pISSN 1229-1153 *J. Fd Hyg. Safety*
Vol. 30, No. 2, pp. 159~165 (2015)
http://dx.doi.org/10.13103/JFHS.2015.30.2.159

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

인삼류(홍삼, 백삼) 제조 · 가공업체의 미생물 오염도 조사

심원보[1] · 이채원[2] · 최영동[3] · 박상곤[3] · 정명진[2] · 김정숙[2] · 김세리[4] · 박기환[5] · 정덕화[2,3]*

[1]세계김치연구소, [2]경상대학교 농업생명과학연구원, [3]경상대학교 응용생명과학부
[4]농촌진흥청 국립농업과학원 농산물안전성부, [5]중앙대학교 식품공학부

Analysis of the Level of Microbial Contamination in the Manufacturing Company of Ginseng Products

Won-Bo Shim[1], Chae-Won Lee[2], Young-Dong Choi[3], Sang-Gon Park[3], Myeong-Jin Jeong[2], Jeong-Sook Kim[2], Se-ri Kim[4], Ki-Hwan Park[5], and Duck-Hwa Chung[2,3]*

[1]*World Institute of Kimchi, Gwangju 503-360, Korea*
[2]*Institute of Agriculture and Life Science, Gyeongsang National University, Jinju, Gyeongnam 660-701, Korea*
[3]*Division of Applied Life Science, Graduate School, Gyeongsang National University, Jinju, Gyeongnam 660-701, Korea*
[4]*Microbial Safety Team, Department of Crop Life Safety, NAAS, RDA, Wanju, Cheonbuk 565-851, Korea*
[5]*Department of Food Science and Technology, Chung-Ang University, Gyeonggi 456-756, Korea*
(Received January 13, 2015/Revised March 20, 2015/Accepted June 16, 2015)

ABSTRACT - The aim of this study was to investigate microbiological contamination levels in the manufacturing company of ginseng products (white and red ginseng). Firstly, the contamination level for ginseng and each stage ginseng were 1.8~4.9 log CFU/g (total bacteria), 1.2~3.0 log CFU/g (coliform), 0.8~4.1 log CFU/g (fungi). However, only *Bacillus cereus* among pathogenic bacteria was detected from a few sample. The contamination of total bacteria tended to decrease as ginseng was being processing. Therefore, that of finished products (white and red ginseng) showed the lowest contamination level among each stage ginseng sample. That of fungi decreased steadily, although the contamination of fungi has tended to increase right after ginseng was steamed. Secondly, the contamination level for working tools and facilities were 1.7~4.7 log CFU/cm^2 (total bacteria), 0.4~4.0 log CFU/cm^2 (coliform), 0.9~4.2 log CFU/cm^2 (fungi). Especially, washing and peeling machines were higher contamination level. Finally, the contamination level of worker who washed and steamed ginseng was higher than worker who shaped, sorted and stored ginseng. Also, *Staphylococus aureus* was detected at 0.2~0.7 log CFU/hand on some wokers' hands. These results showed proper heating condition (temperature and time) and tidy manufacturing facility are the most important to avoid developing any microbiological problem of Ginseng Products.

Key words : ginseng products, red ginseng, white ginseng, manufacturing process, microbial contamination

현대 사회는 생활수준의 향상과 고령화 사회로의 진입, 식습관에 기인하는 만성질환의 증가로 식물체가 가지고 있는 생리 활성물질에 의한 노화예방, 지연 및 질병예방 효과에 대한 관심이 고조되고 있다. 이에 따라 한약재를 이용한 건강기능성 식품에 대한 소비자의 요구가 증가됨과 동시에 병의 예방과 치료를 위한 목적으로 인삼제품의 수요가 증가하고 있다[1,2]. 인삼의 가공은 저장, 운반, 유통 등에 있어 편의를 주기위해 오래 전부터 발달되어 왔으며, 가공형태에 따라 부가가치가 크게 증가하는 경향이 있다. 최근에는 소비자의 기호를 충족시키기 위해서 여러 가지 가공 인삼식품 및 제품이 개발되고 있다[3]. 인삼은 가공방법에 따라 말리지 않은 수삼, 수삼을 그냥 건조한 반백삼, 잔뿌리를 자르고 껍질을 벗겨 만든 백삼, 수삼을 수증기나 기타방법으로 쪄서 익혀 말린 홍삼 등으로 구분하고 있다[4]. 수삼은 75% 내외의 수분을 함유하여 장기적 보존이나 유통이 어려워 대부분 백삼이나 홍삼류로 가공되는데, 원형이 그대로 유지되는 본삼류와 원형이 유지되지 않는 가공제품으로 나눈다. 특히 홍삼은 수삼을 증숙, 건조 및 정형하여 제조하는데, 이러한 가공처리 중 열처리

*Correspondence to: Duck-Hwa Chung, Division of Applied Life Science, Graduate School of Gyeongsang National University, Jinju, Gyeongnam 660-701, Korea
Tel: 82-55-772-1903, Fax: 82-55-757-5485
E-mail: dhchung@gnu.ac.kr

