

전해산화수에 의한 상치의 세척방법별 세균효과와 저장중 품질변화

정승원 · 정진웅 · 박기재
한국식품개발연구원

Microbial Removal Effects of Electrolyzed Acid Water on Lettuce by Washing Methods and Quality Changes during Storage

Seong-Weon Jeong, Jin-Woong Jeong, Kee-Jai Park
Korea Food Research Institute

Abstract

Effects of washing methods using electrolyzed acid water on lettuce (*Lactuca sativa*) and quality changes during storage were investigated. The multi-stage immersion treated 3 times in 2 min showed more effective than others to remove microorganisms. Total count of lettuce after immersion in electrolyzed acid water was decreased to 1/100-1/300 of 5.8×10^5 CFU/g of non-immersed lettuce and 2.3×10^5 CFU/g of tap water immersed lettuce. Also coliforms was significantly decreased to 1/3,000 of 3.1×10^3 CFU/g after electrolyzed acid water washing. However, microbial levels of electrolyzed acid water treated one became to be similar to those of non-treated lettuce after 3 days of storage at 10°C. The color values of L and b of lettuce treated with electrolyzed acid water were somewhat higher than those of others. Though chlorophyll content of lettuce just after immersion in electrolyzed acid water was 9% lower than those of non-treated one, the content was decreased to the same level of other treatments during storage. Decaying ratio showed the lowest value in lettuce immersed in electrolyzed acid water until 6 days of storage. The sensory tests for overall acceptability and appearance of lettuce immersed in electrolyzed acid water showed higher than those of others until 3-6 days of storage.

Key words : electrolyzed acid water, lettuce, washing method, removal of microorganism, quality change

서 론

연중 생산 공급되고 있는 상치와 같은 엽채류는 조직이 연약하기 때문에 유통중 선도저하 속도가 비교적 빨라 예냉과 같은 전처리가 필요할 뿐만 아니라 대부분 생식을 하므로 재배에서 수확 시까지 미생물을 비롯한 각종 오염원에 의한 표면 오염의 효율적 제거를 위한 새로운 기술개발이 필요한 실정이다⁽¹⁻⁴⁾. 이를 위해 최근에는 전기분해, 자기장 및 근적외선 처리 등에 의한 각종 기능수를 이용한 세척 및 살균처리 기술에 대한 관심이 고조되고 있으며, 그 중에서도 식품 가공 및 식물재배 등에 있어 전해산화수의 광범위한 적용이 시도되고 있다⁽⁵⁻⁹⁾. 일반적으로 물에 소량의 NaCl을 첨가하여 전기분해하므로써 얻어지는 전해산화수는

살균력이 강하며 항균스펙트럼이 광범위하고 생체에 대한 위해성이 거의 없는 것으로 알려져 있는 기능수의 일종으로서, 높은 산화환원전위차와 용존염소 및 활성산소 등이 주된 살균 원인으로 보고되고 있다⁽⁶⁻⁷⁾.

이미 정 등⁽⁵⁾이 상치를 비롯한 엽채류에 대한 전해산화수의 살균력을 검토한 바는 있으나 이러한 강력한 살균력을 부여해주는 전해산화수의 물성은 낮은 pH 등의 물리화학적 특성으로 인해 적절한 세정방법을 고려하지 않은 경우 오히려 생채소류 등에는 품질 열화와 같은 부정적인 결과를 초래할 가능성이 있다. 일반적으로 과채류의 세척방식은 침지식, 유수식 및 분사식으로 나누며, 단순 침지식의 효율성을 높이기 위하여 와류 및 공기분사 등의 물리력을 부가시키거나 상부에서 세정수를 살수하는 방식을 혼합하여 사용하고 있다. 그러나 조직이 연약한 상치와 같은 엽채류에 과도한 물리력을 가하는 세정방식은 오히려 품질손실을 초래할 가능성이 높다. 따라서 위생적이며 품질손

Corresponding author: Seong-Weon Jeong, Korea Food Research Institute, San 46-1, Baekhyun-dong, Bundang-ku, Sungnam-si, Kyungki-do 463-420, Korea

실을 최대한 억제시킬수 있도록 본 실험에서는 전해산화수의 상업적 활용을 위한 방안으로 5°C로 냉각한 전해산화수를 사용하여 세척방법에 따른 살균효과와 더불어 적정세척조건에 의한 상치의 저장중 품질변화를 조사하였다.

재료 및 방법

재료

실험에 사용한 상치(*Lactuca sativa*)는 서울 가락동 농수산물시장에서 구입하여 실험에 사용하였다. 전해산화수는 상업적으로 생산되고 있는 전해산화수 생성기(GRA 1200, 경우테크)로 제조한 1,150~1,200 mV의 산화환원전위와 pH 2.4~2.6인 것을 사용하였다.

