

미곡창고 오염균주에 대한 전해알칼리수의 항균효과

김진희¹ · 이소영¹ · 김꽃봉우리¹ · 송유진¹ · 김아람¹ · 박선미¹ · 한충수² · 안동현^{1*}

¹부경대학교 식품생명공학부/식품연구소

²충북대학교 바이오시스템공학과

Antimicrobial Activity of Electrolyzed Alkaline Water against Spoilage of Microorganisms in Rice Warehouses

Jin-Hee Kim¹, So-Young Lee¹, Kotch-Bong-Woo-Ri Kim¹, Eu-Jin Song¹,
Ah-Ram Kim¹, Sun-Mee Park¹, Chung-Soo Han² and Dong-Hyun Ahn^{1*}

¹Faculty of Food Science & Biotechnology / Institute of Food Science,
Pukyong National University, Busan 608-737, Korea

²Dept. of Biosystems Engineering, Chungbuk National University, Cheongju 361-763, Korea

Abstract

We examined the antimicrobial activity of electrolyzed alkaline water against spoilage microorganisms in rice warehouses. Dominant microbial species were isolated from paddy, dust and air samples of three different warehouses located in Gyeongnam. We used electrolyzed alkaline water (EW) manufactured over various treatment times. The acidities (pH) of EW treated for 30 sec, 1, 2, 3, and 4 min were 8.89, 8.91, 9.20, 9.35, and 9.22, respectively. HClO contents were 150.7, 314.2, 191.8, 104.1, and 255.3 ppm, respectively. EW inhibited bacteria, yeasts, and molds; also, it inhibited three yeast species strongly. The antimicrobial effects of EW increased as pH values and HClO contents increased. EW obtained after 30 sec treatment retained the antimicrobial activities after 14 days whereas EW obtained after 1 and 2 min treatments retained the antimicrobial activities after 21 and 24 days, respectively.

Key words: electrolyzed alkaline water, rice-warehouse, antimicrobial activity

서 론

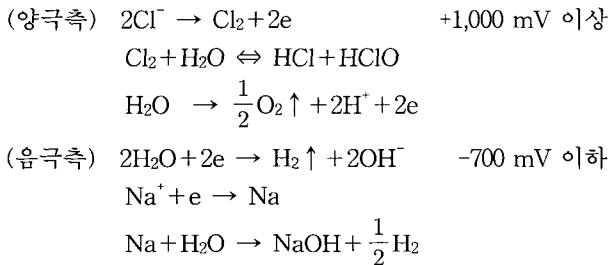
쌀은 우리나라 뿐만 아니라 세계 여러 나라의 중요한 식량자원으로써 이용되고 있으며 대량생산과 품질유지를 위해 저장성이 가장 중요한 문제로 대두되고 있다. 그러나 곡류는 건조, 저장 및 유통 과정을 통하여 질적, 양적으로 큰 손실을 초래하므로 증산에 의한 노력보다 수확 후 적절한 관리를 통하여 손실을 방지함으로써 곡류의 저장 안정성을 향상시키는 것은 새로운 다수확 품종의 개발에 버금가는 또 다른 방향의 간접적인 식량 증산으로 여길 수 있다(1). 우리나라의 국민 1인당 연간 쌀 소비량은 2001년 88.9 kg, 2002년 87.0 kg, 2003년 83.2 kg, 2004년 82.0 kg, 2005년 80.7 kg(2)으로 지속적인 감소를 보이고, 연속 풍년 및 MMA(Minimum Market Access, 최소시장접근) 수입량 등으로 쌀 재고량은 증가하고 있다. 또한 쌀 시장개방으로 2005년부터 의무수입량의 10% 시판을 시작으로 매년 단계적으로 시판량을 늘려 2010년 30%를 증량해야 하기 때문에 국내 쌀의 소비를 촉진하기 위해서는 고품질 쌀의 생산 및 보급이 불가피한 실정

