소산나트륨용액(SHS, 유효염소 100 ppm)이다. SHS는 주로 식품산업에서 미생물학적 품질관리와 병원성 미생물을 관리하기 위하여 일반적으로 사용되는 소독제이다. 그러나 살균력에 한계(약 1~2 log 감소)가 있으며[16] Trihalomethane (THM)과 같은 부산물에 의한 환경오염에 대하여서도 보고하고 있다[13-15]. 따라서 오징어 반가공품 해동시 강산성차아염소산수(SAHW)는 SHS를 대

Table 3. Microbial reduction effect by combination of SAHW and SAEW on imported Daruma

Treatment of SAEW[1]		Treatment of SAHW[2]		Viable cell count (Log CFU/g)	*S. aureus* (Log CFU/g)	*E. coli* (Log MPN/100 g)
Rate[3]	Time (min)	Rate[4]	Time (min)			
No treatment				6.81 ± 0.02	6.55 ± 0.08	2.43 ± 0.12
1:10	30	1:10	30	5.08 ± 0.04	5.78 ± 0.09	2.18 ± 0.27
			60	4.38 ± 0.10	4.99 ± 0.08	1.77 ± 0.15
			90	3.86 ± 0.07	4.92 ± 0.04	1.90 ± 0.30
			120	3.26 ± 0.10	3.71 ± 0.08	1.71 ± 0.10
		1:20	30	4.93 ± 0.03	5.64 ± 0.07	2.09 ± 0.18
			60	4.11 ± 0.12	4.92 ± 0.04	1.75 ± 0.13
			90	3.39 ± 0.04	4.25 ± 0.08	1.62 ± 0.03
			120	2.29 ± 0.03	3.51 ± 0.07	< 1.26
	60	1:10	30	3.94 ± 0.02	5.68 ± 0.04	1.79 ± 0.13
			60	4.26 ± 0.06	4.95 ± 0.03	1.29 ± 0.02
			90	3.81 ± 0.06	4.34 ± 0.07	1.26 ± 0.00
			120	2.97 ± 0.03	3.26 ± 0.11	< 1.26
		1:20	30	4.55 ± 0.05	5.54 ± 0.08	1.29 ± 0.02
			60	3.96 ± 0.03	4.77 ± 0.05	1.27 ± 0.02
			90	2.98 ± 0.07	4.12 ± 0.10	< 1.26
			120	2.26 ± 0.08	3.25 ± 0.11	< 1.26
1:20	30	1:10	30	4.62 ± 0.06	5.62 ± 0.05	1.69 ± 0.12
			60	4.02 ± 0.05	4.87 ± 0.04	1.29 ± 0.02
			90	3.53 ± 0.04	4.24 ± 0.09	< 1.26
			120	2.80 ± 0.05	3.40 ± 0.09	< 1.26
		1:20	30	4.31 ± 0.09	5.44 ± 0.06	1.27 ± 0.02
			60	3.46 ± 0.05	3.53 ± 0.05	1.30 ± 0.00
			90	3.02 ± 0.11	2.75 ± 0.04	< 1.26
			120	2.11 ± 0.06	1.87 ± 0.08	< 1.26
	60	1:10	30	4.38 ± 0.08	5.40 ± 0.10	1.29 ± 0.02
			60	3.46 ± 0.08	4.10 ± 0.07	< 1.26
			90	3.05 ± 0.11	3.50 ± 0.01	< 1.26
			120	2.64 ± 0.09	1.89 ± 0.05	< 1.26
		1:20	30	3.22 ± 0.12	4.88 ± 0.05	< 1.26
			60	3.02 ± 0.14	3.42 ± 0.05	< 1.26
			90	2.73 ± 0.07	1.98 ± 0.02	< 1.26
			120	1.89 ± 0.05	1.79 ± 0.04	< 1.26

[1]Strong alkaline electrolyzed water.
[2]Strong acidic hypochlorous water.
[3]Volume ratio of raw squids to SAEW.
[4]Volume ratio of raw squids to SAHW.
[5]Values are mean ± SD of triplicate analyses.

체할 좋은 비가열 살균제로 사료된다.