전처리

세척방식에 따른 전처리는 냉각조(100×90×70 cm)에서 4°C±1.0°C로 처리한 전해산화수를 사용하여 침지식은 침지조에서 시료중량비에 따라 침지수량과 시간을 달리하면서, 유수식은 시료중량비에 따른 전해산화수를 아크릴 유수조(φ15×L100 cm)를 통해 흐르도록 하면서, 그리고 살수식은 φ0.7 mm의 노즐 24개를 통해 15 L/min의 속도로 살수시키면서, 다단침지식은 시료중량비에 따라 처리시간 및 처리횟수를 각각 변화시키면서 처리하였다. 이때 처리한 상치 시료량은 약 1 kg이었다. 상치를 저온처리 전해산화수로 세정처리하여 저장후 품질변화를 알아보기 위하여 2분간 3회씩의 다단 침지방식으로 처리한후 PE film으로 100±5 g 단위로 포장한후 10°C에 저장하면서 저장중의 품질변화를 검토하였다.

물성 측정⁽¹⁰⁾

전해산화수의 pH는 pH meter(Suntex, 2000A, USA)로 측정하였으며, 산화환원전위(oxidation-reduction potential; ORP)는 ORP meter(RM-12P, TOA Electronics, Japan)로 측정하였다. 차아염소산(HClO) 함량은 전해산화수 50 mL에 요오드칼륨 2g, 초산 10 mL와 전분 지시약을 0.5 mL 가하여 흑갈색이 되도록 한후 치오황산나트륨 용액 10 mL로 흑갈색의 용액이 투명해질 때까지 적정하였다.

이화학적 성분분석

중량감소는 초기중량에 대한 감소중량을 백분율로, 부패율은 초기시료의 개수에 대한 부패시료(변색 및

비가식화된 것이 30%이상인 것)의 개수를 백분율로 표시하였다. 표면색깔은 색차계(Chroma meter, CR-200, Minolta Co., Japan)를 사용하여 포장단위당 3장의 상치를 선정, 최외각 부위에서 3 cm 떨어진 지점을 각각 3회 반복 측정하여 L, a, b 값으로 나타내었다. 그리고 총비타민C 함량은 Hydrazine 비색법⁽¹¹⁾에 의해, 총클로로필 함량은 AOAC법⁽¹²⁾에 따라 분석하였다.

텍스처 측정

텍스처 측정은 시료의 일부위를 선택하여 Texture analyzer(Stable micro systems, TA-XT2, England)를 이용하여 rupture test로 측정하였다. Rupture test에 사용된 probe는 φ5 mm의 stainless steel rod형이며, 선박 이동속도 0.5 mm/sec, 이동거리 4 mm로 고정하였고 측정시 시료가 움직이지 않도록 시료 지지대를 사용하였다. 측정결과는 probe가 접촉한 시료의 단위면적에 가해진 힘인 rupture strength(g/cm²)로 표시하였으며 한 포장구에서 3개의 시료를 무작위로 추출, 각 시료에 대해 3회 반복 측정한 후 평균치로 나타내었다⁽¹³⁾.

미생물 측정⁽⁵⁾

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 배양하였다. 총균수는 PCA(Plate Count Agar, Difco Lab.)을, 대장균군은 Chromocult agar(Merck Co.)를 사용하여 측정하였다.

폐기물 및 중량감소를 측정⁽¹³⁾

저장중 시료의 폐기율은 관능검사시 저장시료 전체에 대해 조위, 변색 등을 고려하여 상품적 가치가 없다고 판단되는 개체비를 백분율로 표시하였으며, 중량감소율은 저장 초기 시료의 무게 백분율로 표시하였다.

관능검사

각 저장시료에 대한 관능검사는 8명으로 구성된 훈련된 패널요원이 Kadder 등의 방법에 따라 종합적으로 관찰하여 5점척도로 평가하였으며, 종합적 기호도 3점까지를 저장수명의 한계로 설정하였다. 즉, 변색, 시늉, 조직감, 부패 등을 종합적으로 관찰하여 5점척도(5 = 우수, 4 = 양호, 3 = 보통, 2 = 불량, 1 = 열악)로 평가하였다^(13,14).