에 의해 사포닌과 아미노산 변화, 갈변반응, 전분 호화 등 다양한 화학적인 변화를 수반하여 수삼 및 백삼보다 약리효과가 증가한다[5]. 식품의약품안전처의 자료[6]에 따르면 2013년도 건강기능식품의 국내 총 생산액은 1조 4,820 억원으로 전년대비 5%가 증가하였다. 생산품목 중 인삼 제품류는 생산액 5,869 억원으로 전체 건강기능식품 중 40%를 차지하여 여전히 가장 높은 점유율을 보이는 것으로 나타났다. 인삼류 시장이 매년 증가하고 높은 점유율을 보임과 동시에 인삼류의 안전성에 대한 소비자들의 관심도 꾸준히 증가하고 있다. 인삼 및 인삼제품에 대한 소비자 선호도는 품질(30.7%), 안전성(16.5%), 가격(12.7%), 친환경적 생산(10.4%), 브랜드(4.2%)순으로, 안전성 확보에 대한 관심이 품질 다음으로 높게 나타났다[7]. 또한 대체적으로 소비자들이 농산물 구입 시 중요하게 고려하는 것이 품질, 가격, 안전성인 것으로 확인되었다[8]. 이러한 소비자들의 식품 안전성에 대한 요구에 따라 인삼류 제조·가공업체에서도 안전한 제품을 생산하기 위한 노력은 불가피하나 인삼류 생산시설의 규모에 맞는 위생관리지침은 마련되지 않아 위생관리에 대한 어려움이 있다[9]. 따라서 본 연구에서는 인삼류(백삼, 홍삼) 제조 시 발생할 수 있는 위해요소 중 생물학적 위해요소에 해당하는 미생물의 오염도를 파악하여, 인삼류의 제조 시 미생물에 대한 안전성 확보를 위한 기초자료를 마련하고자 하였다.

Materials and Methods

대상시료

인삼류(백삼, 홍삼) 제조・가공업체의 미생물 오염도를 조사하기 위하여 충남 금산에 소재한 백삼과 홍삼의 제조가 함께 이루어지고 있는 업체 중 제조공정이 유사한 3곳을 선정하여 원부재료(원료인삼, 용수), 인삼 공정품, 완제품, 작업자 개인위생(손, 장갑, 작업복), 제조설비(세척기, 탈피기, 건조기, 건조판, 증숙기, 증숙판), 작업도구(천막, 실) 그리고 공중낙하균을 포함한 25개 항목에 대해 총 150개의 시료를 수집하였다. 이때 인삼 공정품 시료는 Fig. 1과 같이 수집하였고, 작업자 개인위생의 경우 일반 제조공정 작업자와 실 묶음 작업자가 구분되어 있어 이들에 대해 각각 시료를 채취하였다.

시료채취 방법

원료인 공정별 인삼과 완제품은 300 g씩 멸균팩을 이용하여 채취하였고, 용수는 1 L씩 멸균 채수병(Medi-land, Korea)을 이용하여 채취하였다. 제조 설비와 작업도구인 천막은 10 × 10 cm^2의 면적대를 이용하여 swab kit (3M e・swab, 3M China Ltd., Shanghai, China)로 swabbing 하였고, 실도 멸균팩을 이용하여 채취하였다. 작업자 개인위생 중 손은 멸균 샘플팩에 50 mL의 멸균된 생리식염수를 붓고 손을 넣어 30초간 씻어서 손에 있는 미생물을 채취하는 glove juice법[10]에 준하여 시료를 채취하였다. 모든 시료는 얼음을 채운 시료보관용 아이스박스에 담아 냉장 운반하여 4시간 이내에 각 위해요소들을 분석하였다.

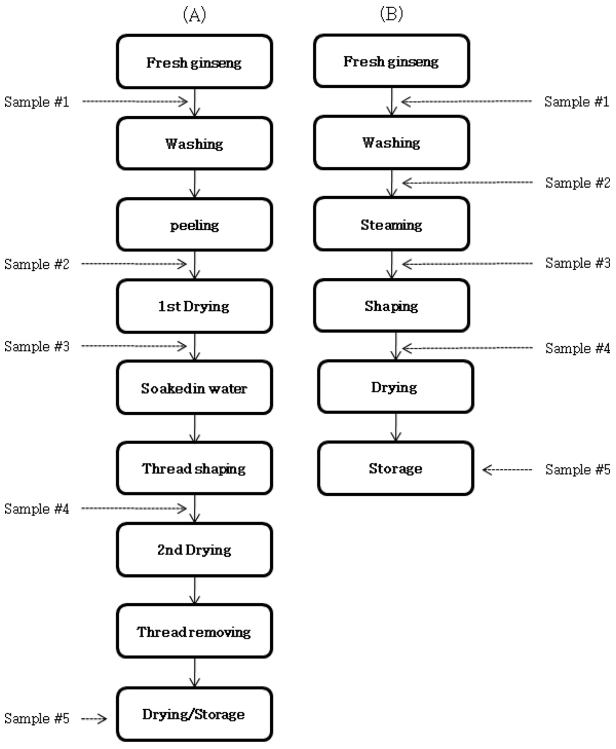

Fig. 1. Manufacturing process of white ginseng (A) and red ginseng (B).

위생지표세균과 곰팡이의 오염도 측정

위생지표세균 중 일반세균과 대장균군은 정량분석을, 대장균은 정성분석을 실시하였다. 위생지표세균과 곰팡이의 분석을 위하여 공정별 인삼, 백삼 및 홍삼은 10 g을 칭량하여 각각 0.85% 멸균 생리식염수 90 mL를 첨가하여 균질기(Stomacher 80, Seward, U.K)로 균질화 하였다. 액체시료인 용수와 swab kit를 이용하여 채취한 표면검체 시료, glove juice법에 의해 채취된 작업자 손 시료와 0.85% 멸균 생리식염수 10 mL에 넣은 실은 별다른 전처리과정 없이 강하게 진탕하여 사용하였다. 균질화 된 시료는 단계희석한 후 1 mL씩을 취하여 일반세균 측정용 및 coliform 측정용 petrifim (3M, St. Paul, MN, USA)에 각각 분주하고 37°C에서 24시간 배양한 후 형성된 집락을 계수하였다. *Escherichia coli*는 시료를 EC broth (Difco, Becton Dickinson and Company, Sparks, MD, USA)에 증균배양(37°C, 24시간) 하여 가스를 생성한 양성의심 시료만 eosin methylene blue agar (Difco)에 재배양하였다. 이후 녹색의 금속성 광택을 띄는 집락에 한해 tryptic soy agar (Difco)에서 배양한 다음 다시 ChromID™ Coli agar (BioMrieuxSA,