이다(3). 쌀의 품질은 생산 시의 품종과 재배환경에 따라 결정되고 수확 후 저장 조건에 따라 좌우된다. 특히 생산된 쌀의 대부분이 일정기간 저장된 후 소비되므로 소비자가 판단하는 쌀은 품종과 재배환경보다는 저장 조건에 많은 영향을 받게 되는데 저장 중의 물리화학적 변화에 의해 쌀의 품질이 저하되면 소비자로부터 외면을 받게 되기 때문에 쌀의 저장 방법은 절대적으로 중요한 문제이다. 현재 우리나라에 서의 미곡저장은 RPC(Rice Processing Complex, 미곡종합처리장)와 DSC(Drying Storage Center, 건조저장시설)의 저장시설에서 철제 사일로 또는 톤백에 저장하고 있으나 이들 시설의 수용 능력은 벼 생산량 대비 20% 미만이기 때문에 대부분 벼는 농촌에 설치되어 있는 포대 저장식 양곡보관창고에 저장되어 있다. 포대저장 방식의 경우 약 5% 이상의 양곡 손실이 발생하는 것으로 조사되고 있으며 저장 중인 곡물의 온도나 수분의 측정이 어렵고 저장기간 동안 미생물을 비롯한 해충 발생으로 혼중약품처리가 요구되어 안전성과 높은 관리비용이 문제가 되고 있다. 쌀의 저장 중 품질변화는 주로 온도와 습도에 의해 발생하며 이로 인해

*Corresponding author. E-mail: dhahn@pknu.ac.kr
Phone: 82-51-620-6429, Fax: 82-51-622-9248

수분손실, 미생물 오염, 산화 등이 진행되어 품질이 저하되게 된다(4).

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(5). 일반적인 화학적 생성 기작은 다음과 같다(6,7).



이와 같이 생성된 전해알칼리수는 산화환원 전위차가 -200 mV 정도의 강알칼리수로서 매우 뛰어난 살균소독효과와 유기물처리효과를 가지면서도 생체에 대한 안전성과 무공해성의 장점을 가지고 있다. 전기분해시킬 때 발생하는 산소와 수소기체 중 일부는 수중에 용해되기도 하지만 발생된 기포의 대부분은 기포상태로 수면 위로 상승하며, 양극측에는 활성산소류(O, O₃, H₂O₂ 등)가 발생한다(8-10). 또한 환원력이 크고 활성산소를 무력화하며 물 분자 집단의 크기(cluster)가 작아 흡수가 빠르며 용해력이 있고 열전도가 촉진될 뿐 아니라 광합성을 활발하게 한다(11,12). 그리고 HClO는 중성분자이므로 미생물의 세포막에 OCl⁻보다 쉽게 침투할 수 있어 상대적으로 살균력이 강하며 초고농도의 활성산소와 다량의 용존산소가 포함되어 있고 생명체에 필수적인 미네랄(Cu, Mn, Zn, Co, Mo 등)을 미량 함유하고 있어서 생명체를 활성화시킨다(13). 이러한 전해수의 물성에 관한 연구로 전해인자에 따른 전기분해수의 특성 비교(6), 전기분해 격막 및 전해액에 따른 전해수의 특성 비교(7), 세정수로서의 전해산화수의 적용 특성(14), 세척 및 보관 효과(15), 수산식품가공기구의 세척시 살균효과(16) 등이 있고, 식품에 전해수를 응용한 연구에는 포도(5), 감귤(10), 김치(17), 수출용 간밤(18), 상추(19), 무균포장밥(20), 깻잎(21), 양상추(22) 등이 있을 뿐 쌀에 전해수를 응용한 연구는 아직 미비한 실정이다.

이에 따라, 본 연구에서는 쌀의 저장 중 품질저하를 최소화하여 품질을 향상시키고 경쟁력을 확보하기 위해 미곡창고의 오염원인 균주를 분리 및 동정하고 이에 대한 전해알칼리수의 항균효과에 대해 연구하였다.

재료 및 방법

실험재료

본 실험에 사용한 나락은 경남지역 3곳(G, D, J)에서 2005

년 7월과 8월에 각각 1차례씩 샘플링을 하였다.