결과 및 고찰

세척방식에 따른 상치의 미생물 살균효과

전해산화수의 살균력을 알아보기 위해 주로 생식용으로 이용되고 수확시기가 연중이며 특히 고온기의 수확시 냉각효과가 클 뿐아니라 수적으로 인한 시들음 현상을 방지할 수 있어 품질유지가 가능하고, 수확시 흙, 먼지 등의 이물 및 잔류농약 등의 제거의 필요성, 그리고 유통량이 많기 때문에^(1,4) 품질유지의 개선책으로 상치를 선정하여 침지수량과 시간을 각기 달린 침지식에서 상치의 총균수, 대장균군수, 산화환원전위, pH 및 HClO 함량을 측정된 결과(Table 1), 대체적으로 침지수량과 침지시간이 증가할수록 상치의 미생물수는 점차 감소하였으나 침지수량이 10배, 25배 및 50배의 경우에도 침지시간 10분까지는 침지수량 및 침지시간에 따른 효과는 그다지 크게 나타나지 않았다. 단지 침지수량 50배, 침지시간 30분에서 총균수는 초기균수의 1/86 수준, 대장균수는 1/540 수준으로 가장 감소폭이 크게 나타났다. 그리고 상치를 처리한 후의 전해산화수의 물성을 살펴본 결과, 산화환원전위 및 HClO 함량은 침지수량에 관계없이 침지시간 10분경과

후에 약간 감소하였으며, pH는 침지시간이 경과함에 따라 점차 증가하는 경향을 나타내었다. 유수방식에 의한 상치의 표면살균 효과를 검토하기 위하여 각각 시료 중량비의 10배, 50배 및 100배의 전해산화수를 아크릴 유수조를 통해 흐르도록 하면서 처리한 잎상치의 총균수, 대장균군수를 측정된 결과(Table 2), 처리 유량이 시료 중량의 100배 일 때 총균수와 대장균수의 감소폭은 각각 초기균수의 약 1/200수준 및 약 1/650수준으로 가장 효과가 있었다. 그리고 상치를 처리한 후의 전해산화수의 물성을 보면 산화환원전위 및 pH는 처리수량에 관계없이 거의 일정한 수준이나 HClO 함량은 처리수량이 적을수록 감소하는 경향을 나타내었다.

세정시간의 단축과 동시에 시료와의 접촉에 있어 물리력 증대를 위해 노즐을 통한 15 L/min의 속도로 살수방식에 의한 세정효과를 검토한 결과, Table 3에서 보는 바와같이 살수시간의 증가에 따른 총균수 및 대장균군의 감소 경향은 180초 살수후에도 초기 균수의 1/5, 1/7 정도의 수준으로 침지식에 비해 뚜렷한 효과가 관찰되지는 않았다. 이는 살수처리시 시료의 한쪽 면만이 전해산화수에 직접 접촉되어 양면에 균일한 살

Table 1. Microbial removal effect of electrolyzed acid water on lettuce by immersion type washing.

Immersion condition		Total count (CFU/g)	Coliform count(CFU/g)	¹⁾ EAW after washing		
Volume	Time(min)			ORP ²⁾ (mV)	pH	HClO(ppm)
	Initial	7.8×10^5	2.0×10^5	-	-	-
× 10	5	1.6×10^5	1.8×10^3	$1,138 \pm 3.1$	2.69 ± 0.01	15.96 ± 0.12
	10	6.1×10^4	3.0×10^3	$1,136 \pm 2.4$	2.76 ± 0.00	15.96 ± 0.02
	30	3.1×10^4	1.2×10^3	$1,127 \pm 1.2$	2.91 ± 0.00	11.70 ± 0.11
× 25	5	8.2×10^4	1.6×10^3	$1,139 \pm 0.8$	2.93 ± 0.01	15.96 ± 0.09
	10	1.8×10^4	2.8×10^3	$1,138 \pm 2.5$	3.09 ± 0.01	15.96 ± 0.13
	30	1.7×10^4	1.2×10^3	$1,132 \pm 2.1$	3.12 ± 0.01	13.12 ± 0.01
× 50	5	3.1×10^4	1.0×10^3	$1,142 \pm 1.4$	2.65 ± 0.00	15.96 ± 0.24
	10	1.1×10^4	1.5×10^3	$1,142 \pm 1.5$	2.70 ± 0.01	15.96 ± 0.14
	30	9.0×10^3	3.7×10^2	$1,138 \pm 0.8$	2.69 ± 0.00	13.40 ± 0.00

*All values are expressed as mean of triplicated measurements.

¹⁾Electolyzed acid water

²⁾Oxidation-reduction potential.

Table 2. Microbial removal effect of electrolyzed acid water on lettuce by flow type washing.

Volume of flowing water	Total count (CFU/g)	Coliform count (CFU/g)	EAW ¹⁾ after washing		
			ORP ²⁾ (mV)	pH	HClO(ppm)
Initial	2.8×10^7	7.1×10^6	-	-	-
× 10	1.3×10^6	4.0×10^5	$1,137 \pm 2.5$	2.85 ± 0.01	10.64 ± 0.12
× 50	5.5×10^5	2.9×10^4	$1,141 \pm 1.4$	2.82 ± 0.01	12.41 ± 0.02
× 100	1.3×10^5	1.1×10^4	$1,142 \pm 1.5$	2.78 ± 0.00	15.96 ± 0.04

*All values are expressed as mean of triplicated measurements.

