pISSN 1229-1153 *J. Fd Hyg. Safety*
Vol. 29, No. 2, pp. 117~122 (2014)
http://dx.doi.org/10.13103/JFHS.2014.29.2.117

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

쌀가루 제분용 백미 내 잠재적 위해 세균에 대한 살균 및 세척 효과

한재광 · 차민희 · 김민주 · 김근성*
중앙대학교 식품공학과

Antibacterial and Rinsing Activities Against Potentially Harmful Bacteria in Rice during Rice Flour Production

Jae-kwang Han, Min-hee Cha, Min-ju Kim, and Keun-sung Kim*
Dept. of Food Science and Technology, Chung-Ang University, Korea
(Received August 6, 2013/Revised January 10, 2014/Accepted May 2, 2014)

ABSTRACT - Rice can be the contaminating with soil-borne bacteria. Furthermore, the contaminated bacteria can be grown during immersion process for produce wet-milled rice flour. Therefore, disinfectants can be added during the immersion process. Antibacterial activities of the natural disinfectant, fermented rice spent water (FRSW), and the chemical disinfectants, chlorine dioxide (CD) and sodium benzoate (SB), were respectively determined when added in pure cultures of target bacteria such as *Salmonella typhimurium, Escherichia coli*, and *Bacillus cereus* or when added to immersion water in the immersion process. In addition, rinsing effects for removing bacteria were determined when rice was rinsed with water before and after the immersion process. Antibacterial activities were rapidly increased as increasing amounts of the disinfectants are added to the pure cultures of the target bacteria. Antibacterial activity of CD was the most effective among the three tested disinfectants when added to the pure cultures of the target bacteria, respectively. Those of the same disinfectants were increased when they were increasingly added to the immersion water. However those of the disinfectants were less effective when added to the immersion water. On the other hand, rinsing effects for removing bacteria were the most effective when rice was rinsed only with water without the immersion process. Collectively, rinsing rice with water only was more effective than using disinfectants in the immersion water during rice flour production.

Key words : antibacterial activity, disinfectants, rinsing, rice, rice flour

쌀은 세계적으로 주요한 곡식으로서 벼의 알곡으로부터 도정되며, 도정 정도에 따라서 불리는 이름과 영양성분 조성이 각각 다르다. 볍씨에서 왕겨를 제거하면 현미가 되며 일반적으로 도정도가 92% 이상인 경우를 백미라고 한다[1]. 쌀은 밀과 함께 세계인의 주식으로 사용되고 있으며 밀은 가루로 제분하여 다양한 제품으로 가공해 섭취하는 반면, 쌀은 도정하여 낱알의 상태로 물을 넣어 밥을 지어 먹어왔다[2]. 그러나 최근 식생활이 서구화 혹은 다양화됨에 따라 수세나 취반을 필요로 하는 쌀밥 보다는 육류, 패스트푸드 등의 가공식품의 소비가 늘고 있어 1인당 쌀 소비량이 급격히 감소하는 추세이다[3]. 따라서 최근 쌀 소비 확대의 일환으로 쌀가루를 주원료로 한 새로운 쌀 가공식품 개발에 대한 연구가 활발히 전개되고 있으며, 최근 농림식품부에서는 쌀 가공식품 시장규모가 1조 8,000 억원대에 이르는 시장이 형성되었다고 발표하였다[4]. 이와 같이 쌀을 원료로 한 쌀가루의 수요는 증가하고 있지만 국내외 적으로 *Bacillus cereus*, 대장균 및 대장균군, 그리고 효모 및 곰팡이 등 쌀 내의 잠재적 미생물 요소들에 대하여 몇 편의 연구논문들이 발표되었으나 쌀의 잠재적 미생물 요소들을 분석하기 위하여 쌀을 균질화 하는 것이 일반적이지만 쌀 및 쌀가루의 유해 미생물에 관한 연구가 부족한 실정이다[5-7].

쌀은 일반적으로 수분함량이 12-14%의 상태로 저장 및 유통되며[8] 이와 같이 수분 함량이 낮은 쌀에서도 *B. cereus*를 포함한 대부분 미생물들의 생존이 가능하며 지금까지 쌀 함유 식품류로부터 기인된 식중독이 간헐적으로 발생하였다[9]. 그리고 국내에서 시판되는 쌀의 미생물학적 프로파일을 조사한 연구결과에 의하면 쌀가루의 원료가 되는 쌀에는 총호기성세균, 포자형성 호기성균, 젖산균, 그

*Correspondence to: Keun-Sung Kim, Department of Food Science and Technology, Chung-Ang University, 72-1, Ansung, Gyunggi 456-756, Korea
Tel: 82-31-670-3032, Fax: 82-31-675-4853
E-mail: keunsung@cau.ac.kr

리고 진균이 잔류되어 있는 것으로 보고되었다[10]. 또한 비가공 섭취 식품인 생식 혹은 선식 등의 원료로 사용되는 쌀가루는 살균과정 없이 바로 섭취되기 때문에 식중독을 야기할 수 있는 위해 미생물이 잔류되어 있지 않아야 한다.