전해알칼리수 제조

NaCl을 120 mL의 증류수에 첨가한 뒤 전해수 생성 장치(PW-5S, (주)퓨리스터 코리아, 한국)로 전기분해하여 제조하였다. 이 때 NaCl의 농도는 1%, 2%, 3%, 5% 및 20%, 전해수 생성 장치의 처리 시간은 30초, 1분, 2분, 3분 및 4분으로 각각 다르게 하였다.

미생물의 분리 및 동정

세균은 집락 특징 및 Gram stain으로 균주의 특징을 조사한 후 동정하였고 효모는 현미경 하(×400)에서 효모 확인 후 동정하였으며 곰팡이는 현미경 관찰로 분류 후 동정하였다. 이 때 세균과 효모의 동정은 미생물 동정 분류기(Sherlock system 3.0, HP6890 FID)를 사용하여 균체내의 지방산을 agilent gas chromatograph로 자동 분석하여 Sherlock system database profile과 상호 비교한 후 동정하였다. 이 때, 세균은 NAS 배지를 사용하여 37°C에서 24 hr 배양, 효모는 YPD 배지를 사용하여 28°C에서 48 hr 배양하였으며, 곰팡이는 PDA배지를 사용하여 25°C에서 3~5일간 배양하였다.

pH 측정

전해알칼리수의 pH는 pH meter(HM-30V, Toa, Japan)로 측정하였다.

HClO 함량 측정

전해알칼리수 50 mL에 KI 2 g을 넣고 35% acetic acid를 첨가한 뒤 1% 전분지시약을 2~3방울 떨어뜨려 흑갈색이 되도록 한 후 여과한 액을 0.1 N Na₂S₂O₃로 흑갈색의 용액이 투명해질 때까지 적정하였다(21).

$$\text{HClO 함량(ppm)} = 0.1 \text{ N Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \text{ 소비량(mL)} \times 7.092$$

항균성 측정

전해알칼리수의 항균성은 paper disc법으로 측정하였다. 각 시험균주를 액체배지에 24 hr 배양한 후 이 배양액을 Mueller Hinton agar 배지에 농도가 약 10⁵~10⁶ CFU 가량 되도록 분주 후 도말하였다. 여기에 지름이 6 mm인 paper disc를 고정시키고 전해알칼리수를 20 μL 흡수시켰다. 이를 실온에서 약 30분 동안 확산시킨 후 세균은 37°C에서 24~48 hr 배양, 효모는 28°C에서 48 hr 배양, 곰팡이는 25°C에서 3일~5일간 배양한 후 생성된 clear zone의 크기로 항균성을 측정했다.

결과 및 고찰

오염균의 동정

경남지역 3곳의 상온저장창고에 보관되어 있는 나락에서 분리한 미생물 분포를 조사한 결과 세균은 총 26종이 분리되었으며 분리된 세균 전체의 83.18%를 차지하는 우점종은

Table 1. Isolated microorganisms from paddy

Micro-organisms	Dominant species	Characterization	Percent of match	Percent of dominant species
Bacteria (26 species)	<i>Sphingomonas paucimobilis</i>	yellow colony, round, gram (-), cocci	74.80	31.24
	<i>Arthrobacter atrocyaneus</i>	yellow colony, round, gram (-), cocci	43.50	22.34
	<i>Xanthomonas arboricola</i>	yellow large colony, round, gram (-), cocci	2.40	19.41
	<i>Bacillus macerans</i>	light orange colony, round, gram (+), cocci	16.50	6.37
	<i>Bacillus</i> spp.	clear white colony, gram (+), coccobacilli	6.80	3.81
Total				83.18
Mold (5 species)	<i>Deuteromycetes</i> (A)*	cream to pink, produce raddish pigment	ND ¹⁾	50.00
	<i>Phoma</i> spp.	white, non spore	60.90	30.50
	<i>Deuteromycetes</i> (B)*	dark brown, spore	ND	13.80
Total				94.30

* (A) and (B) were identified as *Deuteromycetes* under microscope but those were not matched completely.

¹⁾ND: not done.