SAEW와 SAHW 순차처리에 의한 조미오징어 반가공품에서의 미생물 저감효과

SAHW 단독 처리만으로는 만족할 만한 미생물 저감효과를 얻을 수 없었기에 조미오징어 반가공품을 SAEW에 1차 침지 처리한 후, SAHW에 2차 침지 처리하여 미생물 저감효과를 조사하였다(Table 3). 무처리 반가공품의 일반세균과 황색포도상구균은 각각 6.81, 6.55 log CFU/g이었으며, 대장균은 log 2.43 MPN/100 g이었다. 오징어 반가공품 중량 대비 20배의 SAEW로 30분 처리한 후, 중량 대비 20배의 SAHW로 120분간 처리하였을 때, 일반세균수는 약 4.7 log CFU/g, 황색포도상구균은 규제치(log 2.0 CFU/g 이하) 이하로 감소하였으며, 대장균은 검출되지 않았다. 오징어 반가공품 중량 대비 20배의 SAEW로 60분 처리한 후, SAHW로 처리하였을 때는 중량대비 10배, 120분 처리, 중량대비 20배, 90분 처리로 일반세균수는 약 4.0 log CFU/g, 황색포도상구균은 규제치 이하로 감소하였으며 대장균은 검출되지 않았다.

이러한 결과는 SAHW로만 처리하였을 때의 살균효과(Table 2)보다 뛰어난 것을 알 수 있는데, SAEW는 강알칼리성으로 표면세척력이 뛰어나다고 알려져 있으며, SAEW로 처리한 후, 강산성의 SAHW로 처리하면 살균효과가 더 뛰어나다고 알려져 있다[17,24]. 따라서 본 실험에서도 SAEW가 오징어 반가공품 표면의 유기물을 제거하여 SAHW의 살균효과를 상승시킨 것으로 사료된다. 그러나 신 등[24]은 콩나물, 무순과 같은 채소의 경우, SAEW로 30초간 세척 후 SAHW로 30초간 처리하여도 각각 2.50 ± 0.13, 2.19 ± 0.13만 감소하였고 4 log CFU/g 이상의 균이 잔존하고 있었다고 보고하였으며, Suzuki[17]는 *E. coli* O157:H7를 오염시킨 무순을 SAHW로 살균한 결과, *E. coli* O157:H7에 대한 살균효과가 거의 없었으며, 그 이유로서 *E. coli* O157:H7가 무순의 조직 안으로 침투하여, 표면살균효과를 지닌 SAHW의 영향을 받지 않는다고 보고한 바 있는데, 살균대상물의 종류 또는 그 표면구조에 따라 SAHW의 살균력에 차이가 있는 것을 추측할 수 있었다.

강산성 전기분해수와 초음파 처리를 병용한 반가공품의 미생물 오염도 저감 효과

초음파는 동공화에 의해 생성된 기포 파열 시 발생되는 진동 에너지를 이용하여 cell lysis를 일으켜 효소나 미생물을 불활성화 시키는데, 다른 고압과 가열 등 다른 살균방법과 함께 병용할 경우에 효소활성 억제에 더욱 효과적이나 단독 처리로는 효과가 불충분한 것으로 알려져 있다[19-21]. 따라서 본 연구에서는 오징어 반가공품에 대한 SAHW의 미생물의 저감효과를 높이기 위하여 UW를 병용하여 미생물 저감효과를 조사하였다(Table 4). 즉 초음파 세정기에 오징어 반가공품과 중량대비 20배의 TW, SHS, SAHW를 각각 넣어 UW 처리한 후 미생물 오염도를 조사한 결과, 일반세균의 경우, TW와 SHS로 각각 60분간 처리하였을 때는 3.07, 3.22 log CFU/g가 감소하였으나 SAHW로 60분간 처리한 경우는 검출한계(< 1.00 log CFU/g) 이하로 나타났다.

Table 4. Microbial reduction effect by combination of ultrasonic waves and SAHW on imported Daruma

Treatment			Viable cell count (Log CFU/g)	*S. aureus* (Log CFU/g)	*E. coli* (Log MPN/100 g)
Water	Rate[1)]	Time (min)			
No treatment			6.27 ± 0.20	6.06 ± 0.18	2.72 ± 0.18
TW[2)]	1:20	10	6.32 ± 0.54	5.98 ± 0.42	1.87 ± 0.10
		30	6.12 ± 1.02	6.14 ± 0.31	1.63 ± 0.03
		60	3.20 ± 0.86	4.55 ± 0.19	1.40 ± 0.17
SHS[3)]	1:20	10	5.07 ± 1.24	5.17 ± 1.08	1.49 ± 0.20
		30	4.83 ± 0.61	4.23 ± 0.52	1.29 ± 0.02
		60	3.05 ± 1.12	2.68 ± 1.08	< 1.26 ± 0.00
SAHW[4)]	1:20	10	5.04 ± 1.14	3.59 ± 1.30	< 1.26 ± 0.00
		30	2.04 ± 0.25	2.01 ± 0.29	< 1.26 ± 0.00
		60	< 1.00 ± 0.00	1.72 ± 0.22	< 1.26 ± 0.00

[1)]Volume ratio of raw squids to treatment water was 1:20.
[2)]Tap water.
[3)]Sodium hypochlorite solution.
[4)]Strong acidic hypochlorous water.
[5)]Values are mean ± SD of triplicate analyses.