그러므로 본 연구에서는 다양한 용도로 사용될 수 있는 습식 쌀가루의 제분과정 중에서 유해 미생물의 증식을 억제하기 위하여 침지공정이나 세척공정에 사용되는 물에 천연살균제인 쌀뜨물발효액 혹은 화학살균제인 chlorine dioxide (CD)와 sodium benzoate (SB)를 각각 첨가하여 침지공정이나 세척공정 중 쌀에 잔류 미생물의 증식억제 정도를 파악하였다. 또한 원료 쌀의 잔류 미생물을 제거하기 위하여 침지공정 전과 후 세척 횟수별 잔류 미생물의 제거 정도를 파악하였다.

재료 및 방법

검체 및 표준균주

본 연구에 사용된 검체는 2011년 가을에 수확하여 2012년 2월에 도정한 백미로 경기도 안성에 위치한 대형 식료품 유통점에서 구입하여 사용하였다. 본 연구에 사용된 표준균주는 *Salmonella typhimurium* ATCC 19585, *Escherichia coli* ATCC 10536, 그리고 *Bacillus cereus* ATCC 13061를 사용하였다. 각 표준균주는 2.3% Nutrient broth (NB, Difco Laboratories, Detroit, MI, USA) 를 사용하여 36 ± 1°C에서 24시간동안 배양하여 사용하였다[11].

살균제

백미 검체에 존재하는 잠재적인 위해 미생물의 저감화를 위하여 본 연구에서 사용된 천연살균제로는 최근 식당 및 가정에서 살균제로 널리 쓰이고 있는 쌀뜨물 발효액을 사용하였다[12]. 본 연구에서는 쌀뜨물에 함유되어있는 천연 microflora와 젖산균과 효모를 주로 포함하는 effective microorganism (EM) 을 사용하여 쌀뜨물을 발효하여 생산한 쌀뜨물발효액 (pH 4.0)을 ㈜라이스텍 (Ansung, Gyungki-do, Korea) 으로부터 제공받았다[13]. 쌀뜨물발효액은 0.45 μm syringe filter (Whatman, Ltd., Kent, England) 를 사용하여 쌀뜨물발효액 내에 존재하는 잔류 미생물을 제거한 후 제균된 쌀뜨물발효액을 본 연구에 사용하였다. 또한 본 연구에서 화학 살균제로서 국내 식품첨가물공전에 허용되어 있으며 과일·채소류 세척에 많이 사용되는 chlorine dioxide (CD, Ecogreen, Suwon, Gyungki-do, Korea)와 인공합성 보존료로 식품에 많이 사용되고 있는 sodium benzoate (SB, Sigma-Aldrich, Brøndby, Denmark)를 사용하였다[14-16]. 본 연구에 사용된 천연 혹은 화학 살균제들은 아래에 기술한 바와 같이 각각 다른 농도로 검체에 첨가하여 사용하였다.

잠재적 위해 세균에 대한 살균제의 항균 효과

본 연구에서는 일반적으로 식품 기인 식중독을 일으키는 세균인 *S. typhimurium*와 *E. coli* 그리고 가열 공정에도 살아남을 수 있는 포자형성세균인 *B. cereus*를 백미 내에 잔류 가능성이 있는 잠재적 위해 세균들로 선정하였으며[17], 각각의 종들에 대한 표준균주를 대상으로 하여 다음과 같이 항균효과를 측정하였다. 2.3% Nutrient Broth (NB, Difco Laboratories, Detroit, MI, USA) 액체 배지에 전배양된 *S. typhimurium*, *E. coli* 그리고 *B. cereus* 표준균주를 25 ml의 NB 액체 배지에 0.1 ml씩 각각 접종하였다. 접종된 NB 액체 배지에 천연살균제인 쌀뜨물발효액을 0, 4, 20, 혹은 40%의 농도로 각각 첨가하였다. 그리고 접종된 NB 액체 배지에 화학살균제인 CD를 0, 0.01, 0.02, 혹은 0.1%의 농도로 각각 첨가하였고, 또한 SB를 0, 0.1, 1.0, 혹은 5.0%의 농도로 각각 첨가하였다. 그리고 각각의 살균제가 첨가된 NB 액체 배지를 36 ± 1°C에서 24시간동안 배양하였다. 살균제가 첨가된 배양액은 0.85% 생리식염수를 사용하여 십진 희석한 후 2.3% Nutrient Agar (NA, Difco Laboratories, Detroit, MI, USA) 고체 배지에 각각 도말하였다. 그리고 36 ± 1°C에서 24시간 동안 배양한 후 세균 수를 측정하여, 각각의 대상 세균 숫자를 cfu/ml로 환산하여 표시하였다.