¹⁾Electolyzed acid water

²⁾Oxidation-reduction potential.

Table 3. Microbial removal effect of electrolyzed acid water on lettuce by spray type washing.

Spray time (sec)	Total count (CFU/g)	Coliform count (CFU/g)	EAW ¹⁾ after washing		
			ORP ²⁾ (mV)	pH	HClO(ppm)
Initial	1.7×10^6	6.9×10^5	$1,155 \pm 1.0$	2.76 ± 0.01	18.44 ± 1.10
10	9.4×10^5	3.0×10^5	$1,118 \pm 0.5$	3.19 ± 0.01	10.03 ± 1.42
30	8.5×10^5	2.6×10^5	$1,119 \pm 1.2$	3.20 ± 0.00	10.17 ± 0.06
60	6.7×10^5	1.7×10^5	$1,115 \pm 1.0$	3.18 ± 0.02	10.10 ± 0.58
120	5.1×10^5	1.1×10^5	$1,118 \pm 1.5$	3.20 ± 0.01	10.80 ± 1.02
180	3.3×10^5	9.5×10^4	$1,117 \pm 1.2$	3.19 ± 0.02	10.80 ± 0.86

*All values are expressed as mean of triplicated measurements.

¹⁾Electolyzed acid water

²⁾Oxidation-reduction potential.

Table 4. Microbial removal effect of electrolyzed acid water on lettuce by multi-stage immersion type washing.

Immersion condition			Total count (CFU/g)	Coliform count (CFU/g)	EAW ¹⁾ after washing		
Volume	Time (min)	Frequency (times)			ORP ²⁾ (mV)	pH	HClO (ppm)
	Initial		5.5×10^6	5.0×10^5	-	-	-
× 25	1	1	6.0×10^5	3.1×10^5	$1,127 \pm 1.4$	3.31 ± 0.01	7.80 ± 1.02
		2	2.3×10^5	4.4×10^4	$1,128 \pm 1.0$	3.11 ± 0.00	8.16 ± 0.18
		3	6.8×10^4	1.5×10^4	$1,126 \pm 0.5$	3.04 ± 0.00	6.74 ± 0.12
	2	1	3.5×10^5	5.8×10^4	$1,119 \pm 1.1$	2.90 ± 0.02	12.06 ± 1.20
		2	7.3×10^4	5.5×10^3	$1,121 \pm 1.6$	2.94 ± 0.01	12.06 ± 0.08
		3	3.8×10^4	1.7×10^3	$1,120 \pm 0.5$	2.92 ± 0.01	12.05 ± 0.12
	3	1	3.9×10^5	7.6×10^4	$1,126 \pm 2.2$	2.87 ± 0.00	11.70 ± 1.02
		2	1.6×10^4	3.6×10^3	$1,127 \pm 0.4$	2.85 ± 0.00	12.06 ± 0.35
		3	3.4×10^4	2.8×10^3	$1,128 \pm 1.7$	2.86 ± 0.02	12.06 ± 1.02
	Initial		5.1×10^7	4.3×10^7	-	-	-
× 50	1	1	6.0×10^6	2.4×10^5	$1,115 \pm 1.6$	3.14 ± 0.01	7.80 ± 1.20
		2	5.2×10^6	4.5×10^5	$1,117 \pm 1.8$	3.12 ± 0.01	8.16 ± 0.10
		3	1.9×10^5	5.2×10^5	$1,118 \pm 2.0$	3.14 ± 0.00	7.80 ± 1.02
	2	1	6.3×10^6	4.3×10^5	$1,123 \pm 2.5$	2.99 ± 0.00	12.06 ± 1.43
		2	7.3×10^4	3.6×10^4	$1,123 \pm 0.6$	2.99 ± 0.01	12.06 ± 1.03
		3	2.3×10^4	2.1×10^4	$1,120 \pm 1.1$	3.05 ± 0.00	13.47 ± 1.05
	3	1	4.1×10^6	5.3×10^5	$1,127 \pm 2.3$	2.85 ± 0.02	12.06 ± 1.10
		2	8.2×10^4	4.4×10^4	$1,129 \pm 0.9$	2.85 ± 0.01	11.91 ± 0.04
		3	3.6×10^4	1.8×10^4	$1,129 \pm 1.0$	2.83 ± 0.00	12.27 ± 1.03

*All values are expressed as mean of triplicated measurements.

¹⁾Electolyzed acid water

²⁾Oxidation-reduction potential.

