

전해산성수에 의한 저장기체살균이 포도의 품질특성과 부패균 생육에 미치는 영향

김성환 · 정현식 · 이주백* · 강준수** · 정신교 · 최종욱[†]

경북대학교 식품공학과 및 식품생물산업연구소

*대구보건대학 보건식품계열

**동의공업대학 식품생명과학과

Effect of Atmosphere Sterilization Using Acidic Electrolyzed Water on Storage Quality and Microbial Growth in Grapes

Sung-Hwan Kim, Hun-Sik Chung, Joo-Baek Lee*, Jun-Soo Kang**,
Shin-Kyo Chung and Jong-Uck Choi[†]

Dept. of Food Science & Technology, and Food & Bio-industry Research Institute,
Kyungpook National University, Daegu 702-701, Korea

*Dept. of Health Food, Daegu Health College, Daegu 702-722, Korea

**Dept. of Food and Biotechnology, Donggeui Institute of Technology, Busan 614-715, Korea

Abstract

This study was conducted to investigate the effect of storage atmosphere sterilization using acidic electrolyzed water for table grapes (*Vitis labrusca* L.). 'Campbell Early' and 'Sheridan' grapes were stored at 0°C for 12 weeks under the atmosphere that was passed through an acidic electrolyzed water for sterilization. Storage atmosphere sterilization using acidic electrolyzed water did not influence on the changes in soluble solids, titratable acidity, soluble tannins, anthocyanins, ethanol, acetaldehyde and organoleptic quality attributes including color, aroma, texture, juiciness and sweetness of both varieties during storage. Growth of bacteria and fungus in grapes during storage, however, was inhibited by storage atmosphere sterilization. These results suggest that the storage atmosphere sterilization using acidic electrolyzed water can be utilized for improving the storage life of table grapes.

Key words: electrolyzed water, atmosphere sterilization, grapes, storage quality

서 론

전해수(electrolyzed water)란 일반수에 소량의 전해질을 가하고 전기분해시킨 물을 말하며, 양극 쪽에서 생성되는 것을 산성 전해수라 하고 음극 쪽에서 생성되는 것을 알칼리성 전해수라 한다. 산성 전해수는 pH가 낮고 산화환원 전위차와 잔류염소 농도가 높은 특성을 가지고 있어 의료, 농업 및 식품산업 분야에서 사용과 관심이 증대되고 있다(1). 식품산업에서 산성 전해수의 응용을 위한 연구는 식품표면과 식품제조 장치 및 기구의 살균과 세정 효과에 관한 것이 주류를 이루고 있으며 비열처리 살균소독법으로서 유효한 결과와 화학약품을 대체할 수 있는 방법인 것으로 밝혀지고 있다(2-7). 이때 산성 전해수의 살균효과는 전해수의 성질(8,9), 대상 식품 및 오염 미생물의 종류(10,11), 전해수의 처리방법(12-14) 등에 의존적인 것으로 알려져 있다. 전해수의 처리는 직접적

인 방법인 침지, 유수 및 살수법 등이 사용되며 처리효력을 개선시키하고자 외력을 가하거나 계면활성제 첨가의 효과를 검토하기도 하였다. 그러나 식품에 직접적인 처리는 산성 전해수가 잔존 유기물과 반응하여 효력이 쉽게 저하되므로 다량과 빈번한 교체가 요구되고 이에 따르는 폐기물 처리에 어려움이 있으며(15), 또한 일부 식품에서는 산성 전해수가 조직을 파괴하여 영양성분을 유출시키거나 색소를 분해하고 단백질을 변성시키는 문제점도 제기되고 있다(16,17). 따라서 이러한 산성 전해수 처리의 문제점을 해소할 수 있는 유용한 방법의 개발에 대한 연구가 필요한 것으로 생각된다.