Marcy Etoile, France)에 배양하여 핑크색 집락 생성을 확인하여 오염유무를 확인하였다. 곰팡이의 분석은 일반세균 및 대장균군 분석과 동일하게 시료를 단계 희석한 후 0.1 및 1 mL씩을 rose bengal agar (Difco)에 도말하여 28ºC에서 72시간 배양한 다음 형성된 집락를 계수하였다.

병원성 미생물의 오염도 측정

주요 식중독 세균으로 알려져 있는 *E. coli* O157:H7, *Listeria monocytogenes*, *Salmonella* spp., *Staphylococus aureus* 및 *Bacillus cereus*를 대상으로 병원성 미생물 오염도를 측정하였다. 이들 중 *E. coli* O157:H7, *L. monocytogenes* 및 *Salmonella* spp.는 증균 및 분리배양, 확인시험 과정을 거쳐 정성분석을, *S. aureus* 와 *B. cereus*는 정량분석과 정성분석을 함께 실시하였다. 이때 *E. coli* O157:H7, *L. monocytogenes* 및 *Salmonella* spp. 분석용 시료는 멸균된 0.1% 펩톤수를 이용하여 위생지표세균과 곰팡이 분석용 시료와 동일하게 전처리 하였으며, 모든 실험은 식품공전[11]에 따라 수행하였다.

E. coli O157:H7은 mEC broth (Difco)에 증균시켜 가스를 생성한 시료만을 MacConkey sorbitol agar (Difco)에 접종하여 37ºC에서 24시간 배양한 다음 sorbitol을 분해하지 않는 무색 집락을 대상으로 PCR (GeneAmp 2400, Applied Biosystems, Foster City, CA, USA)을 실시하여 최종확인하였다. *L. monocytogenes*는 fraser broth (Difco)에 증균한 다음 진한 갈색을 나타내는 시료에 한해서 oxford agar (Oxoid, Basingstoke, Hampshire, UK)에 접종하여 37ºC에서 24시간 배양하여 검은색 환으로 둘러싸인 집락을 대상으로 PCR을 실시하여 최종확인 하였다. *Salmonella* spp.는 Rappaport-Vassiliadis broth (Difco)에 증균한 다음 배지가 혼탁해진 시료에 한해서 xylose lysine desoxycholate agar (Difco)에 접종하여 37ºC에서 24시간 배양하였으며, 생성된 검은색 집락을 대상으로 PCR을 실시하여 최종확인 하였다.

*S. aureus*와 *B. cereus*는 각각 baird-parker agar (Difco)와 mannitol-egg yolk polymyxin agar (Difco)에 도말하여 37ºC에서 48시간 동안 배양한 후 *S. aureus*는 혼탁한 환을 갖는 검정색 집락을, *B. cereus*는 혼탁한 환을 갖는 분홍색 집락을 계수하여 정량분석을 하였다. 정성분석은 계수한 각 평판에서 5개의 전형적인 집락을 선별하여 tryptic soy agar (Difco)에 배양 한 후 PCR로 최종 확인하였다.

이때 *E. coli* O157:H7, *L. monocytogenes* 및 *Salmonella* spp.의 PCR 반응은 predenaturation 5분(94ºC), denaturation 30초(94ºC), primer annealing 30초(60ºC) 및 extension 30초(72ºC)의 조건으로 30 cycle을 수행하고, final extension을 72ºC에서 5분간 실시하였다. *B. cereus*와 *S. aureus*의 경우는 predenaturation 5분(94ºC), denaturation 1분 또는 30초(94ºC), primer annealing 2분 또는 30초(55ºC) 및 extension 1.5분 또는 30초(72ºC)의 조건으로 30 cycle을 수행하고, final extension을 72ºC에서 7분간 실시하였다. PCR 반응을 통해 생성된 증폭물은 1.2% agarose gel 상에서 전기영동 하여 확인하였다.

공중낙하균의 오염도 측정

백삼, 홍삼 제조 시설 내의 공기 중 미생물 오염도를 확인하고자 위생지표세균과 병원성 미생물, 곰팡이를 분석하였다. 각 미생물에 대한 선택배지가 분주되어 있는 petri dish의 뚜껑을 열어 주요 작업이 이루어지는 작업대 위에 15분간 방치하는 방법으로 시료를 채취한 다음 parafilm으로 밀봉 후 37ºC에서 48시간(단, 곰팡이는 28ºC에서 72시간) 배양하였다. 특히 병원성 미생물의 경우 배양된 colony 중 제조사의 매뉴얼에서 제시한 특정 집락을 대상으로 앞서 설명한 바와 같이 PCR로 재확인하였으며, 모든 세균수는 $\log_{10}$ CFU 값으로 환산하여 나타내었다.