백미 잔류세균에 대한 살균제의 항균 효과

백미 검체에 존재하는 잠재적인 위해 미생물 저감화를 위하여 위에서 기술한 표준균주 배양액에 대한 항균력 측정할 때와 동일한 농도로 천연살균제인 쌀뜨물발효액과 화학살균제인 CD와 SB를 각각 백미 검체에 첨가한 후 항균력을 측정하였다. 침지과정 중 백미 검체에 쌀뜨물발효액을 0, 4, 20, 혹은 40% 농도로 각각 첨가하였다. 그리고 백미 검체에 CD를 0, 0.01, 0.02, 혹은 0.1% 농도로 각각 첨가하였고, 또한 SB를 0, 0.1, 1.0, 혹은 5.0%의 농도로 각각 첨가하였다. 그리고 각각의 살균제가 첨가된 침지수에 백미 검체를 25 ± 1°C에서 4시간동안 침지하였다. 그리고 각각의 살균제가 첨가된 침지수에 침지하여 살균처리 후 백미 검체의 잔류세균 정량분석을 위하여 살균처리된 백미 검체 25 g을 멸균 처리된 0.85% 생리식염수 225 ml을 사용하여 균질화 시켰다. 균질화된 백미 검체를 0.85% 생리식염수에 각각 십진 희석한 후 NA 고체 배지에 도말하였다. 그리고 도말된 NA 고체 배지를 36 ± 1°C에서 24시간 동안 배양한 후 총호기성세균수를 측정하여 cfu/g으로 환산하여 표시하였다[18].

백미 침지 전과 후 세척 횟수에 따른 백미 잔류 세균 제거 효과

백미 검체는 세척만 한 검체와 침지를 한 후 세척한 검체 그리고 세척을 한 후 침지 한 검체에 대하여 각각 총호기성세균수를 측정하였다. 세척은 백미 검체 25 g을 멸

균된 증류수 75 ml를 첨가한 후 hot plate stirrer (MSA-20A, Daehan Scientific Co. Ltd., Gangwon-do, Korea) 를 이용하여 200 rpm으로 1분간 각각 0, 1, 혹은 5회씩 세척하였다. 그리고 침지는 멸균된 증류수에 25 ± 1°C에서 4시간동안 침지하였다. 세척 및 침지 처리를 한 각각의 백미 검체는 멸균 처리된 0.85% 생리식염수 225 ml을 사용하여 균질화 시켰다. 그리고 균질화된 백미 검체를 0.85% 생리식염수에 각각 십진 희석한 후 NA 고체 배지에 도말하였다. 그리고 도말된 NA 고체 배지를 36 ± 1°C에서 24시간 동안 배양한 후 총호기성세균수를 측정하여 cfu/g으로 환산하여 표시하였다.

통계처리

자료의 분석과 통계처리는 SPSS Statistics 20을 이용하여 Duncan's multiple range test로 각 살균제별 유의성 검증하였다. 유의성 검증은 $p = 0.05$ 수준에서 실시하였다.

결 과

잠재적 위해 세균에 대한 살균제의 항균 효과

액체 배양액 내에서 각 표준균주에 대한 천연살균제 및 화학살균제의 항균력을 측정하여 세가지 세균종에 대한 표준균주별로 사용된 살균제들의 항균력을 비교하였다. *S. typhimurium* ATCC 19585 표준균주 배양액에 천연살균제인 쌀뜨물발효액을 0, 4, 20, 혹은 40%의 농도로 각각 첨가하여 배양하였을 때 *S. typhimurium* 표준균주가 각각 9.58, 9.41, 3.10, 그리고 2.94 log cfu/ml으로 검출되었다(Table 1). 그러므로 쌀뜨물발효액을 40% 농도로 첨가하였을 때는 첨가하지 않았을 때에 비해 *S. typhimurium* 표준균주가 6.64 log cfu/ml 감소하였다. 그리고 화학살균제인 CD를 0,

Table 1. Antibacterial activity of fermented rice spent water (FRSW) against *S. typhimurium*, *E. coli*, *B. cereus*, and total aerobic mesophilic bacteria (TAMB)

Concentration (%)	Bacterial counts (log cfu/ml in culture broth)			Total aerobic mesophilic bacterial counts (log cfu/g in rice)
	S. typhimurium	*E. coli*	*B. cereus*	
0	9.58[a1)]	8.32[a]	8.26[a]	4.61[c]
4	9.41[b]	8.15[b]	7.58[b]	4.21[c]
20	3.10[c]	3.21[c]	3.09[c]	3.80[c]
40	2.94[c]	2.95[c]	2.80[c]	3.51[c]

[1)]Values in the same column followed by different superscripts are significantly different as determined by Duncan's multiple range ($p < 0.05$).