Sphingomonas paucimobilis, *Arthrobacter atrocyaneus*, *Xanthomonas arboricola*, *Bacillus macerans*, *Bacillus* spp. 순으로 밝혀졌다. 이 중 *Sphingomonas paucimobilis*, *Arthrobacter atrocyaneus* 두 균주는 전체의 50% 이상을 차지해 보관된 나락의 주요 오염균임을 알 수 있었다. 나락에서 분리된 곰팡이는 총 5종으로 많은 종이 분리되지는 않았다. 분리된 5종 중 94.30%를 차지하는 우점종은 *Deuteromycetes* (A), *Phoma* spp., *Deuteromycetes* (B)인 것으로 밝혀졌다(Table 1). 여기서 *Deuteromycetes* (A)와 *Deuteromycetes* (B)는 현미경 상으로 확인하여 불완전 균류임은 확인하였으나 같은 균류임을 단정지을 수 없어 임의로 A, B로 분류한 것이다.

경남지역 상온저장창고 내의 먼지에서 채취한 미생물 분포를 조사한 결과 세균은 총 117종이 분리되었으며 분리된 세균 전체의 72.02%를 차지하는 우점종은 *Sphingomonas paucimobilis*, *Bacillus cereus*, *Curtobacterium flaccumfaciens*, *Bacillus* spp., *Bacillus sphaericus*로 밝혀졌으며 대부분이 그람 음성균이었다. 곰팡이는 총 49종이 분리되었으며 이들 곰팡이의 86.36%를 차지하는 우점종은 *Aspergillus nidulans*, *Aspergillus oryzae*로 밝혀졌다. 또한 곰팡이 중

64.30%를 차지하는 가장 우점종인 *Deuteromycetes* (B)와 세균 중 39.73%를 차지하는 *Sphingomonas paucimobilis*, *Bacillus* spp.는 창고에 저장되어 있던 나락에서도 높은 빈도로 발견된 균종과 같은 것으로 창고 내 환경이 나락에도 영향을 미침을 알 수 있었다(Table 2).

경남지역 3곳의 상온저장창고내의 공중낙하균을 조사한 결과 세균은 총 64종이 분리되었으며 AS-1, AS-2, *Sphingomonas paucimobilis*, AS-3, AS-4, AS-5, AS-6가 전체 균의 50.15%를 차지하는 우점종으로 나타났다. 그러나 AS-1, AS-2, *Sphingomonas paucimobilis*, AS-3를 제외한 나머지균은 5% 미만의 낮은 비율을 보였다. 곰팡이는 총 59종이 분리되었으며 분리된 곰팡이의 82.72%를 차지하는 우점종은 *Deuteromycetes* (B), *Aspergillus oryzae*, *Penicillium* spp.이었으며 이 중 가장 높은 비율을 보인 *Deuteromycetes* (B)와 *Aspergillus oryzae*는 각각 나락과 창고내의 먼지에서도 발견된 종이였다(Table 3). 이 결과는 Mheen 등(23)이 연구한 저장미곡종의 균류에 관한 연구에서 현미와 나락으로부터 분리된 곰팡이 중 *Aspergillus*가 11종, *Penicillium*이 5종으로 가장 많은 수를 차지하고 있다는 것과 유사한 결과를 나타내었으며 본 실험결과 중 *Asper-*

Table 2. Isolated microorganisms from dusts in the rice warehouses

Micro-organisms	Dominant species	Characterization	Percent of match	Percent of dominant species
Bacteria (117 species)	<i>Sphingomonas paucimobilis</i>	yellow colony, round, gram (-), cocci	74.80	24.97
	<i>Bacillus cereus</i>	white colony, gram (+), streptobacilli	3.30	14.76
	<i>Curtobacterium flaccumfaciens</i>	yellow colony, round, gram (-), cocci	74.10	13.81
	<i>Bacillus</i> spp.	clear white colony, round, gram (-), coccobacilli	6.80	12.96
	<i>Bacillus sphaericus</i>	white colony, irregular, gram (-), coccobacilli	58.0	5.53
Total				72.02
Mold (49 species)	<i>Deuteromycetes</i> (B)	dark brown, spore	ND ¹⁾	64.30
	<i>Aspergillus nidulans</i>	dark green to deep green spore	51.2	13.30
	<i>Aspergillus oryzae</i>	dark green, spore	62.6	9.76
Total				86.36

¹⁾ND: not done.