Results and Discussion

원부재료 및 인삼 공정품

원부재료는 원료수삼과 용수, 인삼 공정품은 백삼의 경우 세척/탈피 후, 건조 후, 실 묶음 후 공정품 및 완제품을, 홍삼의 경우 세척 후, 증숙 후, 치미 후 공정품 및 완제품을 대상으로 미생물 오염도를 조사하였으며, 그 결과는 Table 1과 같다. 원부재료 중 수삼에서는 일반세균 4.9 log CFU/g, 대장균군 2.7 log CFU/g, *B. cereus* 0.7 log CFU/g, 곰팡이 4.1 log CFU/g 수준으로 검출되었고, 수삼의 세척수로 사용되는 용수에서는 일반세균만 0.8 log CFU/mL로 검출되었다.

백삼의 공정품 및 완제품에서는 일반세균이 세척/탈피 후 2.9 log CFU/g, 건조 후 3.1 log CFU/g, 실 묶음 후 2.6 log CFU/g, 완제품 2.7 log CFU/g 으로 검출되었고, 대장균군은 제조공정별로 2.2~3.0 log CFU/g, 곰팡이 또한 0.7~1.2 log CFU/g 수준으로 검출되었다. 병원성 미생물의 경우 *B. cereus*만 일부 시료에서 0.1~0.6 log CFU/g 으로 검출되었다. 전반적으로 원료수삼에 비교적 높은 수준으로 오염되어 있던 미생물들이 제조공정을 거치는 과정에서 감소하거나 사멸하는 것을 확인할 수 있었다. 특히 일반세균은 세척을 통해 오염도가 가장 많이 감소하는 것을 볼 때 원료수삼에 묻어 있는 흙이나 이물을 최대한 제거하는 것만으로도 오염도를 감소시킬 수 있음을 확인하였다. 또한 건조 후 공정품에서는 다른 단계의 공정품 보다 일반세균과 대장균이 조금 높게 검출되었는데, 이는 건조과정 중의 온도와 습도에 의해 균이 증가되었을 것으로 추측된다.

홍삼의 공정품 및 완제품에서는 일반세균이 세척 후 3.4 log CFU/g, 증숙 후 3.7 log CFU/g, 치미 후 2.7 log CFU/g, 완제품 1.8 log CFU/g 으로 검출되었고, 대장균군은 세척

Table 1. Microbiological evaluation of materials and ginseng in process (Unit: log CFU/g)

Source	Samples (n = 6)	Sanitary indication bacteria			Pathogenic bacteria			Fungi
		Total bacteria	Coliforms	*E. coli*	*S. aureus*	*B. cereus*	Others[1)]	
Materials	Fresh ginseng	4.9 ± 0.2	2.7 ± 0.2	ND[2)]	ND	0.7 ± 0.0	-[3)]	4.1 ± 0.1
	Water	0.8 ± 0.2	ND	ND	ND	ND	-	ND
White ginseng	After washing/peeling	2.9 ± 0.3	2.7 ± 0.4	ND	ND	0.6 ± 0.2	-	1.2 ± 0.2
	After drying	3.1 ± 0.0	3.0 ± 0.0	ND	ND	0.1 ± 0.1	-	1.0 ± 0.1
	After thread shaping	2.6 ± 0.2	2.6 ± 0.1	ND	ND	ND	-	0.9 ± 0.1
	After drying/storage	2.7 ± 0.1	2.2 ± 0.2	ND	ND	ND	-	0.7 ± 0.0
Red ginseng	After washing	3.4 ± 0.1	2.7 ± 0.2	ND	ND	0.7 ± 0.3	-	1.4 ± 0.1
	After steaming	3.7 ± 0.1	2.6 ± 0.1	ND	ND	ND	-	3.7 ± 0.2
	After shaping	2.7 ± 0.4	2.5 ± 0.1	ND	ND	ND	-	2.9 ± 0.0
	After drying/storage	1.8 ± 0.1	1.2 ± 0.4	ND	ND	ND	-	0.8 ± 0.1

[1)]Others: *Escherchia coli* O157, *Listeria monocytogenes*, *Salmonella* spp.
[2)]ND: Not Detected
[3)]-: Negative by PCR

후, 증숙 후, 치미 후 공정품에서 2.5~2.7 log CFU/g 으로, 완제품에서는 1.2 log CFU/g 으로 검출되었다. 곰팡이는 증숙 후 공정품에서 3.7 log CFU/g으로 검출되었고, 나머지 공정품에서는 0.8~2.9 log CFU/g으로 증숙 후 공정품 보다 낮은 수준으로 검출되었다. 병원성 미생물의 경우 *B. cereus* 만 세척 후 공정품에서 0.7 log CFU/g 검출되었다. 백삼과 마찬가지로 홍삼도 제조공정을 거칠수록 미생물 오염도가 감소하거나 사멸하는 것으로 확인되었다. 특히 일반세균의 경우 세척 후 공정품에서 탈피과정을 거쳐 껍질이 제거된 백삼보다 미생물 오염도가 높은 것으로 확인되었는데, 이는 인삼 껍질표면에 묻어있는 일정 수준 이상의 미생물이 존재하는 흙 등이 세척을 통해 완전히 제거되지 않고 남아있을 가능성이 있기 때문인 것으로 생각된다. 곰팡이의 경우 세척을 통해 오염도가 감소하였다가 증숙 후에 다시 높아진 것을 확인할 수 있었다. 가공 중 제조시설의 내부 온도가 증가함에 따라 응결수의 발생가능성으로 곰팡이 번식에 유리한 환경이 조성될 수 있다는 보고가 있으며[12)], 홍삼의 경우도 이러한 영향을 받아 곰팡이의 오염도가 높아진 것으로 판단된다. 또한 증숙 후 공정품은 수분함량이 원료수삼 보다 높아지고, 열을 식히는 과정에서 곰팡이가 잘 자랄 수 있는 온도가 되기 때문에 다른 공정에서 보다 오염도가 높은 것으로 생각되며, 이후 건조과정을 거치면서 삼의 수분을 제거하여 수분함량이 15%이하가 되게 유지함으로써 곰팡이가 증식할 수 없는 수분활성도 상태가 됨에 따라 오염도가 다시 낮아진 것으로 추측된다.