수가 어려웠기 때문으로 판단되었다. 또한, 살수후의 전해산화수의 산화환원전위, pH 및 HClO 함량이 살수 처리시간에 관계없이 초기 물성치에 비하여 산화환원전위는 약 40 mV, pH는 0.45 이상, 그리고 차아염소산 함량은 약 50% 수준까지 저하하였는바, 이는 살수시의 급속한 공기와의 접촉에 의해 살균효과가 상당히 감소되는 것으로 추정된다.

한편, 침지시간의 경과에 따른 산화환원전위, HClO 함량의 감소를 최소화하기 위해 시료중량 10배 및 시료중량 25배의 전해산화수를 1분, 2분 및 3분간 처리한 것을 다시 각각 1회, 2회, 3회로 되풀이하는 다단

계 방식으로 침지시키면서 상치의 총균수, 대장균균수, 산화환원전위력, pH 및 HClO 함량을 측정된 결과, Table 4에서 보는 바와같이 10배의 전해산화수에 침지한 상치는 초기 총균수 5.5×10^6 CFU/g, 대장균균수 5.0×10^5 CFU/g에서 2분간 3회 침지처리하였을 때 3.8×10^4 CFU/g, 1.7×10^3 CFU/g으로 각각 초기 균수의 1/140, 1/300 수준으로 감소하는 것으로 나타났으며, 이는 침지시간 3분, 침지횟수 3회의 경우와 비교하여도 거의 차이가 없었다. 또한, 25배 침지의 경우에도 2분간 3회 침지처리한 경우에 있어서 초기치의 1/2,200, 대장균균수는 초기치의 1/2,000 수준으로 감소하여 가

Table 5. Changes in quality characteristics of lettuce during storage at 10°C.

Quality characteristics	Treatments	Storage days			
		0	3	6	9
Total count (CFU/g)	NT ¹⁾	5.80 × 10 ⁵	3.09 × 10 ⁶	5.00 × 10 ⁷	6.65 × 10 ⁷
	TT ²⁾	2.28 × 10 ⁵	5.64 × 10 ⁷	1.42 × 10 ⁸	3.83 × 10 ⁷
	ET ³⁾	2.10 × 10 ³	3.75 × 10 ⁴	7.35 × 10 ⁶	5.80 × 10 ⁷
Coliform count (CFU/g)	NT	9.00 × 10 ⁶	2.90 × 10 ⁶	3.90 × 10 ⁶	2.17 × 10 ⁶
	TT	3.00 × 10 ⁵	6.85 × 10 ⁶	1.05 × 10 ⁷	4.90 × 10 ⁶
	ET	3.10 × 10 ³	2.95 × 10 ⁴	2.75 × 10 ⁶	1.90 × 10 ⁶
Rupture strength (g/cm ²)	NT	64.67 ± 2.87	58.50 ± 2.40	51.17 ± 0.95	50.40 ± 1.37
	TT	56.40 ± 1.15	53.07 ± 2.61	48.13 ± 4.01	44.17 ± 2.75
	ET	49.87 ± 1.19	48.07 ± 1.55	42.97 ± 0.95	44.67 ± 0.50
Weight loss (%)	NT	0.00 ± 0.00	0.50 ± 0.01	1.09 ± 0.58	1.59 ± 0.18
	TT	0.00 ± 0.00	0.50 ± 0.44	1.11 ± 0.46	1.32 ± 0.34
	ET	0.00 ± 0.00	0.55 ± 0.42	1.10 ± 0.28	1.11 ± 0.64
Decaying ratio (%)	NT	0.00 ± 0.00	0.00 ± 0.00	48.15 ± 0.28	60.00 ± 2.40
	TT	0.00 ± 0.00	0.00 ± 0.00	60.71 ± 4.32	86.11 ± 1.17
	ET	0.00 ± 0.00	0.00 ± 0.00	30.00 ± 1.25	87.50 ± 2.97
L	NT	44.48 ± 0.32	45.36 ± 0.52	48.29 ± 0.48	49.78 ± 1.56
	TT	45.15 ± 1.01	46.54 ± 1.11	49.33 ± 1.33	55.79 ± 0.06
	ET	47.95 ± 0.84	50.93 ± 2.46	53.26 ± 0.22	67.42 ± 1.59
Color value a	NT	-19.89 ± 0.45	-19.65 ± 0.70	-21.30 ± 0.52	-24.85 ± 0.18
	TT	-22.15 ± 0.15	-19.59 ± 0.72	-22.75 ± 0.17	-25.71 ± 0.29
	ET	-20.88 ± 0.42	-19.87 ± 0.23	-22.62 ± 0.77	-20.58 ± 1.20
Color value b	NT	27.97 ± 0.66	28.89 ± 0.35	31.70 ± 0.47	38.97 ± 0.98
	TT	31.97 ± 0.83	29.91 ± 2.04	35.65 ± 0.84	45.47 ± 0.19
	ET	33.22 ± 0.77	32.14 ± 3.24	36.76 ± 2.24	78.16 ± 1.85
Chlorophyll content (mg%)	NT	122.33 ± 0.23	120.10 ± 0.93	116.00 ± 0.04	92.57 ± 1.18
	TT	122.33 ± 0.31	115.20 ± 0.61	113.70 ± 0.06	77.37 ± 1.20
	ET	112.38 ± 0.19	82.84 ± 0.14	77.59 ± 0.05	79.17 ± 1.06

*All values are expressed as mean of triplicated measurements.