포도는 성숙 중 호흡패턴에 따라 과실을 분류할 때 non-climateric type에 속하며, 저장 중 과도한 수분손실에 따른 송이줄기의 건조와 갈변 및 과립의 탈리와 위조가 발생하고 특히, 곰팡이 번식에 의한 부패의 발생이 심하여 장기 저장에 어려움이 있다. 이러한 포도의 저장기간을 단축시키는 주된

[†]Corresponding author. E-mail: juchoi@knu.ac.kr
Phone: 82-53-950-5776. Fax: 82-53-950-6772

요인들을 관리하기 위하여 저온저장과 이와 병행하는 유향 환증, plastic film 포장 등이 사용되고 있다(18). 유향환증이 부패 억제를 포함한 품질관리에 비교적 효과적인 것으로 인정되고 있지만 오용에 따른 부작용과 인체에 대한 안전성에 문제가 있어 대체 방법의 개발이 필요한 실정이다. 이를 위해 항균성필름 포장(19), 가식성물질 코팅(20), 감마선 조사(21), 생물농약 처리(22), 오존 처리(23), 에탄올 처리(24) 및 고농도 이산화탄소 처리(25) 등에 관한 연구들이 수행되었다. 그러나 앞서 언급한 산성 전해수의 효과를 검토한 예는 찾아보기 힘들며 특히, 전해수를 과실에 직접처리 할 경우 나타날 수 있는 문제점들을 예방하기 위하여 저장고 내부의 기체살균을 통한 간접적인 효과에 대한 연구는 포도는 물론 다른 과실과 채소류에서도 거의 보고된 바 없다.

따라서 본 연구에서는 산성 전해수를 이용한 저장기체 살균과 포도의 저장성을 향상시킬 수 있는 기술을 개발하기 위하여, 산성 전해수의 저장기체 살균효과와 이러한 살균처리가 저장 중 포도의 품질특성과 미생물 생육에 미치는 영향을 조사하였다.

재료 및 방법

재료

포도(*Vitis labrusca* L.)는 경북 영천군 소재 과수원에서 Campbell Early 품종은 8월 하순에, Sheridan 품종은 10월 중순에 각각 수확하여 중량과 과립수가 균일한 과실만 선별하고 0°C에서 24시간 보관한 후 사용하였다. 산성 전해수는 수도수에 NaCl를 소량 가하고 전해수 제조기(Acera-2000, Boinglobal, Korea)를 이용하여 제조하였으며, pH와 산화환원 전위차는 각각 2.5와 1,150 mV이었다.

저장기체 살균

저장기체 살균은 Fig. 1에 나타낸 바와 같이 저장 chamber 내부의 기체를 air pump(30 L/min)를 사용하여 산성 전해수

plastic tank(440 mm×430 mm×1,500 mmH) 속으로 강제적으로 통과시킨 다음 chamber 내부로 순환되게 하는 방식을 사용하였다. 저장기체의 순환에 구동력을 주는 air pump와, 전해수 tank는 저장 chamber 외부에 설치하였으며 chamber와는 plastic pipe로 연결하였다. 이러한 살균방식의 효과를 검증하기 위하여, 저장 chamber 내에 일반 세균용 배지(plate count agar, Oxoid, England)와 곰팡이용 배지(potato dextrose agar, Oxoid, England)가 각각 담긴 petridish를 넣고 살균장치를 작동시킨 다음 경시적으로 petridish를 취해 배양하고 형성된 colony를 계수하였다. 그 결과는 Fig. 2에 나타낸 바와 같이 일반 세균과 곰팡이의 colony수 모두 1시간 내에 급격히 감소됨을 보여 공기 부유균에 대한 살균효과가 인정되었다. 이를 바탕으로 하여 실제 저장 중 살균장치의 작동은 매일 3시간 동안 실시하였으며, 산성 전해수는 유효능(5)을 고려하여 7일마다 새로 제조한 것으로 교체하였다.

저장 장치 및 조건

저장 장치는 Fig. 1에 나타낸 바와 같이 저장 chamber, circulation fan, CO₂ scrubber 및 전해수 살균장치 등으로 구성하였다. 저장 chamber는 0.1 mm 두께의 polyethylene film을 사용하여 tent type(840 mm×1,095 mm×820 mmH)으로 제작하였으며, 내부에 circulation fan을 설치하였다. CO₂ scrubber는 soda-lime tank를 저장 chamber 외부에 설치하고 air pump로 chamber 내부의 기체를 순환되게 하는 방식을 사용하였으며 매일 1시간씩 작동시켰다. 저장 온도는 0±0.5°C로 조절하였고, 상대습도는 95±3%, 이산화탄소 농도는 1.5% 이하, 그리고 산소농도는 19~21% 정도로 각각 유지되었다.