또한 Shim 등[9)]의 국내 유통 중인 인삼류의 미생물 오염도 연구에서는 일반세균이 수삼 4.83 log CFU/g, 백삼 3.9 log CFU/g, 홍삼 1.7 log CFU/g, 대장균군이 수삼 5.0 log CFU/g, 백삼 3.3 log CFU/g, 홍삼 0.9 log CFU/g, 곰팡이가 수삼 2.5 log CFU/g, 백삼 및 홍삼 0.4 log CFU/g 으로 검출되었다. 이와 비교해 보았을 때 유통 전의 인삼류 완제품의 미생물 오염도는 유통단계에서와 유사하거나 낮은 수준이었으며, 홍삼의 경우만 약간 높았다. 이는 생산된 완제품에서 미생물 오염도가 낮게 확인되더라도 유통 중의 부주의한 취급에 의해 미생물 오염도가 증가할 수 있음을 나타내며, 제조과정 뿐만 아니라 유통 과정에서도 미생물의 오염을 방지하기 위한 노력이 필요할 것으로 판단된다.

제조설비 및 작업도구

인삼류 제조설비와 작업도구에 대한 미생물 오염도를 확인한 결과는 Table 2와 같다. 일반세균은 세척기와 탈피기에서 4.0 log CFU/100 cm^2 이상의 수준으로 다른 시료보다 높은 오염 수치를 나타내었다. 건조기와 증숙기의 경우에는 각각 1.7 log CFU/100 cm^2 및 1.8 log CFU/100 cm^2 검출되었고, 건조판과 증숙판에서는 2.1 log CFU/100 cm^2 및 2.7 log CFU/100 cm^2 으로 기기보다는 높게 검출되었으나 전체적으로는 다른 설비에서 보다 낮은 수치로 검출되었다. 작업도구의 경우 천막에서는 2.2 log CFU/100 cm^2, 실에서는 3.4 log CFU//100 cm^2 으로 검출된 것을 확인하였다. 대장균군은 일반세균의 결과와 유사한 패턴으로 세척기와 탈피기에서 각각 4.0 log CFU/100 cm^2 및 3.7 log CFU/100 cm^2 으로 검출되었으며, 다른 제조 설비에서는 0.4~1.0 log CFU/100 cm^2 으로 비슷한 오염도를 나타내는 것으로 확인되었다. 작업도구는 실에서는 2.2 log CFU/100 cm^2 으로 검출되었고, 천막에서는 1.2 log CFU/100 cm^2 으로 검출되었다. 곰팡이 또한 제조설비와 작업도구에서 0.9~4.2 log CFU/100 cm^2 수준으로 검출되어, 일반세균 및 대장균군의 결과와 유사한 경향을 나타내었다. 병원성 미생물은 일부 시료에서 *B. cereus*만 0.1~0.6 log CFU/100 cm^2의 비

Table 2. Microbiological evaluation of manufacturing facilities and working tools (Unit: log CFU/100 cm^2)

Source	Samples (n = 6)	Sanitary indication bacteria			Pathogenic bacteria			Fungi
		Total bacteria	Coliforms	*E. coli*	*S. aureus*	*B. cereus*	Others[1)]	
Manufacturing facilities	Washer	4.7 ± 0.0	4.0 ± 0.0	ND[2)]	ND	0.6 ± 0.6	-[3)]	4.2 ± 0.0
	Peeler	4.0 ± 0.4	3.7 ± 0.1	ND	ND	0.4 ± 0.3	-	4.0 ± 0.7
	Dryer	1.7 ± 0.4	0.7 ± 0.4	ND	ND	ND	-	0.9 ± 0.2
	Steamer	1.8 ± 0.2	0.7 ± 0.4	ND	ND	ND	-	1.1 ± 0.2
	Drying panel	2.7 ± 0.0	1.0 ± 0.5	ND	ND	0.1 ± 0.2	-	1.2 ± 0.2
	Steaming panel	2.1 ± 0.4	0.4 ± 0.6	ND	ND	ND	-	1.1 ± 0.1
Working tools	Vinly lug	2.2 ± 0.4	1.2 ± 0.2	ND	ND	ND	-	1.4 ± 0.0
	Thread	3.4 ± 0.2	2.2 ± 0.1	ND	ND	ND	-	1.0 ± 0.5

[1)]Others: *Escherchia coli* O157, *Listeria monocytogenes*, *Salmonella* spp.
[2)]ND: Not Detected
[3)]-: Negative by PCR

교적 낮은 수치로 검출되었다.

Harrigan과 McCance[13)]는 제조기기 및 주변기구의 오염정도를 일반세균수가 5×10^2 CFU/100 cm^2 미만은 만족할 만한 수준이고, $5 \times 10^2 \sim 25 \times 10^2$ CFU/100 cm^2는 시정을 필요로 하며, 25×10^2 CFU/100 cm^2 이상일 때는 즉각적인 조치를 강구해야 한다고 하였다. 또한 대장균군은 10 CFU/100 cm^2 이하여야 하며 전혀 분리되지 않아야 양호하다고 평가하였다. 본 연구결과에서는 특히 세척기와 탈피기, 그리고 인삼 공정품과 직접적인 접촉이 높은 실에 의한 인삼으로의 교차오염을 방지하기 위한 노력이 필요하다고 생각된다.