Table 3. Isolated microorganisms from air in the rice warehouses

Micro-organisms	Dominant species	Characterization	Percent of match	Percent of dominant species
Bacteria (64 species)	AS ¹⁾ -1	yellow colony, round, gram (-), cocci	- ²⁾	16.18
	AS-2	white colony, gram (+), streptobacilli	-	9.06
	<i>Sphingomonas paucimobilis</i>	yellow colony, round, gram (-), cocci	74.80	6.47
	AS-3	yellow colony, round, gram (-), coccobacilli	-	6.47
	AS-4	clear white colony, round, gram (-), cocci	-	4.85
	AS-5	white colony, circular, raised, serrate	-	4.21
	AS-6	clear ivory colony, circular	-	2.91
Total				50.15
Mold (59 species)	<i>Deuteromycetes</i> (B)	dark brown hyphae, spore	ND ³⁾	51.47
	<i>Aspergillus oryzae</i>	dark green, spore	62.6	26.85
	<i>Penicillium</i> spp.	dark green to deep green, dark green spore, produce tannish soluble pigment	58.0	4.40
	Total			

¹⁾AS: The strains were isolated from air in the warehouses.

²⁾-: Not identified.

³⁾ND: not done.

gillus nidulans, *Aspergillus oryzae*가 Mheen 등의 결과와 일치함을 확인하였다.

전해알칼리수의 특성 측정

본 연구에 사용된 전해알칼리수는 NaCl 20% 용액을 전해수 생성장치로 전기 분해하여 제조하였으며 전해수 생성장치의 처리 시간에 따른 pH와 HClO 함량은 Table 4에 나타내었다. pH는 22°C에서 측정된 결과로 처리 시간이 증가함에 따라 8.89에서 9.35로 약 0.46 증가하였으며 HClO 함량은 1분 처리 시 314.18 ppm으로 가장 높은 HClO 함량을 나타내었다. Cho 등(16)은 전해수 생성장치로 5분 처리한 실험구의

pH가 9~10, 10분 처리구가 pH 11~12이었다고 보고하였으며 이는 원수 중에 함유되어 있는 NaCl 농도와 상관성이 있는 것으로 판단되며 전기분해시간 조절로 전기분해수의 pH를 선택적으로 제조할 수 있다는 것을 확인하였다(23).

처리시간, 저장일수별 전해알칼리수의 특성과 항균효과의 변화

처리시간, 저장일수별로 전해알칼리수의 특성과 항균효과의 변화에 대하여 살펴본 결과는 Table 5에 나타내었다. 쌀 창고의 먼지에서 분리된 우점균들 중 13.81%를 차지하는 *Curtobacterium flaccumfaciens*에 대해 항균효과의 변화를 측정하였다. 저장 0일차 30초, 1분 그리고 2분 처리구의 pH는 각각 8.73, 9.11, 9.25였으며, HClO 함량은 163.5, 266.7, 290.9 ppm으로 pH와 HClO 함량이 높아짐에 따라 항균효과도 높게 나타났다. 각 전해알칼리수를 실온에 24일간 저장하면서 HClO 함량과 항균성을 측정된 결과 24일째 각 처리구별 pH는 8.07, 8.10, 8.13, HClO 함량은 87.2, 105.3, 146.1 ppm으로 다소 감소하였다. 30초 처리한 것은 저장 14일까지, 1분 처리한 것은 21일까지, 2분 처리한 것은 24일 저장 후에도

Table 4. Physicochemical properties of electrolyzed water obtained after different treatment times

Time	pH	HClO (ppm)
30 sec	8.89	150.71
1 min	8.91	314.18
2 min	9.20	191.84
3 min	9.35	104.08
4 min	9.22	255.31