품질특성 조사

포도의 가용성 고형물 함량은 과육부를 마쇄, 착즙, 여과한 후 여과액을 취해 hand refractometer(N1, Atago, Japan)로 측정하였다. 적정산도는 가용성 고형물 측정용 시료액 20 mL 취해 증류수로 5배 희석한 다음 이 액 20 mL를 취해 0.1 N

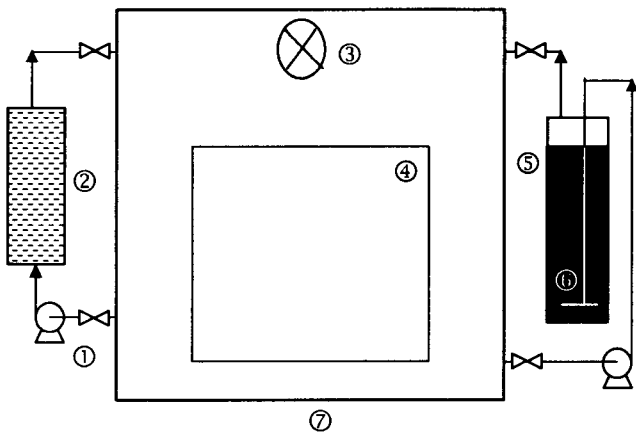


Fig. 1. Schematic diagram of storage equipment. ① air pump, ② soda lime tank, ③ fan, ④ sample, ⑤ acidic electrolyzed water tank, ⑥ air nozzle, ⑦ storage chamber.

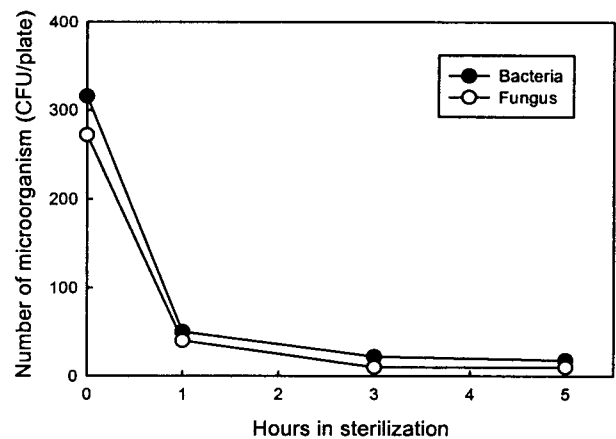


Fig. 2. Sterilization efficiency of acidic electrolyzed water against airborne microorganisms in storage chamber.

NaOH도 pH 8.2까지 적정하여 소비된 양을 tartaric acid로 환산하여 나타내었다. 수용성 탄닌 함량은 과육 10 g을 마쇄한 다음 여과하고 Folin-Denis법(26)으로 분석하였다. 안토시아닌 함량은 과피 2 g에 추출용매(ethanol 85 : distilled water 13 : HCl 2) 40 mL를 가하고 마쇄한 후 암소에서 1시간 동안 추출한 다음 535 nm에서 흡광도를 측정하여 함량을 계산하였다(27). 에탄올과 아세트 알데하이드 함량은 과육 10 g에 증류수 30 mL를 가하고 상압 증류한 다음 증류액 5 μ L 취해 GC(DS 6200, Donam, Korea)를 사용하여 분석하였다. 분석조건으로 column은 10% Carbowax 20M(Supelco, USA), detector는 FID 그리고 carrier gas는 질소(30 mL/min)를 사용하였고, column 온도는 105°C, injector와 detector 온도는 각각 220°C와 280°C로 하였다. 관능검사는 10명의 요원을 선발하여 포도의 color, aroma, texture, juiciness, sweetness, acidity 및 overall acceptability에 대하여 9점 채점법(1=extremely weak or dislike, 9=extremely strong or like)으로 실시하였다. 관능검사 결과의 통계처리는 SAS (statistical analysis system) package를 이용하여 분산분석과 Duncan's multiple range test($p < 0.05$)를 실시하였다.