식품 제조설비에 대한 미생물 오염도를 확인한 연구 중 제조 후 바로 섭취하는 떡류 제조설비의 경우 대부분의 설비에서 일반세균이 3 log CFU/100 cm^2 미만, 대장균군이 1.0~2.9 log CFU/100 cm^2으로 검출되었고[14)], 고춧가루 제조설비에서는 일반세균이 3.8~4.1 log CFU/100 cm^2, 대장균군이 0.5~1.3 log CFU/100 cm^2 수준으로 검출되었다[15)]. 이들 결과와 비교해 볼 때 인삼 및 홍삼 제조설비의 미생물 오염도는 흙과 껍질을 제거하는 세척기와 탈피기를 제외하고는 크게 차이가 없는 것으로 확인되었다.

세척기와 탈피기의 미생물 오염도가 높은 이유는 원재료인 수삼을 세척하고 탈피하는 과정에서 기기 내부에 흙과 이물이 깨끗이 제거되지 않고 잔존하기 때문으로, 세척과 탈피가 끝난 후에는 내부를 깨끗이 세척하고 흙이나 이물을 완전히 제거하도록 해야 할 것이다. 또한 제조시설에는 작업자들이 많지 않아 작업 공정별로 작업자가 구분되어 있지 않았고, 이로 인해 원료 수삼을 선별하는 작업자가 세척 및 탈피가 끝난 삼체를 꺼내고 넣는 경우가 대부분이었다. 이럴 경우 작업자에 의해 흙이나 이물이 설비 내부로 들어가 오염도를 높이는 문제가 발생할 수 있기 때문에 작업자에 대한 관리 또한 필요할 것으로 생각된다. 건조기와 증숙기의 경우는 작업이 끝난 기기 내부에 인삼 껍질이나 찌꺼기, 흙, 돌 등의 이물이 잔존하고 있었고, 인삼 공정품이 직접 닿는 건조판과 증숙판 또한 청결하지 못한 상태로 관리되고 있어 열처리와 관련 있는 이들 설비에 의한 미생물의 오염가능성은 낮으나 사용 후 기기 내부 청소나 판 세척 등을 통해 청결하게 관리가 될 수 있도록 해야 할 것으로 생각된다. 작업도구인 천막은 백삼 제조 시 곡삼을 만들기 위해 실 묶음 작업을 하는데 그때 바닥이나 작업대에 펼쳐 사용하는 것으로 인삼 공정품이 직접 닿기 때문에 사용 후에는 반드시 세척을 하여 재사용 시 청결한 상태를 유지할 수 있도록 해야 한다. 실 또한 세척 없이 반복적으로 사용하여 청결하지 못한 상태의 실이 많은 것으로 확인되어 세척 후 재사용, 사용횟수 제한 등의 조치를 통한 위생적인 관리가 필요할 것으로 판단된다.

작업자 개인위생

식품원료의 생산 및 가공, 섭취에 이르기까지 모든 과정이 작업자를 통해 이루어지기 때문에 작업자 개인위생은 식중독 발생과 밀접한 관계가 있으며, 특히 손의 경우 작업자의 부적절한 행동으로 인해 주변 환경으로부터 식품으로 교차오염을 일으킬 수 있어 항상 청결함을 유지해야 할 필요가 있다[16)]. 본 연구에서도 작업자의 개인위생 관리 상태를 확인하기 위하여 일반 작업자와 실 묶음 작업자로 구분하여 미생물 오염도를 확인하였으며 그 결과는 Table 3에 나타내었다. 일반 작업자는 원료의 입고부터 세척, 건조 등의 전 과정을 담당하는 작업자로 실 묶음 작업자와 비교하였을 때, 손의 경우 일반 작업자의 손이 실 묶음 작업자 보다 더 높은 수준으로 일반세균에 오염되어 있는 것을 확인하였고, 대장균군은 실 묶음 작업자가 0.5 log CFU/hand 더 높게 나타난 것을 확인할 수 있었다. 병원성 미생물 중 *S. aureus*는 일반 작업자의 손에서 0.7 log CFU/hand로 검출되었고, 실 묶음 작업자의 손에서는 0.2 log CFU/hand로 검출되었으며, *B. cereus*는 실 묶음 작업자 손에서만 미미한 수준으로 검출되었다. 곰팡이는 두 경우의 작

Table 3. Microbiological evaluation of normal and thread worker (Unit: log CFU/hand or 100 cm^2)

Source	Samples (n = 6)	Sanitary indication bacteria			Pathogenic bacteria			Fungi
		Total bacteria	Coliforms	*E. coli*	*S. aureus*	*B. cereus*	Others[1)]	
Normal worker	Hands	4.0 ± 0.4	2.4 ± 0.1	ND[2)]	0.7 ± 0.0	ND	-[3)]	1.4 ± 0.0
	Gloves	2.5 ± 0.2	1.8 ± 0.2	ND	ND	0.1 ± 0.1	-	1.0 ± 0.1
	Clothes	2.8 ± 0.0	1.5 ± 0.1	ND	ND	ND	-	1.0 ± 0.1
Thread worker	Hands	3.7 ± 0.3	2.9 ± 0.2	ND	0.2 ± 0.2	0.1 ± 0.2	-	1.4 ± 0.0
	Gloves	2.9 ± 0.1	1.1 ± 0.1	ND	ND	ND	-	0.9 ± 0.2
	Clothes	2.8 ± 0.3	0.6 ± 0.3	ND	ND	ND	-	1.2 ± 0.1