황색포도상구균의 경우, TW와 SHS로 각각 60분간 UW 처리하였을 때, 처리 전에 비하여 각각 1.51, 3.38 log CFU/g 감소하였으나 규제치 이상 검출되었다. 그러나 SAHW로 60분간 UW 처리하였을 때는 4.34 log CFU/g가 감소, 규제치 이하로 나타나 가장 좋은 저감효과를 나타내었다.

대장균의 경우, TW로 60분간 UW 처리하였을 때는 검출이 되었지만, SHS로 60분간 UW 처리하였을 때는 검출한계 이하로 감소하였으며, SAHW로 처리하였을 때는 10분간 처리로도 검출한계 이하로 감소하여 SAHW와 UW의 병용이 조미오징어 반가공품 미생물 저감화에 가장 효과가 좋은 것을 알 수 있었다.

Acknowledgement

본 연구는 해양수산부가 지원하는 강원씨그랜트 사업에 의해 수행되었으며, 이에 감사드립니다.

국문요약

본 연구는 강산성차아염소산수(SAHW)와 초음파(UW)를 병용한 조미오징어 반가공품의 미생물 오염도 저감 기

술을 개발하고자 수행되었다.

SAHW의 유효염소농도는 69.67 ± 0.58 ppm, ORP는 1071.33 ± 4.16 mV, pH는 2.79 ± 0.05이었다.

오징어 반가공품을 중량대비 20배의 SHS에 120분간 침지하였을 때 일반세균은 1.49 log CFU/g, 황색포도상구균은 1.32 log CFU/g 감소하였으며, 대장균은 검출한계 이하로 감소하였다. 오징어 반가공품 중량대비 10배의 SAHW에 120분간 침지한 경우, 일반세균은 2.69 log CFU/g, 황색포도상구균은 1.74 log CFU/g 감소하였으며, 20배의 SAHW에 120분간 침지한 경우, 일반세균은 3.62 log lCFU/g, 황색포도상구균은 3.22 log CFU/g 감소하였으며, 대장균은 검출되지 않아 SAHW가 같은 유효염소농도의 SHS보다 살균력이 높은 것을 알 수 있었다.

SAHW 단독 처리만으로는 만족할 만한 미생물 저감효과를 얻을 수 없었기에 조미오징어 반가공품을 SAEW에 1차 침지 처리한 후, SAHW에 2차 침지 처리한 결과, 오징어 반가공품 중량 대비 20배의 SAEW로 60분 처리한 후, SAHW로 처리하였을 때는 중량대비 10배, 120분 처리, 중량대비 20배, 90분 처리로 일반세균수는 약 4.0 log CFU/g, 황색포도상구균은 규제치(log 2.0 CFU/g 이하) 이하로 감소하였으며 대장균은 검출되지 않았다.

초음파 세정기에 오징어 반가공품과 중량대비 20배의 TW, SHS, SAHW를 각각 넣어 UW 처리한 후 미생물 오염도를 조사한 결과, SAHW로 60분간 처리하였을 때 일반세균은 검출한계(< 1.00 log CFU/g) 이하로 감소하였으며 황색포도상구균은 규제치 이하로 감소하여 가장 좋은 저감효과를 나타내었다. 대장균의 경우, SAHW 10분간 처리로도 검출한계 이하로 감소하여 SAHW와 UW의 병용이 조미오징어 반가공품 미생물 저감화에 가장 효과가 좋은 것을 알 수 있었다.