미생물 조사

포도의 일반 세균수와 곰팡이수는 과육을 마쇄하고 0.1% pepton수로 희석한 다음 희석액 0.1 mL를 plate count agar (Oxoid England) 배지와 potato dextrose agar(Oxoid, England) 비지에 각각 도말하고 37°C에서 24시간 배양시킨 후 colony를 계수하여 colony forming unit(CFU/g)로 나타내었다.

결과 및 고찰

품질 특성에 미치는 영향

저장 중 산성 전해수를 이용한 저장환경기체의 살균처리 유무에 따른 Campbell Early와 Sheridan 포도의 가용성 고형물, 적정산도, 가용성 탄닌, 안토시아닌, 에탄올 및 아세트알데하이드 함량의 변화를 조사하여 Table 1에 나타내었다.

가용성 고형물 함량은 일반적으로 당도를 나타내며 식미를 평가하는 객관적인 지표로 사용되는데, 저장초기에 Sheridan 품종이 Campbell Early 품종보다 4°Brix 정도 높았다. 저장 중의 변화양상은 두 품종간에 뚜렷한 차이가 없이 극미하게 증가하는 경향을 보였고, 저장기체 살균처리구와 무처리구간에도 변화양상의 차이를 거의 보이지 않았다. 이로써 저장 중 포도의 가용성 고형물의 변화양상은 품종에 관계없이 유사하며, 산성 전해수에 의한 저장기체의 살균처리는 가용성 고형물의 변화에 영향을 미치지 않는 것으로 여겨진다.

적정 산도는 당도와 더불어 식미를 평가하는 지표로 사용되는데, 저장초기에 Sheridan 품종이 Campbell Early 품종보다 0.2% 정도 높았다. 저장 중에는 두 품종 모두에서 약간씩 감소하는 경향을 보였으나 품종 및 저장기체의 살균 유무에 따른 차이는 거의 나타나지 않았다. 이러한 결과로 볼 때 산

성 전해수를 이용한 저장기체의 살균은 포도의 감산 속도에 영향을 미치지 않는다고 판단된다. 한편, Campbell Early 품종을 항균성 필름으로 포장하였을 경우 과실의 산 함량 감소에 영향을 미치지 않았다는 보고(19)와 Sheridan 품종을 항균물질을 첨가한 가식성 코팅제로 코팅하였을 경우 산 함량의 감소를 억제하였다는 보고(20)가 있다.

가용성 탄닌은 다양한 생리활성 기능을 가지는 것으로 알려져 있는데, 그 함량은 저장초기에 Campbell Early 품종보다 Sheridan 품종에서 약간 높았다. 저장 중에는 두 품종 모두에서 가용성 탄닌 함량이 저장기체의 살균 유무에 따른 차이를 보이지 않고 약간씩 감소하는 경향이었으나 Sheridan 품종에서 다소 많은 감소를 보였다. 이로써 산성 전해수를 이용한 저장기체의 살균처리는 포도의 가용성 탄닌의 감소에 영향을 미치지 않는 것으로 판단되고, 저장 중 Campbell Early 품종의 가용성 탄닌이 보다 안정성이 높은 것으로 생각된다.

과피의 주색소인 안토시아닌의 함량은 저장초기에 Sheridan 품종이 Campbell Early 품종보다 약간 높았다. 저장 중에는 두 품종 모두에서 극미하게 증가하는 경향을 보였으나 저장기체의 살균처리 유무에 따른 증가속도의 뚜렷한 차이는 보이지 않았다. 이를 볼 때 산성 전해수에 의한 저장기체의 살균처리는 포도 과피의 색소성분 변화에 관여하지 않는 것으로 판단된다. 한편, 산성 전해수의 직접 침지처리는 채소류의 색소성분을 감소시켰다고 보고된 바 있다(16).

에탄올과 아세트 알데하이드는 장해와 이취 발생의 주성분으로 알려져 있는데, 저장초기에 두 성분의 함량 모두 Sheridan 품종보다 Campbell Early 품종에서 높았다. 이는 포도가 신선한 상태이기 때문에 혐기적 호흡에 의한 결과로는 볼 수 없고 품종간 특이성에 기인된 것으로 생각된다. 저장 중에는 두 품종 모두에서 에탄올과 아세트 알데하이드 함량이 증가하는 경향을 보였는데, Campbell Early에서는 저장기체의 살균처리 유무에 따른 뚜렷한 차이가 없이 약간씩 증가하는 경향이었으나 Sheridan에서는 무살균처리구가 다소 높게 증가하는 경향을 나타내었다. 이로써 산성 전해수에 의한 저장기체의 살균처리는 이취를 생성하는 비정상적 대사를 촉진시키지 않는 것으로 판단된다.