Table 2. Antibacterial activity of chlorine dioxide (CD) against *S. typhimurium*, *E. coli*, *B. cereus*, and total aerobic mesophilic bacteria (TAMB)

Concentration (%)	Bacterial counts (log cfu/ml in culture broth)			Total aerobic mesophilic bacterial counts (log cfu/g in rice)
	S. typhimurium	*E. coli*	*B. cereus*	
0	9.32[a1)]	9.28[a]	8.07[a]	4.61[c]
0.01	8.20[b]	4.79[b]	4.90[b]	3.92[c]
0.02	4.15[c]	3.51[b]	2.76[b]	3.86[c]
0.1	ND[2)c]	ND[b]	ND[b]	3.60[c]

[1)]Values in the same column followed by different superscripts are significantly different as determined by Duncan's multiple range ($p < 0.05$).
[2)] ND, not detected, indicating less than the detection limit (< 100 cfu/ml)

Table 3. Antibacterial activity of sodium benzoate (SB) against *S. typhimurium*, *E. coli*, *B. cereus*, and total aerobic mesophilic bacteria (TAMB)

Concentration (%)	Bacterial counts (log cfu/ml in culture broth)			Total aerobic mesophilic bacterial counts (log cfu/g in rice)
	S. typhimurium	*E. coli*	*B. cereus*	
0	9.32[a]	9.28[a]	8.07[a]	4.61[c]
0.1	8.97[b]	8.95[b]	7.75[b]	4.50[c]
1	7.26[c]	6.26[c]	3.16[c]	4.15[c]
5	2.56[c]	5.65[c]	2.00[c]	3.31[c]

[1)] Values in the same column followed by different superscripts are significantly different as determined by Duncan's multiple range ($p < 0.05$).

0.01, 혹은 0.02%의 농도로 첨가하였을 때 *S. typhimurium* 표준균주가 각각 9.32, 8.20, 그리고 4.15 log cfu/ml으로 검출되었으며, 그리고 CD를 0.1% 농도로 첨가하였을 때는 검출되지 않았으므로 첨가하지 않았을 때에 비해 *S. typhimurium* 표준균주가 9.32 log cfu/ml 감소하였다(Table 2). *S. typhimurium* 배양액에 화학살균제인 SB를 0, 0.1, 1.0, 혹은 5.0%의 농도로 첨가하였을 때 *S. typhimurium* 표준균주가 각각 9.32, 8.97, 7.26, 그리고 2.56 log cfu/ml로 검출되었다(Table 3). 그러므로 SB를 5.0% 농도로 첨가하였을 때는 첨가하지 않았을 때에 비해 *S. typhimurium* 표준균주가 6.77 log cfu/ml 감소하였다.

E. coli ATCC 10536 표준균주 배양액에 천연살균제인 쌀뜨물발효액을 0, 4, 20, 혹은 40%의 농도로 첨가하였을 때 *E. coli* 표준균주가 각각 8.32, 8.15, 3.21, 그리고 2.95 log cfu/ml로 검출되었다(Table 1). 그러므로 쌀뜨물발효액을 40% 농도로 첨가하였을 때는 첨가하지 않았을 때에 비해 *E. coli* 표준균주가 5.37 log cfu/ml 감소하였다. 그리고 *E. coli* 표준균주 배양액에 화학살균제인 CD를 0, 0.01, 혹은 0.02%의 농도로 첨가하였을 때 *E. coli* 표준균주가 각각 9.28, 4.79, 그리고 3.51 log cfu/ml로 검출되었으며, 그리고 CD를 0.1% 농도로 첨가하였을 때는 검출되지 않았으므로 첨가하지 않았을 때에 비해 *E. coli* 표준균주가 9.28 log cfu/ml 감소하였다(Table 2). 그리고 *E. coli* 표준균주 배양액에 화학살균제인 SB를 0, 0.1, 1.0, 혹은 5.0%의 농도로 첨가하였을 때 *E. coli* 표준균주가 각각 9.28, 8.95, 6.27, 그리고 5.65 log cfu/ml로 검출되었다(Table 3). 그러므로 SB를 5.0% 농도로 첨가하였을 때는 첨가하지 않았을 때에 비해 *E. coli* 표준균주가 3.63 log cfu/ml 감소하였다.