References

1. Ham, H.J., Kim, S.E., Ryu, S.H., Hwang, Y.O., Choi, S.M.: Bacterial distributions of Escherichia coli and Bacillus cereus etc. isolated from dried seasoned marine products in Garak fishery wholesale market in Seoul, 2009. *J. Fd Hyg. Safety.* **25**, 10-15 (2010).
2. Noh, J.E., Kim, B.K., Kim, H.K., Kwon, J.H.: Effects of γ-irradiation on the quality of seasoned cuttle during storage. *Kor J Food Culture* **19**, 516-523 (2004).
3. Choi, K.D., Park, U.Y., Shin, I.S.: Microbial contamination of Seasoned and Dried squid, Dosidicus gigas, during Processing. *Kor J Fish Aquat Sci,* **45**, 445-453 (2012).
4. NFFC (National Federation of Fisheries Cooperatives). http://trade.suhyup.co.kr (2004).
5. Hotta, K., Suzuki, T.: Electrolyzed water: Formation principle, physicochemical property and function. *Bioscience & Industry* **57**, 22-26 (1999).
6. Suzuki, T., Itakura, J., Watanabe, M., Ohta, M., Sato, Y., Yamaya, Y.: Inactivation of Staphylococcal enterotoxin-A with and electrolyzed anodic solution. *J. Agric. Food Chem.* **50**, 230-234 (2002).
7. Oomori, T., Oka, T., Inuta, T., Arata, Y.: The efficiency of disinfection of acidic electrolyzed water in the presence of organic materials. Anal. Sci. **16**, 365-369 (2000).
8. Venkitanarayanan, K.S., Ezeike, G.O., Hung, Y.C., Doyle, M.P.: Inactivation of *Escherichia coli* O157:H7 and *Listera monocytogenes* on plastic kitchen cutting boards by electrolyzed oxidizing water. *J. Food Prot.* **62**, 857-860 (1999).
9. Kim, C., Hung, Y.C., Brackett, R.E.: Roles of oxidation reduction potential in electrolyzed oxidizing and chemically modified water for inactivation of food-related pathogens. *J. Food Prot.* **63**, 19-24 (2000).
10. Park, C.M., Hung, Y.C., Brackett, R.E.: Antimicrobial effect of electrolyzed water for inactivating *Campylobacter jejuni* during poultry washing. *Int. J. Food Microbiol*. **72**, 77-83 (2002).
11. Park, H., Hung Y.C., Kim C.: Effectiveness of electrolyzed water as a sanitizer for treating different surfaces. *J. Food Prot.* **65**, 1276-1280 (2002).
12. Izumi, H.: Electrolyzed water as a disinfectant for fresh-cut vegetables. *J. Food Sci.* **64**, 536-539 (1999).
13. Koseki, S., Yoshida K., Isobe S., Itoh K.: Decontamination of lettuce using acidic electrolyzed water. *J. Food Prot*. **64**, 652-658 (2001).
14. Koseki, S., Yoshida, K., Isobe, S., Itoh, K.: Efficacy of acidic electrolyzed water for microbial decontamination of cucumbers and strawberries. *J. Food Prot.* **67**, 1247-1251 (2004).
15. Fabrizio, K.A., Cutter, C.N.: Stability of electrolyzed oxidizing water and its efficacy against cell suspensions of *Salmonella Typhimurium* and *Listeria monocytogenes*. *J. Food Prot.* **66**, 1379-1384 (2003).
16. Hotta, K., Kawaguchi, K., Saitoh, F., Ochi, K., Nakayama, T.: Antimicrobial activity of eletrolyzed NaCl solution: effect on the growth of Streptomyces. *Actinomycetologica.* **8**, 51-56 (1994).
17. Suzuki, T.: Bactericidal effect of electrolyzed water. *Bio Industry.* **13**, 15-27 (1996).
18. Suzuki, T.: Challenges and prospects of acidic electrolyzed water use in the food industry. *New Food Industry.* **39**, 61-66 (1997).
19. Suzuki, T., Noro, T., Kawamura, Y., Fukunaga, K., Watanabe, M., Ohta, M., Sugiue, H., Sato, Y., Kohno, M., Hota, K.: Detremination of aflatoxin-forming fungus and elimination of aflatoxin mutagenicity with an electrolyzed fungus and elimination of aflatoxin mutagenicity with an eletrolyzed NaCl anodic solution. *J. Agricul. & Food Chem.* **50**, 633-641 (2002).
20. Korea Food & Drug Administration. 2009. http://www.kfda.go.kr/index.kfda?mid=92&page No=6.
21. Park, B.K., Oh, M.H., Oh, D.H.: Effect of electrolyzed water and organic acid on the growth inhibition of *Listeria monocytogenes* on lettuce. *Korean J. Food Preserv.,* **11**, 530-537

(2004).
22. Zhou, B., Feng, H., Luo, Y.: Ultrasound enhanced sanitizer efficacy in reduction of Escherichia coli O157:H7 population on spinach leaves. *J. Food Sci.*, **74**, 308-313 (2009).
23. Korean Food and Drug Administration. In: *Food Standards Codex*. Korean Food Industry Association. Seoul. Korea. 378-412 (2008).
24. Choi, K.D, Park, U.Y., Shin, I.S.: Bactericidal Activity of Strongly Acidic Electrolyzed Water on Various Vegetables and Kitchen Apparatus. *Kor. J. Fish Aquat Sci.,* **45**, 445-453 (2012).