저장 12주 후 산성 전해수를 이용한 저장환경기체의 살균처리 유무에 따른 Campbell Early와 Sheridan 포도의 관능적 품질특성인 color, aroma, texture, juiciness, sweetness, acidity 및 overall acceptability를 조사하여 Table 2에 나타내었다.

포도의 관능적 특성이 Campbell Early보다 Sheridan 품종에서 전반적으로 높게 평가되었다. 두 품종 모두에서 저장기체의 살균처리 유무에 따른 color, aroma, texture, juiciness 및 sweetness의 유의적인 차이를 보이지 않았다. Color에서 유의적인 차이를 보이지 않은 것은 앞서 언급한 안토시아닌의 결과와 연관성이 있을 것으로 보이고, aroma에서 처리구

Table 1. Effect of atmosphere sterilization using acidic electrolyzed water on objective quality attributes of grapes during storage at 0°C

Attribute	Variety	Atmosphere sterilization	Storage period (weeks)						
			0	2	4	6	8	10	12
Soluble solids (°Brix)	Campbell	+	12.50	12.40	12.70	12.60	12.90	12.70	12.60
		-	12.50	12.40	12.90	13.00	13.20	13.30	13.40
	Sheridan	+	16.5	16.6	16.9	17.0	16.9	17.2	17.2
		-	16.5	17.2	17.4	17.6	17.7	18.0	18.2
Titratable acidity (%)	Campbell	+	0.98	0.98	0.80	0.70	0.73	0.78	0.83
		-	0.98	0.85	0.79	0.68	0.71	0.75	0.76
	Sheridan	+	1.20	1.10	1.11	1.10	1.07	1.00	0.90
		-	1.20	1.17	1.08	1.04	1.01	0.99	0.92
Soluble tannins (mg%)	Campbell	+	23.95	16.40	22.95	21.01	21.32	21.44	21.96
		-	23.95	19.20	21.63	23.72	21.21	23.01	23.61
	Sheridan	+	26.00	20.31	21.14	22.21	17.86	17.16	18.00
		-	26.00	20.53	20.80	22.68	19.65	18.93	18.68
Anthocyanins (mg%)	Campbell	+	1.30	1.64	1.59	1.99	1.90	2.02	1.97
		-	1.30	1.05	1.79	1.88	1.71	1.80	2.16
	Sheridan	+	1.60	1.90	2.03	2.10	2.21	2.34	2.10
		-	1.60	1.70	1.55	1.75	1.88	1.95	2.08
Ethanol (ppm)	Campbell	+	785	967	841	682	904	1088	1062
		-	785	950	879	685	816	1090	946
	Sheridan	+	1	14	45	31	34	61	125
		-	1	17	35	50	78	102	156
Acetaldehyde (ppm)	Campbell	+	1.03	0.24	0.72	0.91	0.88	0.80	1.63
		-	1.03	0.54	0.22	0.25	0.48	0.76	0.75
	Sheridan	+	0.01	0.26	0.30	0.89	1.07	1.11	2.81
		-	0.01	0.57	0.63	0.70	1.01	1.57	3.99

Table 2. Effect of atmosphere sterilization using acidic electrolyzed water on organoleptic quality attributes of grapes stored at 0°C for 12 weeks

Variety	Atmosphere sterilization	Attribute						
		Color	Aroma	Texture	Juiciness	Sweetness	Acidity	Overall acceptability
Campbell	+	6.1 ^{ab1)}	5.2 ^a	6.1 ^a	6.3 ^a	6.3 ^a	5.4 ^a	6.1 ^a
	-	5.9 ^a	5.5 ^a	5.4 ^a	5.6 ^a	5.7 ^a	4.2 ^b	4.5 ^b
Sheridan	+	6.5 ^a	5.7 ^a	6.6 ^a	7.2 ^a	6.8 ^a	6.2 ^a	6.9 ^a
	-	5.7 ^a	6.0 ^a	5.6 ^a	5.9 ^a	6.4 ^a	4.9 ^b	5.6 ^b

¹⁾Means in column followed by the same letter are not significantly different ($p < 0.05$).