B. cereus ATCC 13061 표준균주 배양액에 천연살균제인 쌀뜨물발효액을 0, 4, 20, 혹은 40%의 농도로 첨가하였을 때 *B. cereus* 표준균주가 각각 8.26, 7.58, 3.09, 그리고 2.80 log cfu/ml로 검출되었다(Table 1). 그러므로 쌀뜨물발효액을 40% 농도로 첨가하였을 때는 첨가하지 않았을 때에 비해 *B. cereus* 표준균주가 5.46 log cfu/ml 감소하였다. 그리고 *B. cereus* 배양액에 화학살균제인 CD를 0, 0.01, 혹은 0.02%의 농도로 첨가하였을 때 *B. cereus* 표준균주가 각각 8.07, 4.90, 그리고 2.76 log cfu/ml로 검출되었으며, 그리고 CD를 0.1% 농도로 첨가하였을 때는 검출되지 않았으므로 첨가하지 않았을 때에 비해 *B. cereus* 표준균주가 8.07 log cfu/ml 감소하였다(Table 2). 그리고 *B. cereus* 배양액에 화학살균제인 SB를 0, 0.1, 1.0, 혹은 5.0%의 농도로 첨가하였을 때 *B. cereus* 표준균주가 각각 8.07, 7.75, 3.16, 그리고 2.00 log cfu/ml로 검출되었다(Table 3). 그러므로 SB를 5.0% 농도로 첨가하였을 때는 첨가하지 않았을 때에 비해 *B. cereus* 표준균주가 6.07 log cfu/ml 감소하였다.

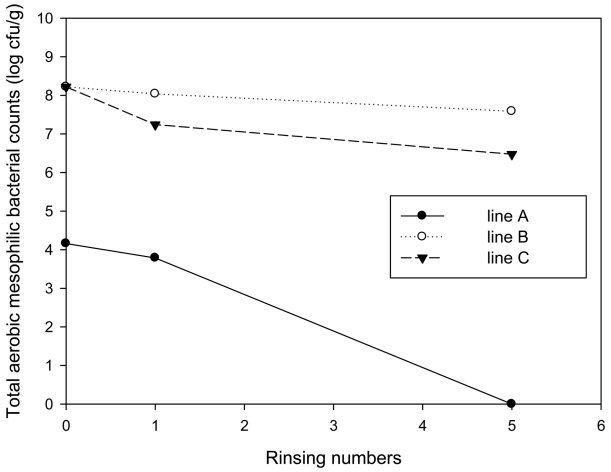

Fig. 1. Detection of total aerobic mesophilic bacteria (TAMB) after rice was rinsed with sterilized distilled water. (Line A : rice rinsed with water only without immersion, line B : rice rinsed with water after immersion, and line C : rice rinsed with water before immersion).

백미 잔류 세균에 대한 살균제의 항균 효과

백미 검체에 존재하는 잠재적인 위해 미생물 저감화를 위하여 천연살균제 및 화학살균제의 항균력을 측정하였다. 백미 검체 내에 존재하는 잠재적 위해 미생물 중 총호기성세균수가 4.61 log cfu/g으로 검출되었다. 백미 검체 내 잠재적 위해 미생물의 저감화를 위하여 침지수에 천연살균제인 쌀뜨물발효액을 4, 20, 혹은 40% 농도로 첨가하였을 때 총호기성세균수가 4.21, 3.80, 그리고 3.51 log cfu/g으로 검출되었으므로 쌀뜨물발효액을 40% 농도로 첨가하였을 때는 첨가하지 않았을 때에 비해 1.10 log cfu/g 감소하였다(Table 1). 그리고 침지수에 화학살균제인 CD를 0.01, 0.02, 혹은 0.1% 농도로 첨가하였을 때 총호기성세균수가 3.92, 3.86, 그리고 3.60 log cfu/g으로 검출되었다. 그러므로 CD를 0.1% 농도로 첨가하였을 때는 첨가하지 않았을 때에 비해 1.01 log cfu/g 감소하였다(Table 2). 그리고 침지수에 화학살균제인 SB를 0.1, 1, 혹은 5% 농도로 첨가하였을 때 총호기성세균수가 4.50, 4.15, 그리고 3.31 log cfu/g으로 검출되었으므로 SB를 5% 농도로 첨가하였을 때는 첨가하지 않았을 때에 비해 1.29 log cfu/g 감소하였다(Table 3).

백미 침지 전과 후 세척 횟수에 따른 백미 잔류 세균 제거 효과

습식 쌀가루 제조 과정 중 침지 과정에서 백미 검체 내 잔류 세균을 효과적으로 제거하기 위하여 백미 검체의 침지 전과 후 세척 횟수에 따른 제균 결과는 Fig. 1에 나타내었다. 백미 검체를 세척하지 않았을 때와 그리고 1회 세척하였을 때 총호기성세균수가 각각 4.16과 3.79 log cfu/g으로 검출되었으나 5회 세척하였을 때는 검출되지 않았다. 그리고 백미 검체를 먼저 침지를 시킨 후 0, 1, 혹은 5회 세척하였을 때 총호기성세균수가 각각 4.61, 3.64, 그

리고 2.88 log cfu/g으로 검출되었다. 그러므로 침지 후 세척하지 않은 검체에 비해 5회 세척한 검체의 총호기성세균수가 1.73 log cfu/g 감소하였다. 그리고 0, 1, 혹은 5회 세척한 후 침지하였을 때 총호기성세균수가 각각 4.61, 4.44, 그리고 3.98 log cfu/g으로 검출되었으므로 세척하지 않고 침지시킨 검체에 비해 5회 세척한 후 침지시킨 검체의 총호기성세균수가 0.63 log cfu/g 감소하였다.