¹⁾Not Treated.

²⁾Immersed in tap water.

³⁾Immersed in electrolyzed acid water.

장 효과적인 것으로 나타났다. 그리고 처리후의 전해산화수에 있어 후의 산화환원전위, pH 및 HClO 함량도 침지시간 및 침지회수가 증가할수록 증가하는 경향을 나타내었으나 1분간 침지처리한 경우에는 상대적으로 훨씬 낮은 값을 나타내었다. 이와같이 pH와 HClO 함량이 침지처리구별에 따라 일률적인 경향을 나타내지 않은 것은 사용한 시료의 초기 이물, 토양 등의 오염도차에 의한 것으로 생각된다.

저온 전해산화수 처리에 의한 상치의 저장중 품질변화

Table 5에서 보는 바와 같이 총균수는 침지후 초기에는 전해산화수로 침지한 상치가 2.1 × 10³ CFU/g으로 무처리한 상치 5.8 × 10⁵ CFU/g 및 수도수로 침지한 상치 2.3 × 10⁵ CFU/g에 비해 1/100~1/300 수준으로 낮았으나 저장 6일후 부터는 무처리 상치와 유사한 수준을 유지하였으며, 수도수로 침지한 상치는 무처리한

상치와 전해산화수로 침지한 상치에 비해 저장 3일후 부터 균증식 속도가 더욱 높은 것으로 나타났다. 대장균수도 총균수와 유사한 경향을 나타내어 침지후 초기에는 무처리 상치의 9.0 × 10⁶ CFU/g에 비해 3.1 × 10³ CFU/g의 전해산화수로 침지한 상치가 1/3,000 수준이었으나 저장 6일후 부터는 무처리 상치와 유사한 수준을 나타내었다.

상치의 텍스처는 저장기간이 증가함에 따라 질겨지면서 조직감이 저하되는 것은 증산에 의한 잎상치의 수분감소로 인해 세포조직이 붕괴되기 때문인 것으로 알려져 있다^(1,4). 일반적으로 rupture strength는 저장기간의 증가에 따라 증가하게 되는데 초기에 무처리 상치가 64.67 ± 1.15 g/cm²를 나타낸 반면, 수도수 침지 상치가 56.40 ± 1.15 g/cm², 전해산화수로 침지한 상치가 49.87 ± 1.19 g/cm²로 무처리 상치에 비해서는 수도수 침지 상치가, 수도수 침지 상치에 비해서는 전해산화수

Table 6. Changes in sensory quality of lettuce during storage at 10°C.

Organoleptic properties	Treatments	Storage days			
		0	3	6	9
Discoloration	NT ¹⁾	5.00 ^{aA}	5.00 ^{aA}	4.00 ^{aB}	3.00 ^{aC}
	TT ²⁾	5.00 ^{aA}	5.00 ^{aA}	3.00 ^{bB}	2.33 ^{bC}
	ET ³⁾	5.00 ^{aA}	5.00 ^{aA}	4.00 ^{aB}	1.67 ^{cC}
Wilting	NT	5.00 ^{aA}	4.00 ^{bB}	3.67 ^{aB}	3.00 ^{aC}
	TT	5.00 ^{aA}	5.00 ^{aA}	3.00 ^{bB}	2.67 ^{aB}
	ET	5.00 ^{aA}	5.00 ^{aA}	4.00 ^{aB}	2.00 ^{bC}
Texture	NT	5.00 ^{aA}	4.00 ^{bB}	3.67 ^{aB}	2.67 ^{aC}
	TT	5.00 ^{aA}	5.00 ^{aA}	3.67 ^{aB}	2.00 ^{bC}
	ET	5.00 ^{aA}	5.00 ^{aA}	4.00 ^{aB}	1.67 ^{bC}
Decay	NT	5.00 ^{aA}	4.67 ^{aA}	4.00 ^{aB}	3.00 ^{aC}
	TT	5.00 ^{aA}	5.00 ^{aA}	3.00 ^{bB}	2.67 ^{aB}
	ET	5.00 ^{aA}	5.00 ^{aA}	4.00 ^{aB}	1.67 ^{bC}
Overall acceptance	NT	5.00 ^{aA}	4.00 ^{bB}	4.00 ^{aB}	2.67 ^{aC}
	TT	5.00 ^{aA}	5.00 ^{aA}	3.00 ^{bB}	2.33 ^{bC}
	ET	5.00 ^{aA}	5.00 ^{aA}	4.00 ^{aB}	2.67 ^{aC}
Smell of chlorine	NT	0.00 ^{aA}	0.00 ^{aA}	0.00 ^{aA}	0.00 ^{aA}
	TT	0.00 ^{aA}	0.00 ^{aA}	0.00 ^{aA}	0.00 ^{aA}
	ET	0.00 ^{aA}	0.00 ^{aA}	0.00 ^{aA}	0.00 ^{aA}