간 차이가 없고 평가점수가 보통이상인 점을 볼 때 산성 전해수의 염소취 잔류가 없으며 앞서 언급한 과일 내에 축적된 에탄올과 아세트알데하이드 함량은 이취를 유발할 정도의 농도는 아닌 것으로 생각된다. 한편, texture, juiciness 및 sweetness 등에 대해서도 살균처리기간 차이를 보이지 않는 것으로서 산성 전해수가 과육의 연화와 수분손실에 영향을 미치지 않는 것으로 생각된다. 반면에 포도의 acidity와 overall acceptability는 저장기체 살균처리구가 무처리구보다 유의적으로 높게 평가되었다. 따라서 저장 중 산성 전해수에 의한 저장기체의 살균처리는 포도의 소비자 기호도 유지에 유효한 것으로 여겨진다.

미생물 생육에 미치는 영향

저장 중 산성 전해수를 이용한 저장환경기체의 살균처리

유무에 따른 Campbell Early와 Sheridan 포도에서 미생물수의 변화를 조사하여 Fig. 3에 나타내었다.

일반 세균수는 Campbell Early 포도에서는 경시적으로 증가하는 경향을 보였으나 저장 2주 후부터 저장기체의 살균처리구가 무처리구보다 증가가 억제되었다. Sheridan 포도에서의 일반 세균수는 저장기체의 살균처리 유무에 따라 다른 변화양상을 보였다. 즉, 저장기체 살균처리구에서는 저장동안 거의 변화되지 않았으나 무살균처리구에서는 저장 중 일반 세균수가 증가되었다. 이러한 결과를 볼 때 일반 세균의 생육에 산성 전해수에 의한 저장기체의 살균처리가 미치는 영향은 포도 품종에 의존적이지만 생육억제효과는 있는 것으로 판단된다.

포도에서는 부패를 유발하는 주된 곰팡이는 *Botrytis cinerea*이며 *Penicillium expansum*, *Alternaria alternata* 및

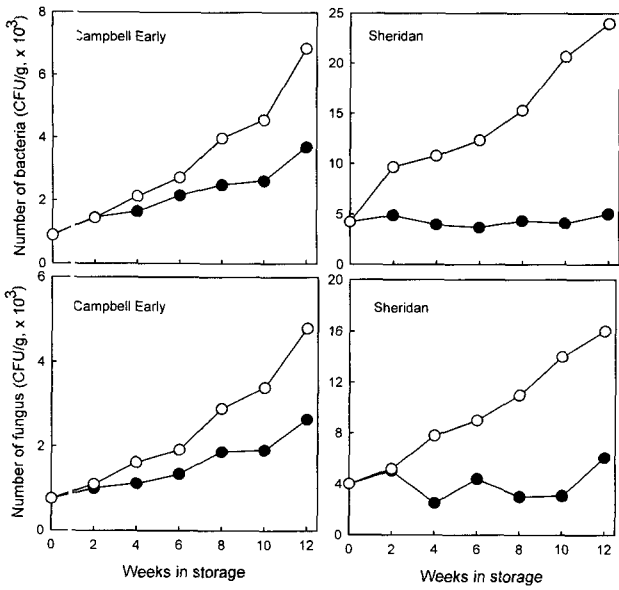


Fig. 3. Changes in microbial number of grapes during storage at 0°C following atmosphere sterilization by acidic electrolyzed water.

●: atmosphere sterilization, ○: control.

Cladosporium herbarum 등도 일부 관여하는 것으로 알려져 있다(23). 저장 중 포도에서의 곰팡이수는 Campbell Early 포도의 경우 경시적으로 증가하는 경향을 보였으나 저장 2주 후부터는 저장기체 살균처리구에서 증가가 보다 억제되었다. Sheridan 포도에서 곰팡이수는 저장기체 살균처리구에서는 거의 변화를 보이지 않았으나 무살균처리구에서는 증가함을 보였다. 이로써 산성 전해수에 의한 저장기체의 살균 처리는 저장 중 포도를 부패시키는 주원인으로 간주되는 곰팡이의 번식을 억제시키는 효과를 가지는 것으로 판단된다.