고 찰

본 연구를 통하여 천연 살균제인 쌀뜨물발효액과 화학살균제인 CD와 SB는 백미 내 잔류 가능성이 있는 잠재적 위해 세균들로 선정한 *S. typhimurium*, *E. coli*, 그리고 *B. cereus* 표준균주들에 대하여 액체배양액 내에서 각각 첨가된 농도가 증가함에 따라서 이들 살균제들의 항균력이 비교적 급격히 증가하는 경향을 나타내었다. 그리고 각각 표준균주에 대하여 천연살균제인 쌀뜨물발효액을 액체배양액 내에 첨가하였을 때 항균 효과는 1% 농도로 첨가하였을 때 *B. cereus* 표준균주에 대하여 가장 큰 항균효과를 나타내었으며 5% 농도로 첨가하였을 때 항균력이 급격히 증가하는 경향을 나타내었다. 또한 쌀뜨물발효액을 10%의 농도로 첨가하였을 때는 5%의 농도로 첨가하였을 때와 큰 차이를 나타내지 않았다. 천연 살균제인 쌀뜨물발효액의 이러한 항균활성 현상은 하 등[12]의 연구결과와 비교하였을 때 *E. coli* 및 *S. typhimurium* 표준균주에 대하여 비슷한 정도의 항균 효과를 나타내었다. 화학살균제인 CD를 각각의 표준균주에 대하여 액체배양액 내에 첨가하였을 때 항균효과는 0.1%의 농도에서 모든 표준균주가 검출되지 않았다. 그러므로 CD가 쌀뜨물발효액이나 SB와 비교하였을 때 액체배양액 내에서 가장 높은 항균 효과를 나타내었다. 본 연구를 통하여 얻은 이들 표준균주에 대한 CD의 항균효과는 총호기성세균에 대한 CD의 항균효과를 연구한 홍 등[19]의 연구결과보다 더 높은 항균효과를 나타내었다. 그리고 각각의 표준균주에 대하여 화학살균제인 SB를 액체배양액 내에 첨가하였을 때 1% 농도에서는 *B. cereus* 표준균주에 대하여 가장 큰 항균효과를 나타내었으며 *S. typhimurium* 표준균주에 대하여 가장 낮은 항균효과를 나타내었다. 그러나 SB를 5%농도로 첨가하였을 때에는 *E. coli* 표준균주에 대하여 가장 낮은 항균효과를 나타내었으며 *B. cereus* 표준균주와 *S. typhimurium* 표준균주에 대해서는 비슷한 정도의 항균효과를 나타내었다. Ogiehor 등[20]의 연구결과에 의하면 *Aspergillus niger*, *A. flavus,* 그리고 *A. fumigautus* 곰팡이들에 대하여 SB를 0.6% 농도로 가리 (garri)에 첨가하여 일주일간 처리하였을 때 약 1 log cfu/g 감소하였으며, 본 연구에서 사용된 *E. coli, S. typhimurium,* 그리고, *B. cereus* 세균들에 대하여 나타난 항균효과보다 낮게 나타났다.

백미 내 잔류 세균에 대하여 천연 살균제인 쌀뜨물발효액과 화학살균제인 CD와 SB는 침지과정 중에 각각 첨가된 농도가 증가하면서 이들 살균제들의 항균력이 증가하는 경향을 나타내었다. 그러나 이러한 현상은 백미 내 잔류 가능성이 있는 잠재적 위해 세균들로 선정한 *S. typhimurium*, *E. coli*, 그리고 *B. cereus* 표준균주들에 대하여 액체배양액 내에서 천연살균제와 화학살균제들이 나타낸 항균력보다 낮게 나타났다. 이와 같은 현상을 종합하면 쌀을 침지하는 과정에서 백미 내 잔류 세균을 제거하거나 증식을 최소화 하기 위하여 이와 같은 살균제들이 사용될 때에 이들의 항균효과가 매우 낮게 나타날 것으로 추측된다.