[1)]Others: *Escherchia coli* O157, *Listeria monocytogenes*, *Salmonella* spp.
[2)]ND: Not Detected
[3)]-: Negative by PCR

업자에서 비슷한 수치로 검출되었다. 장갑은 일반 작업자의 장갑에서 일반세균 2.5 log CFU/100 cm^2, 대장균군 1.8 log CFU/100 cm^2으로 검출되었으며, 실 묶음 작업자의 장갑에서는 일반세균 2.9 log CFU/100 cm^2, 대장균군 1.1 log CFU/100 cm^2으로 검출되었다. 다른 병원성 미생물은 미미한 수준으로 검출되었거나 불검출 되었으며, 곰팡이는 두 경우의 작업자 모두 비슷한 수치로 검출되었다. 작업복 또한 대장균군의 검출 결과를 제외한 다른 균에서는 비슷한 수치로 검출되거나 불검출 된 것으로 확인되었다. 전체적으로 개인위생 항목에서는 미생물의 오염도가 낮은 것으로 확인되었지만, 실제 작업현장에서는 작업 전·후 또는 다른 작업에 투입 시 손 씻기 등이 제대로 이루어지지 않고 있었고, 장갑이나 작업복의 청결상태도 불량한 경우가 대부분이었다. 작업자는 식품의 취급 시 미생물을 포함한 위해인자를 주변 환경이나 다양한 오염원으로부터 식품으로 옮기는 매개 역할을 하고, 특히 손은 식품 중 병원성 미생물의 오염에 있어서 직접 또는 간접적인 주요 경로가 되어 식중독 발생 원인의 큰 부분을 차지하고 있기 때문에 식품을 취급하는 현장에서의 작업자 개인위생관리는 매우 중요하다[17,18]. 또한 미국의 Center for Disease Control (CDC)에서는 손 씻기가 질병을 예방하는 가장 효과적인 방법이라고 소개하고 있다[19]. 따라서 개인위생 관리에 대한 중요성을 주기적으로 교육하여 작업 전·후나 다른 작업 투입 시에는 올바른 손 세척을 통해 청결 상태를 유지하고, 사용한 장갑, 작업복 등은 깨끗이 관리할 수 있도록 해야 할 것으로 생각되며, 이를 통해 미생물의 오염을 방지하여 안전한 인삼류를 생산할 수 있도록 해야 할 것으로 생각된다.

공중낙하균

인삼류 제조업체의 실내 공기에 대한 공중낙하균의 검사 결과는 Table 4와 같다. 일반세균은 0.6 log CFU/plate 수준으로 검출되었고, 대장균군과 곰팡이는 0.1 log CFU/plate의 미미한 수준으로 검출된 것을 확인하였다. 대체적으로 실내 공기의 미생물 오염도가 낮은 것으로 확인되었지만, 공중낙하균의 경우 실내 온도와 습도에 영향을 많이 받으므로 공기 순환을 통해 공중낙하균을 억제하거나 외부 먼지의 유입을 차단해 주는 에어커튼 설치[20] 등의 청결한 위생관리를 위한 방법을 수립하여 작업장 내 공기의 미생물 관리가 이루어져야 한다고 생각된다. 또한 Hambraeus 등[21,22]에 의하면 바닥과 벽면의 미생물 오염은 공중낙하균과도 밀접한 관계가 있으므로 바닥과 벽면의 미생물 오염도를 저감시키면 공중낙하균의 저감효과 역시 볼 수 있을 것으로 판단된다.

Table 4. Microbiological evaluation of environment in workplace (Unit: log CFU/plate)

Microorganism	
Total bacteria	0.6 ± 0.1
Coliform	0.1 ± 0.0
E. coli	ND[1)]
E. coli O157	-[2)]
L. monocytogenes	-
Salmonella spp.	-
B. cereus	ND
S. aureus	ND
Fungi	0.1 ± 0.0

[1)]ND: Not Detected
[2)]-: Negative by PCR

Acknowledgement

본 논문은 농촌진흥청 공동연구사업(과제번호: PJ009-272032014)의 지원에 의해 이루어진 것이며 이에 감사드립니다.

국문요약

국내 최대 인삼 재배지인 충남 금산군 소재의 인삼류

(백삼, 홍삼) 제조업체 3곳을 대상으로 하여 수삼, 용수 등의 원부재료와 공정별 인삼류, 그리고 작업도구, 제조설비, 작업장 환경 및 작업자 개인위생에 대해 미생물 오염도를 조사하였다. 먼저 원료수삼과 제조 공정별 인삼의 경우 일반세균은 1.8~4.9 log CFU/g, 대장균군은 1.2~3.0 log CFU/g, 곰팡이는 0.8~4.1 log CFU/g으로 검출되었고, 병원성 미생물은 일부 시료에서 *B. cereus*만 미미한 수준으로 검출되었다. 특히 일반세균의 경우는 공정을 거치면서 오염도가 감소되어 완제품인 백삼에서는 2.7 log CFU/g, 홍삼에서는 1.8 log CFU/g으로 검출되었고, 곰팡이의 경우 홍삼 제조과정 중 증숙 후에 오염도가 증가하였다가 이후 공정에서 다시 감소하는 것으로 확인되었다. 제조설비와 작업도구에서는 일반세균 1.7~4.7 log CFU/100 cm^2, 대장균군 0.4~4.0 log CFU/100 cm^2, 곰팡이 0.9~4.2 log CFU/100 cm^2의 수준으로 검출되었으며, 흙과 이물의 잔존할 가능성이 높은 세척기와 탈피기에서 비교적 높은 수치로 검출됨을 확인하였다. 작업자의 개인위생에서는 일반작업자가 실 묶음 작업자에 비해 미생물 오염도가 대체로 높은 것으로 확인되었고, 일부 작업자의 손에서는 *S. aureus*가 0.2~0.7 log CFU/hand 수준으로 검출되었다. 공중낙하균은 일반세균, 대장균군, 곰팡이만 미미한 수준으로 검출되었다. 따라서 인삼류 제품의 미생물 오염을 방지하기 위해서는 인삼류의 가열 또는 건조 시 적절한 온도와 시간의 준수, 제조시설의 청결 관리가 필요할 것으로 생각된다.