^{a,b,c}Means with the same superscripts in a row in the treatment are not significantly different ($p < 0.05$).

^{A,B,C,D}Means with the same superscripts in a row in the storage days are not significantly different ($p < 0.05$).

¹⁾Not Treated.

²⁾Immersed in tap water.

³⁾Immersed in electrolyzed acid water.

침지 상처가 다소 낮은 이유는 시료간의 편차를 고려 하더라도 전해산화수에 의한 영향보다는 저온 냉수냉 각 처리에 의해 조직감 개선효과가 발생한 것으로 추정되었다⁽⁴⁾.

중량감소율은 저장 3일후까지는 무처리 상처에 비해서 수도수로 침지한 상처와 전해산화수로 침지한 상처가 다소 높은 것으로 나타났는데 이는 수처리에 의해 잔류한 잔류수의 증발에 의한 것으로 판단되었으며, 저장 6일까지는 유사하였으나 저장 9일후에는 무처리 상처가 전해산화수로 침지한 상처에 비해 높은 중량감소율은 나타내었다. 폐기율은 저장 6일후 전해산화수로 침지한 상처가 $30.00 \pm 1.25\%$ 인 것에 비해 수도수로 침지한 상처가 60.71%, 무처리 상처가 48.15%로 전해산화수로 침지한 상처가 가장 낮은 폐기율은 나타내었으나 저장 9일후에는 수도수로 침지한 상처와 전해산화수로 침지한 상처의 폐기율이 무처리 상처에 비해 높아 저장 후반기에는 오히려 수도수 및 전해산화수로 침지한 상처의 부패속도가 빠른 것으로 나타났다. 그러나 관능검사 결과로 미루어볼 때 저장 6일 이후에는 상품적 가치가 없는 것으로 판단되므로 저장 후반부의 다소 빠른 폐기율은 실질적으로 큰 의미가 없는 것으로 여겨진다.

색도와 클로로필 함량의 변화는 침지후에는 무처리

상처보다는 수도수로 침지한 상처가, 수도수로 침지한 상처보다는 전해산화수로 침지한 상처가 다소 높은 L 값과 b값을 나타내었으며, 저장기간별에 따른 색차값 ΔE 는 3일째까지는 처리조건에 관계없이 약 3 수준으로 초기치와 감지할 수 있는 정도이나 저장 6일째 이후에는 모든 처리구에서 ΔE 값이 5 이상으로 초기치에 비해 차이를 느낄 수 있는 수준이다. 또한, 클로로필 함량도 무처리 상처는 초기 $122.33 \pm 0.23 \text{ mg}\%$ 인 반면, 전해산화수로 침지한 상처는 $112.38 \pm 0.19 \text{ mg}\%$ 를 나타내어 9% 정도의 전환이 일어나는 것으로 판단되었다. 이는 클로로필을 산으로 처리하면 클로로필의 포 오피린 환에 결합되어 있는 마그네슘이 수소이온과 치환되어 그 결과 갈색의 페오파이틴이 형성되는데 이 과정은 비가역적으로 급격하게 일어나기 때문이다. 그러나 저장 3일째이후 부터의 클로로필 함량 변화는 무처리 상처나 수도수로 침지한 상처와 유사한 감소 경향을 나타내어 저장기간중의 전환은 없는 것으로 생각되었다.

한편, 저장기간중 관능적인 특성은 Table 6에서 보는 바와같이, 변색은 저장 6일까지는 무처리 상처와 전해산화수로 침지한 상처가 동일하였으나 저장 9일후에는 전해산화수로 침지한 상처가 무처리 상처에 비해 변색의 정도가 심한 것으로 나타났다. 조위, 조직

감, 부패도 저장 6일까지는 전해산화수로 침지한 상치가 무처리한 상치나 수도수로 침지한 상치에 비해 좋은 것으로 나타났다. 결과적으로 종합적 기호도는 저장 3일 후에는 무처리 잎상치에 비해 전해산화수로 침지한 상치가 보다 높은 기호도를 나타내어 외관적 품질은 적어도 저장 6일까지는 전해산화수로 침지한 잎상치가 무처리 잎상치보다 나은 것으로 나타났다. 전해산화수로 침지한 후에도 관능검사에 참여한 모든 패널이 염소취를 느낄 수 없다고 답하여 전해산화수 침지에 따른 염소취 잔류 우려는 없는 것으로 판단되었다.