또한 화학살균제인 CD를 백미 침지과정 중에 0.01%의 농도로 첨가하였을 때 호기성세균수가 약 1 log cfu/g 이 감소하였으나, 홍 등[19]의 연구결과에 따르면 삼계탕용 닭에 같은 농도의 CD를 처리하였을 때 약 0.7 log cfu/g 감소한 것으로 보고되어 백미 침지과정 중에 첨가하였을 때보다 더 낮은 항균효과를 나타내었다. 반면에 Wu 등[21]의 연구결과와 비교하였을 때 블루베리에 CD를 0.001%의 농도로 2시간 동안 처리하였을 때 *S. typhimurium* ATCC 14028 표준균주가 1.86 log cfu/g 감소하는 경향을 나타내었으므로 이때는 백미 침지과정 중에 CD를 0.001% 농도로 첨가하였을 때보다 더 높은 항균효과를 나타내었다.

백미 검체의 침지 전과 후 세척 횟수에 따른 백미 잔류 세균의 제거효과는 백미 검체를 침지하지 않고 세척하였을 때가 가장 높은 효과를 나타내었다. 그리고 세척을 한 후 침지를 시켰을 때는 세척 횟수가 증가하여도 잔류 세균의 수가 비슷한 정도로 나타났다. 김 등[22]의 연구에서는 부추, 깻잎, 양배추, 상추, 오이 등의 생채소와 같은 원재료들을 전처리 하는 과정에서 물세척 후 일반 세균수가 세척 전의 원재료보다 낮은 수치를 나타내었다고 하는 연구결과들과 본 연구의 결과는 비슷한 경향을 나타내었다. 그러나 오 등[23]의 연구결과에서는 세척을 하였을 때 쌈채소 (상추, 깻잎, 청경채, 케일) 표면에 잔존하는 총호기성세균의 경우 개체수가 오히려 증가하거나 감소 효과가 없었다고 보고하였다.

따라서 본 연구의 결과를 종합하면 백미의 살균 및 제균 방법으로는 천연살균제 및 화학살균제에 의한 살균방법보다는 물 등으로 세척하여 잔류 세균을 제거하는 것이 미생물학적으로 보다 안전하고 효율적인 방법이 될 수 있을 것으로 사료된다.

요 약

습식 쌀가루의 제분과정 중에서 유해 미생물의 증식을 억제하기 위하여 침지공정이나 세척공정에 사용되는 물에 천연살균제인 쌀뜨물발효액 혹은 화학살균제인 chlorine dioxide (CD)와 sodium benzoate (SB)를 각각 첨가하여 침

지공정이나 세척공정 중 쌀에 잔류 미생물의 증식억제 정도를 파악하였다. 또한 원료 쌀의 잔류 미생물을 제거하기 위하여 침지공정 전과 후 세척 횟수별 잔류 미생물의 제거 정도를 파악하였다. 쌀뜨물발효액, CD, 혹은 SB는 백미 내 잔류 가능성이 있는 잠재적 위해 세균들로 선정된 *S. typhimurium*, *E. coli*, 그리고 *B. cereus* 표준균주들에 대하여 액체배양액 내에서 각각 첨가된 농도가 증가함에 따라서 이들 살균제들의 항균력이 비교적 급격히 증가하는 경향을 나타내었으며, 쌀뜨물발효액이나 SB와 비교하였을 때 CD가 액체배양액 내에서 가장 높은 항균 효과를 나타내었다. 또한 쌀뜨물발효액, CD, 혹은 SB는 침지과정 중에 각각 첨가된 농도가 증가하면서 백미 내 잔류 세균에 대하여 이들 살균제들의 항균력이 증가하는 경향을 나타내었다. 그러나 이러한 현상은 위에서 언급한 *S. typhimurium*, *E. coli*, 그리고 *B. cereus* 표준균주들에 대하여 액체배양액 내에서 이들 천연살균제와 화학살균제들이 나타낸 항균력보다 낮게 나타났다. 한편 백미 검체의 침지 전과 후 세척 횟수에 따른 백미 잔류 세균의 제거효과는 백미 검체를 침지하지 않고 세척하였을 때가 가장 높은 효과를 나타내었다. 그리고 세척을 한 후 침지를 시켰을 때는 세척 횟수가 증가하여도 잔류 세균의 수가 비슷한 정도로 나타났다. 그러므로 결론적으로 백미의 살균 및 제균 방법으로는 살균제에 의한 살균방법보다는 물 등으로 세척하여 잔류 세균을 제거하는 것이 보다 안전하고 효율적인 방법이 될 수 있을 것으로 사료된다.

감사의 글

본 연구는 농림수산식품부 용도별 쌀가루의 미생물 위해요소에 대한 표준 품질지표 확립에 이루어진 것임.