Table 5. Antimicrobial activities and physicochemical properties of electrolyzed water obtained after different treatment times on *Curtobacterium flaccumfaciens*

Storage period (days)	30 sec			1 min			2 min		
	pH	HClO (ppm)	Clear zone ¹⁾	pH	HClO (ppm)	Clear zone	pH	HClO (ppm)	Clear zone
0	8.73	163.5	+	9.11	266.7	++	9.25	290.9	+++
3	8.38	154.4	+	8.51	264.0	++	8.49	383.2	+++
7	8.15	135.5	++	8.21	198.2	++	8.25	262.0	++
10	8.08	114.9	+	8.12	160.6	++	8.23	246.4	++
14	8.13	106.0	+	8.24	139.5	+	8.27	183.5	++
17	8.13	102.7	-	8.16	128.4	+	8.18	163.6	++
21	8.12	89.5	-	8.13	115.6	+	8.25	145.6	++
24	8.07	87.2	-	8.10	105.3	-	8.13	146.1	+

¹⁾+, smaller than 2 mm; ++, 2~5 mm; +++, 5~8 mm.

Table 6. Antimicrobial activities of electrolyzed water

Microorganism	AS1	AS2	<i>Bacillus sphaericus</i>	<i>Bacillus marcerans</i>	<i>Arthrobacter atrocyaneus</i>	<i>Bacillus cereus</i>	<i>Curtobacterium flaccumfaciens</i>	<i>Sphingomonas paucimobilis</i>
Clear zone size ¹⁾	++	++	+	+	++	+++	+++	++

¹⁾+, smaller than 2 mm; ++, 2~5 mm; +++, 5~8 mm.

Table 7. Antifungal activities of electrolyzed water

Microorganism	<i>Candida deserticola</i>	<i>Candida valida</i>	<i>Candida ernobii</i>	<i>Deuteromycetes</i> (B)	<i>Aspergillus oryzae</i>	<i>Aspergillus nidulans</i>	<i>Penicillium</i> spp.	<i>Aspergillus</i> spp.
Clear zone size ¹⁾	+++	+++	+++	+++	+	++	+	++

¹⁾+, smaller than 2 mm; ++, 2~5 mm; +++, 5~8 mm.

항균효과를 나타내었다. 일반적으로 용기를 밀폐시켜 냉암소에 보존시키면 2~6개월 정도는 안정하고 잔류염소 농도도 전혀 저하되지 않는 것으로 알려져 있다(24). 한편, 본 실험에 사용된 전해알칼리수는 사용용도와 조건을 일치시키기 위해 밀폐하지 않은 상태로 실온에서 보관한 것으로 Kim 등(25)은 실온에서 보관할 경우 밀폐하지 않으면 보관일수가 경과함에 따라 pH의 변화가 저하된다고 보고하였으며 본 연구와 유사함을 확인하였다.