References

1. Park, S.H., Hwang, H.S., Han, J.H.: Development of drink from composition with medical plants and evaluation of its physiological function. *The Kor. Nutr. Soc.,* **37**, 364-372 (2004).
2. Lee, J.W. and Do, J.H.: Market trend of health functional food and the prospect of ginseng market. *J. Ginseng Res*., **29**, 206-214 (2005).
3. Jeong, H.C., Hong, H.D., Kim, Y.C., Rho, J.H., Kim, K.T. and Cho, C.W.: The research trend of ginseng processing technology and the status of ginseng industry. *Food Science and Industry,* **45**, 59-67 (2012).
4. Ministry of Agriculture, Food and Rural Affairs. Ginseng industry Act. Available from: http://elaw.klri.re.kr. Accessed Dec. 05, (2014).
5. Ryu, G.H.: Present status of red ginseng products and its manufacturing process. *Food Industry and Nutrition*., **8**, 38-42 (2003).
6. Ministry of food and drug safety. '13 year Health Functional Food output: 1,500 billions, increased 5% over last year. Available from: http://www.mfds.go.kr. Accessed Dec. 05, 2014.
7. Lee, J.Y. The furture of Korean ginseng depends the safety of Korean ginseng. ginseng·medicinal herb, **2**, 32-35 (2005)
8. Park, J.H.: Study on awareness and needs of consumers, producers and distributors regarding food safety. The annual report of KREI, pp. 45-55 (2004).
9. Shim, W.B., Kim, J.S., Kim, S.R., Park, K.H. and Chung, D.H.: Microbial contamination levels of ginseng and ginseng products distributed in korea markets. *J. Fd Hyg. Safety,* **28**, 319-323 (2013).
10. Anonymous: Guidelines for effectiveness testing of surgical hand scrub (gloce juice test). *Fed. Regist*., **43**, 1242-1243 (1978).
11. MFDS. *Korean Foods Code.* Ministry of Food and Drug Safety, Cheongwon, Korea (2013).
12. Chun, S.J. Development of HACCP generic model for powdered red pepper processing establishments, Ministry of food and drug safety report (2005).
13. Harrigan, W.F. and McCance, M.E.: Laboratory methods in food and dairy microbiology. Academic Press Inc., Ltd., New York, NY, USA. pp. 231-236 (1976).
14. Jeong, S.H., Choi, S.Y., Cho, J.I., Lee, S.H., Hwang, I.G., Na, H.J., Oh, D.H., Bahk, G.J. and Ha, S.D.: Microbiological contamination levels in the processing of Korea Rice Cakes. *J. Fd Hyg. Safety*, **27**, 161-168 (2012).
15. Woo, H.I., Kim, J.B., Choi, J.H., Kim, E.H., Kim, D.S., Park, K.S., Kim, E.J., Eun, J.B. and Om, A.S.: Evaluation of the Level of Microbial Contamination in the Manufacturing and Processing Company of Red Pepper Powder. *J. Fd Hyg. Safety*, **27**, 427-431 (2012).
16. Shim, W.B., Kim, J.S. and Chung, D.H.: Microbiological Hazard analysis of ginseng farms at the cultivation stage to develop a good agricultural practices (GAP) model. *J. Fd Hyg. Safety,* **28**, 312-318 (2013).
17. Kim, J.G., Park, J.Y. and Kim, J.S.: A study on the hand hygiene of food handlers of food court and cafeteria in university campus. *J. Fd Hyg. Safety,* **25**, 133-142 (2010).
18. Om, A.S., Kwon, S.H., Chung, D.H., Oh, S.S. and Lee, H.O.: Microbiological quality evaluation for application of the HACCP system to the bakery products at small scale bakeries. *Korean J. Soc. Food Cookery Sci.,* **19**, 454-462 (2003).
19. Kim, S.R., Lee, J.Y., Lee, S.H., Ko, H.S., Yoon, Y.H., Kwon, S.H., Ryu, K.Y., Yun, H.J., Kim, W.I., Yun, J.C., Kim, D.H. and Chung, D.H.: Distribution of microorganisms in perilla leaf and cultivation area. *Korean J. Food Sci. Technol*. **43**, 243-248 (2011).
20. AlDagal, M., Fung, D.Y. and Bennett, R.W.: Aeromicrobiology-A review. *Crit. Rev. Food Sci. Nutr.*, **29**, 333-340 (1990).
21. Hambraeus, A., Bengtsson, S. and Laurell, G.: Bacterial contamination in a modern operating suite. 2. Effect of a zoning system on contamination of floors and other surfaces. *J. Hyg.,* **80**, 57-67 (1978).
22. Hambraeus, A., Bengtsson, S. and Laurell, G.: Bacterial contamination in a modern operating suite. 3. Importance of floor contamination as a source of airborne bacteria. *J. Hyg.,* **80**, 169-174 (1978).