참고문헌

1. 금준석: 쌀의 영양과 쌀 가공식품. 한국식품저장유통학회지., **9**, 38-54 (2010).
2. 신말식: 미래의 녹색 식품산업을 주도할 쌀 가공산업의 활성화. 한국식품저장유통학회지, **9**, 16-37 (2010).
3. 최봉규, 금준석, 이현유, 박종대: 쌀가루 제분방법 및 입자크기에 따른 백설기 품질특성. 한국식품저장유통학회지, **12**, 230-234 (2005).
4. 금준석: 미곡 가공기술 혁신을 통한 쌀 소비확대방안. 한국식품저장유통학회지, **9**, 49-59 (2010).
5. Kim, S.H., Kim, K.P., Jang, S.S., Shin, E.M., Kim, M.J., Oh, S., and Ryu, S.: Prevalence and toxigenic profiles of *Bacillus cereus* isolated from dried red peppers, rice, and Sunsik in Korea. *J. Food Prot.*, **72**, 578-582 (2009).
6. Park, Y.B., Kim, J.B., Shin, S.W., Kim, J.C., Cho, S.H., Lee, B.K., Ahn, J., Kim, J.M., and Oh, D.H.: Prevalence, genetic diversity, and antibiotic susceptibility of *Bacillus cereus* strains isolated from rice and cereals collected in Korea. *J. Food Prot.*, **72**, 612-617 (2009).
7. 박석규, 고용덕, 권선화, 손미예, 이상원: 쌀과 취반백미의 고온성 세균 분포 및 이상취 발생. 한국식품저장유통학회지, **10**, 70-74 (2003)
8. 김경애, 전은례: 도정도에 따른 쌀의 수화와 이화학적 특성. 한국식품과학회지, **28**, 959-964 (1996).
9. 식품의약품안전처 : 식중독 통계 시스템. http://www.mfds.go.kr/e-stat/index.do. Accessed January 21, 2012.
10. 김민주, 김병훈, 박성수, 박성희, 김동호, 김근성: 시판 백미의 미생물학적 프로파일 정량분석. 한국식품위생안전성학회지, **26**, 198-202 (2011).
11. Adebolu, T.T., and Oladimeji, S.A.: Antimicrobial activity of leaf extracts of *Ocimum gratissimum* on selected diarrhea causing bacteria in southwestern Nigeria. *Afr. J. Biotechnol.*, **4**, 682-684 (2005)
12. 하지형, 이유시, 이석주, 황선순, 하상도: 행주 내 식품위해미생물에 대한 쌀뜨물발효액의 살균 효과. 한국식품위생안전성학회지, **22**, 365-369 (2007).
13. Kim, K.S., Park, K.S., Kim, M.J., and Kim, S.Y.: Free phenolic contents and their antioxidant activities of fresh and fermented rice spent water. *Food Sci. Biotechnol.*, **19**, 1415-1420 (2010).
14. 식품의약품안전처 : 식품첨가물공전. (2012).
15. 박종숙, 남은숙, 박신인: 과일류의 염소 소독 농도 및 세척 횟수에 따른 미생물 제거 효과. 한국식품영양학회지, **21**, 167-183 (2008).
16. 이우원, 김병지, 임기재, 신종백: *Listeria monocytogenes*의 생존성에 관한 식육보존료의 효과. 한국가축위생학회지, **16**, 20-33 (1993).
17. Lee, S.Y., Chung, H.J., Shin, J.H., Dougherty, Richard, H., and Kang. D.H.: Survival and growth of foodborne pathogens during cooking and storage of oriental-style rice cakes. *J. Food Prot.*, **69**, 3037-3042 (2006).
18. 김세리, 심원보, 박선자, 하광수, 윤혜숙, 하상도, 김근성, 이규호, 김민곤, 김광엽, 김철호, 정덕화, 이규효: 생딸기 주스 제조 환경에서의 미생물학적 오염도 조사. 한국식품과학회지, **37**, 287-293 (2005).
19. 홍윤희, 김민기, 송경빈: 이산화염소수 처리가 삼계용 닭의 저온저장 중 미생물학적 변화 및 품질에 미치는 영향. 한국식품저장유통학회지, **15**, 769-773 (2008).
20. Ogiehor, I.S., and Ikenebomeh, M.J.: Antimicrobial effects of sodium benzoate on the growth, survival and aflatoxin production potential of some species of *Aspergillus* in garri during storage. *Pak. J. Nutr.*, **3**, 300-303 (2004).
21. Wu, V.C.H., and Kim, B.C.: Effect of a simple chlorine dioxide method for controlling five foodborne pathogens, yeasts and molds on blueberries. *Food Microbiology*, **24**, 794-800 (2007).
22. 김소희, 정수열: 단체급식에서 채소류 전처리를 위한 식초 소독의 미생물적 효과. 한국식품영양과학회지, **32**, 230-237 (2003).
23. 오소영, 최선태, 김지강, 임채일: 쌈채소의 세척방법에 따른 잔류농약 및 미생물 제거 효과. 원예과학기술지, **23**, 250-255 (2005).