오염균주에 대한 전해알칼리수의 항균효과

분리된 균들 중 높은 비율을 차지하고 있는 우점종을 대상으로 한 전해수의 항균효과는 Table 6에, 항진균효과는 Table 7에 나타내었다. 나락에서 우점균인 *Sphingomonas paucimobilis*, *Arthrobacter atrocyaneus*와 창고 내 먼지에서 우점균이었던 *Sphingomonas paucimobilis*, *Bacillus cereus*, *Curtobacterium flaccumfaciens* 그리고 창고 내 낙하균에서 우점균이었던 AS-1, AS-2, *Sphingomonas paucimobilis* 모두에 대해 항균효과를 나타내었다. 그리고 나락, 먼지, 공기에서 우점종이었던 *Aspergillus oryzae*, *Penicillium* spp., *Phoma* spp., *Aspergillus nidulans*, *Deuteromycetes* (B)에 대해서도 항진균력을 나타내었으며 특히 나락, 먼지, 공기 중 모두에서 검출되었던 *Deuteromycetes* (B)에 대한 항진균력은 매우 높은 것으로 나타났다. 또한 경남지역 3곳의 창고 내에 저장된 나락과 창고 내부의 먼지 및 공기 중에서 분리된 효모인 *Candida deserticola*, *Candida valida* (percent of match: 30.80%), *Candida ernobii*(57.00%)에 대한 전해수의 항진균효과는 세균과 곰팡이에 비해 상당히 높게 나타났다. 전해알칼리수의 항균효과를 paper disc법으로 살펴본 연구가 많이 진행되고 있지 않지만 전해알칼리수의 살균효과에 대한 연구는 많이 진행되고 있다. Jeong 등(26)은 딸기 세정 시 pH가 8.71, HClO 함량이 218.79 ppm인 전해알칼리수를 20분간 침지시킨 것이 초기 균수보다 3 log cycle 감소하였다고 보고하였으며, 또한 Jeong 등(21)은 깻잎의 저장중 품질특성 비교에서 무처리구, 수도수 처리구에 비해 전해알칼리수 처리구의 총균수가 2~3 log cycle 감소하였음을 나타내었다. 그리고 깻잎을 13일간 저장 시 *Bacillus cereus*의 경우에는 초기에는 모든 처리구에서 보이지 않았

으나 무처리구에서는 3일째, 수도수의 경우에는 6일째부터 나타나기 시작하였으며 전해수 처리구에서는 13일이 경과하여도 나타나지 않았음을 확인하였다. *Bacillus cereus*는 본 연구 결과 중 창고 내 먼지에서 14.76%를 차지하는 우점균으로, 분리 세균 중 *Curtobacterium flaccumfaciens*와 같이 전해알칼리수의 항진균력이 매우 효과적으로 작용함으로 Jeong 등(21)의 결과와 유사함을 확인할 수 있었다.

요 약

경남지역 창고 3곳의 나락, 창고 내 먼지, 창고 내 낙하균에서 분리한 미생물 분포를 조사하여 우점종을 분리, 동정한 결과 곰팡이는 6종, 효모는 3종, 세균은 나락, 먼지, 낙하균에서 각각 3종씩이었다. 처리시간을 30초, 1분, 2분, 3분, 4분간 각각 처리한 전해알칼리수의 pH는 8.89, 8.91, 9.20, 9.35, 9.22 이었고 HClO 함량은 150.7, 314.2, 191.8, 104.1, 255.3 ppm이었다. 전해알칼리수의 항균효과를 측정해본 결과 곰팡이, 세균 모두에 항균효과가 나타났으며 효모 3종에 대한 항균효과는 세균과 곰팡이에 비해 높게 나타났다. 전해알칼리수의 pH와 HClO 함량이 높아짐에 따라 항균효과도 높게 나타났으며 각 전해알칼리수를 실온에 24일간 저장하면서 HClO 함량과 항균성을 측정한 결과, HClO 함량은 다소 감소하였고 30초 처리한 것은 저장 14일까지, 1분 처리한 것은 21일까지, 2분 처리한 것은 24일 저장 후에도 항균효과를 나타냈다.

감사의 글

본 연구는 2005년도 농촌진흥청 농업특정연구사업 연구비 지원에 의해 수행되어 이에 감사드립니다.

문 헌

- Kim BS, Park NH, Jo KS, Kang TS, Shin DH. 1988. Comparison of quality stability of rice and rice flour during storage. *Korean J Food Sci Technol* 20: 498-503.
- 농촌진흥청. 2004. 농촌진흥사업 통계자료. p 236.
- Choi YH, Choung JI, Cheong YK, Kim YD, Ha KY, Ko JK,