요 약

5°C로 냉각한 전해산화수를 사용, 상치를 대상으로 하여 침지, 분사, 유수 및 다단침지법에 따른 세척방법별 살균효과 및 저장중 품질변화를 조사한 결과, 세척방법에 따른 미생물 살균효과는 전해산화수로 2분간 3회 처리한 다단 침지방식이 가장 우수하였으며, 2분간 3회 처리한 다단 침지방식으로 처리한 후 포장하여 10°C 저장시의 품질변화에 있어서는, 초기 총균수는 전해산화수 처리구가 무처리구 및 수도수 처리구에 비해 각각 1/300 및 1/100정도 낮았고, 대장균군수도 침지 초기에는 전해산화수 처리구가 3.1×10^3 CFU/g으로 무처리구의 1/3,000 수준으로 매우 낮게 나타났으나 저장 3일 후부터는 무처리구와 유사한 수준이었다. 저장중의 색도변화는 전해산화수 처리구가 무처리 및 수돗물 처리구에 비해 L 및 b값이 다소 높게 나타났으며, 클로로필 함량은 초기에 무처리구보다 9% 적은 값을 나타내었으나 저장기간이 경과하면서 무처리구와 거의 같은 수준으로 감소하였다. 폐기율은 저장 6일까지 전해산화수로 침지한 상치가 가장 낮게 나타났으며, 종합적 기호도는 저장 3일까지, 외관적 품질은 저장 6일까지 전해산화수 처리구가 무처리구보다 좋은 것으로 나타났다.

문 헌

1. Kim, D.C., Kim, B.S., Jeong, M.C., Nahngung, B.

- and Kim, O.W. Development of surface sterilization technology for fruit and vegetables. Korea Food Research Institute, Songnam, Korea. G1158-0755: 87-104(1996)
2. Goodenough, P.W. and Atkin, P.K. Quality in stored and processed vegetables and fruit. Academic press, London. pp.287-297(1981)
3. Yang, Y.J., Park, K.W. and Jeong, J.C. The influence of pre- and post-harvest factors on the shelf-life and quality of leaf lettuce. Korean J. Food Sci. Technol. 23: 133-140(1991)
4. Jeong, J.W., Kim, B.S., Kim, O.W., Nahngung, B. and Park, K.J. Changes in quality of lettuce during storage by immersion-type hydrocooling. Korean J. Food Sci. Technol. 27: 537-545(1995)
5. Jung, S.W., Park, K.J., Park, B.I., and Kim, Y.H. Surface sterilization effect of electrolyzed acid water on vegetable. Korean J. Food Sci. Technol. 28: 1045-1051(1996)
6. Komeyasu, M. and Miura, Y. Effects of electrolytic reduction on suitability of soybean for making Tofu. Nippon Shokuhin Kogyo Gakkaishi 28: 41-46(1996)
7. Minoru, K. Application of electrolyzed-oxidizing water on food processing. Shokuhin Kagyo Gisyus 14: 332-338(1994)
8. Park, K.J., Jung, S.W., Park, B.I., Kim, Y.H. and Jeong, J.W. Initial control of microorganism in kimchi by the modified preparation method of seasoning mixture and the pretreatment of electrolyzed acid water. Korean J. Food Sci. Technol. 28: 1104-1110(1996)
9. Sakai, S. Application and development of electrolyzed-oxidizing water. Food Industry 4: 35-41(1995)
10. Jeong, J.W., Park, K.J. and Jung, S.W. Microbiological cleaning effect of electrolyzed acid water by containing polysorbates. Korean J. Food. Sci. Technol. 31: 1029-1034(1999)
11. Jee, H.K., Cho, W.Y., Park, C.K., Choi, S.K. and Mha, S.C. Food analysis(II). Yourim Press, Seoul, pp. 184-187(1994).
12. A.O.A.C. Official methods of analysis. 15th ed., Association of official Analytical Chemists, Washington D.C., pp. 62-63(1990)
13. Hong, S.I., Kim, Y.J. and Park, N.H. Modified atmosphere packaging of leaf lettuce. Korean J. Food. Sci. Technol. 25: 270-276(1995)
14. Kadder, A.A. Biochemical and physical basis for effects of controlled and modified atmosphere on fruits and vegetables. Food Technol. 40: 99-107(1986).

(1999년 5월 11일 접수)