산성 전해수에 의한 저장기체의 살균처리가 포도에서의 미생물 생육을 억제시키는 효과의 원인으로 저장기체의 살균에 다른 오염의 방지나 전해수에서 휘산된 염소의 작용(9,11)이 일부 기여한 것으로 추측되지만, 이에 대한 보다 구체적인 연구가 필요한 것으로 생각된다.

이상의 모든 결과를 종합해 보면, 저장 중 산성 전해수에 의한 저장기체의 살균처리는 Campbell Early와 Sheridan 포도의 객관적 및 관능적 품질특성에는 악영향을 미치지 않지만 미생물의 생육을 억제하는 효과가 있어 포도의 저장성 향상에 기여할 수 있는 방법인 것으로 여겨진다. 또한 이 방법은 다른 식품류의 저장 분야에서도 응용 가능성이 높을 것으로 생각된다.

요 약

산성 전해수를 이용하여 포도(*Vitis labrusca* L.)의 저장 안정성을 향상시킬 수 있는 방법을 개발하기 위하여, Campbell Early와 Sheridan 포도를 저장고 내부기체를 산성 전해수에 통과시켜 살균시키는 0°C 조건에서 저장하면서 환경

기체의 살균처리가 포도의 품질특성과 미생물 생육에 미치는 영향을 조사하였다. 저장환경기체의 살균처리는 포도 품종에 따른 차이가 없이 객관적 품질특성인 가용성 고형물, 적정산도, 가용성 탄닌, 안토시아닌, 에탄올 및 아세트알데하이드 등의 함량 변화와 관능적 품질특성인 color, aroma, texture, juiciness 및 sweetness 등에 거의 영향을 미치지 않는 것으로 나타났다. 반면에 저장기체의 살균처리는 포도 품종에 약간 의존적이긴 하지만 곰팡이를 포함하는 미생물의 생육을 억제하는 효과를 보였다. 이러한 결과로 볼 때 산성 전해수에 의한 저장환경기체의 살균처리는 포도의 품질에는 해가 없으면서 부패를 억제시켜 저장 안정성을 향상시킬 수 있는 방법으로 판단된다.

감사의 글

본 연구는 농림부 농림기술개발사업의 지원에 의해 이루어진 것이며 연구비 지원에 감사드립니다.

문 헌

- Hotta K, Suzuki T. 1999. Electrolyzed water: Formation principle, physicochemical property and function. *Biosci Industry* 57: 92-95.
- Park KJ, Jung SW, Park BI, Kim YH, Jeong JW. 1996. 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.
- Jeong SW, Jeong JW, Lee SH, Park NH. 1999. Changes in quality of crown daisy and kale washed with cooled electrolyzed acid water during storage. *Korean J Postharvest Sci Technol* 6: 417-423.
- Venkitanarayanan KS, Ezeike GO, Hung YC, Doyle MP. 1999. Inactivation of *Escherichia coli* O157:H7 and *Listeria monocytogenes* on kitchen cutting boards by electrolyzed oxidizing water. *J Food Protection* 62: 857-860.
- Jeong JW, Jeong SW, Kim MH. 2000. Applicable properties of electrolyzed acid water as cleaning water. *Korean J Postharvest Sci Technol* 7: 395-402.
- Sato H, Maehara N, Ikawa F, Saito Y, Achiwa N, Matsui H, Komiyama K. 2000. Efficacy of electrolyzed water for kitchen disinfection. *Japanese J Chemotherapy* 48: 768-774.
- Al-Haq MI, Seo Y, Oshita S, Kawagoe Y. 2001. Fungicidal effectiveness of electrolyzed oxidizing water on postharvest brown rot of peach. *HortSci* 36: 1310.
- Takeshita A, Ando S. 2001. Influence of free residual chlorine concentration and pH on bactericidal effects of electrolyzed water. *J Antibacterial Antifungal Agents* 29: 69-72.
- Kiura H, Sano K, Morimatsu S, Nakano T, Morita C, Yamaguchi M, Maeda T, Katsuoka Y. 2002. Bactericidal activity of electrolyzed acid water from solution containing sodium chloride at low concentration, in comparison with that at high concentration. *J Microbiol Methods* 49: 285-293.
- Jung SW, Park KJ, Park BI, Kim YH. 1996. Surface sterilization effect of electrolyzed acid water on vegetable. *Korean J Food Sci Technol* 28: 1045-1051.
- Kim C, Hung YC, Brackett RE. 2000. Efficacy of electrolyzed oxidizing (EO) and chemically modified water on different