- Kim CK. 2005. Storage period of milled rice by packaging materials and storage temperature. *Korean J Food Preserv* 12: 310-316.
4. 김동철. 2003. 곡물 건조·저장시설 및 가공시설의 현황과 발전 방향. *식품과 기계* 1: 15-22.
 5. Kim SH, Chung HS, Lee JB, Kang JS, Chung SK, Choi JU. 2003. Effect of atmosphere sterilization using acidic electrolyzed water on storage quality and microbial growth in grapes. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 32: 549-554.
 6. Kim MH, Jeong JH, Cho YJ. 2004. Comparison of characteristics on electrolyzed water manufactured by various electrolytic factors. *Korean J Food Sci Technol* 36: 416-422.
 7. Jeong JW, Kim JH, Kim BS, Jeong SW. 2003. Characteristics of electrolyzed water manufactured from various electrolytic diaphragm and electrolyte. *Korean J Food Preserv* 10: 99-105.
 8. Kim DC, Kim BS, Jeong MC, Nahmgung B, Kim OW. 1996. Development of surface sterilization technology for fruit and vegetable. Ministry of Agriculture and Forestry's second annual report. G1158-0755. p 87-104.
 9. Park KJ, Jung SW, Park BI, Kim YH, Jeong JW. 1996. Initial control of microorganisms 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.
 10. Kang SC, Seo HJ. 2002. Storage enhancement of citrus fruits by washing treatment with the electrolyzed alkaline water. *Life Sci Res* 1: 149-160.
 11. Wroblewski T, Gazda E, Mechlinska DJ, Karwasz GP. 2001. Swarm experiment on ionized water clusters. *Intl J Mass Spectrometry* 207: 97-110.
 12. 이동우. 2002. 전해수를 이용한 부추 병해충 방제 효과 규명. *최고농업경영자과정 논문집*(경북대학교 농업개발대학원) 8: 104-112.
 13. Brackett R, Park H, Hung YC. 2002. Antimicrobial activity effect of electrolyzed water for inactivating *Campylobacter jejuni* during poultry washing. *Int J Food Microbiol* 72: 77-83.
 14. Jeong JW, Jeong SW, Kim MH. 2000. Applicable properties of electrolyzed acid-water as cleaning water. *Korean J Postharvest Sci Technol* 7: 395-402.
 15. Kim MH, Jeong JW, Cho YJ. 2004. Cleaning and storage effect of electrolyzed water manufactured by various electrolytic diaphragm. *Korean J Food Preserv* 11: 160-169.
 16. Cho SY, Joo DS, Kim OS, Choi YS. 2003. Sanitation of seafood processing equipments by the prepared acidic electrolyzed water. *Food Industry and Nutrition* 8(1): 45-49.
 17. Jeong SW, Park KJ, Kim YH, Park BI, Jeong JW. 1996. Effect of electrolyzed acid-water on initial control of microorganisms in Kimchi. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 25: 761-767.
 18. Park S, Kang JR, Kang SC. 1998. Improvement in storage stability of export peeled-chestnuts using electrolyzed acid-water. *Agric Chem Biotechnol* 41: 545-549.
 19. 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.
 20. Jeong JH, Han SJ, Cho WD, Hwang HJ. 1999. Identification of psilage bacteria isolated from aseptic packaged cooked rice and application of acidic electrolyzed saline solution as water-for-cooked rice. *Korean J Food Sci Technol* 31: 788-793.
 21. Jeong JW, Kim JH, Kwon KH. 2005. Comparison of quality characteristics of sesame leaf cleaned with various electrolyzed water during storage. *Korean J Food Preserv* 12: 558-564.
 22. Lee SH, Jang MS. 2004. Effects of electrolyzed water and chlorinated water on sensory and microbiological characteristics of lettuce. *Korean J Soc Food Cookery Sci* 20: 45-53.
 23. Mheen TI, Cheigh HS, Ragunathan AN, Majumder SK. 1982. Studies on the fungi in stored rice. *Korean J Appl Microbiol Bioeng* 10: 191-196.
 24. 이상필. 1997. 전해수의 기능과 이용. *산업기술정보원*. p 24-36.
 25. Kim YD, Chung IM, Lee KG. 2005. Silk degumming by electrolyzed alkaline water. *Korean J Seric Sci* 47: 36-40.
 26. Jeong JW, Kim JH, Kwon KH, Park KJ. 2006. Disinfection effects of electrolyzed water on strawberry and quality changes during storage. *Korean J Food Preserv* 13: 316-321.

(2006년 11월 21일 접수; 2007년 1월 5일 채택)