- types of foodborne pathogens. *Int J Food Microbiol* 61: 199-207.
12. Jeong SW, Jeong JW, Park KJ. 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.
 13. Jeong JW, Park KJ, Jung SW. 1999. Microbiological cleaning effect of electrolyzed acid water by containing polysorbates. *J Food Sci Technol* 31: 1029-1034.
 14. Koseki S, Itoh K. 2000. Effect of acidic electrolyzed water on the microbial counts in shredded vegetables (Part III). Effect of combined physical supplementary means on the washing and disinfections. *J Japanese Soc Food Sci Technol* 47: 914-918.
 15. Tosa N, Yamazaki Y. 2000. Effect of organic substances on the residual chlorine contained in the strong acidic electrolyzed water. *J Japanese Soc Food Sci Technol* 47: 287-295.
 16. Koseki S, Itoh K. 2001. The effect of acidic electrolyzed water on the quality of cut vegetables. *J Japanese Soc Food Sci Technol* 48: 365-369.
 17. Yoshida K, Suzuki T, Lim KI, Chung HC, Uemura K, Isobe S. 2001. Sterilization effect and influence on food surface by acidic electrolyzed water treatment. *J Japanese Soc Food Sci Technol* 48: 827-834.
 18. Yun SD, Lee SK. 1996. Effect of ethylene removal and sulfur dioxide fumigation on grape quality during MA storage. *J Korean Soc Hort Sci* 37: 696-699.
 19. Chung SK, Lee DS, Cho SH. 1999. Antimicrobial packaging films for the preservation of harvested grapes. *Korean J Postharvest Sci Technol* 6: 43-47.
 20. Kim JY, Han MR, Chang MJ, Kim BY, Kim MH. 2002. Study on the extending storage life of grape by applying edible coating materials. *J Korean Soc Agric Chem Biotechnol* 45: 207-211.
 21. Al-Bachir M. 1999. Effect of gamma irradiation on storability of two cultivars of Syrian grapes (*Vitis vinifera*). *Radiat Phys Chem* 55: 81-85.
 22. Zahavi T, Cohen L, Weiss B, Schena L, Daus A, Kaplunov T, Zutkhi J, Ben-Arie R, Droby S. 2000. Biological control of *Botrytis*, *Aspergillus* and *Rhizopus* rots on the table and wine grapes in Israel. *Postharvest Biol Technol* 20: 115-124.
 23. Palou L, Crisosto CH, Smilanick JL, Adaskaveg JE, Zoffoli J. 2002. Effects of continuous 0.3 ppm ozone exposure on decay development and physiological responses of peaches and table grapes in cold storage. *Postharvest Biol Technol* 24: 39-48.
 24. Lichter A, Zutkhy Y, Sonego L, Dvir O, Kaplunov T, Sarig P, Ben-Arie R. 2002. Ethanol controls postharvest decay of table grapes. *Postharvest Biol Technol* 24: 301-308.
 25. Crisosto CH, Garner D, Crisosto G. 2002. Carbon dioxide-enriched atmosphere during cold storage limit losses from *Botrytis* but accelerate rachis browning of 'Redglobe' table grapes. *Postharvest Biol Technol* 26: 181-189.
 26. Schanderl SH. 1970. Tannins and related phenolics. In *Methods in food analysis*. 2nd ed. AP, New York, USA. p 701-711.
 27. Fuleki T, Francis FJ. 1968. Quantitative methods for anthocyanins: Extraction and determination of total anthocyanin in cranberries. *J Food Sci* 33: 266-267.
 28. Sommer NF, Fortlage RJ, Edwards DC. 1992. Postharvest diseases of selected commodities. In *Postharvest technology of horticultural crops*. Kader AA, ed. Division of agriculture and natural resources, University of California, USA. p 117-160.

(2003년 2월 21일 접수; 2003년 6월 2일 채택)