pISSN 1229-1153 *J. Fd Hyg. Safety*
Vol. 28, No. 4, pp. 312~318 (2013)
http://dx.doi.org/10.13103/JFHS.2013.28.4.312

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

인삼의 GAP 실천모델 개발을 위한 재배단계의 미생물학적 위해도 평가

심원보[1] · 김정숙[2] · 정덕화[2,3]*

[1]광주과학기술원 물리화학부, [2]경상대학교 농업생명과학연구원, [3]경상대학교 응용생명과학부

Microbiological Hazard Analysis of Ginseng Farms at the Cultivation Stage to Develop a Good Agricultural Practices (GAP) Model

Won-Bo Shim[1], Jeong-Sook Kim[2], and Duck-Hwa Chung[2,3]*

[1]*School of Physics and Chemistry, Gwangju Institute of Science and Technology, Gwangju 500-712, 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*
(Received April 6, 2013/Revised August 20, 2013/Accepted October 14, 2013)

ABSTRACT - This study validated microbiological hazards of ginseng farms at the cultivation stage and suggested recommendations to develop a good agricultural practices (GAP) model. A total of 96 samples were collected from cultivation environments (soil, irrigation water, and atmosphere), plants (ginseng and its leaf), personnel hygiene (glove, cloth, and hand) of 3 ginseng farms (A, B, and C) and were tested to analyze sanitary indicator bacteria (aerobic plate count, coliforms and *Escherichia coli*), major foodborne pathogens (*E. coli* O157:H7*, Listeria monocytogenes, Salmonella* spp.*, Staphylococcus aureus,* and *Bacillus cereus*), and fungi. Total bacteria, coliform, and fungi in the 3 ginseng farms were detected at the level of 1.3~6.0, 0.1~5.0, and 0.4~4.9 v/g (or mL, hand, and 100 cm^2), respectively. Only irrigation water collected from one ginseng farm was confirmed to be *E. coli* positive. In case of pathogenic bacteria, *B. cereus* was detected at levels of 0.1~5.0 log CFU/g (or mL, hand, and 100 cm^2) in all samples, but other pathogen bacterias were not detected in any samples from all farms. Although *E. coli* were detected in irrigation water, the level of microbial for the three farms was lower than the regulation limit. According to the results, the ginsengs produced from the 3 farms were comparatively safe with respect to microbiological hazard. However, cross-contamination of bacteria from environments and workers to ginseng has been considered as potential risks. Therefore, to minimize microbial contamination in ginseng, GAP model should be applied for ensuring the safety of ginsengs.

Key words: good agricultural practices (GAP), ginseng, hazard analysis, cultivation stage

최근 농식품 안전사고의 잦은 발생과 건강에 대한 관심이 증가함에 따라 농장에서 식탁까지의 농산물 안전성에 대한 소비자의 욕구는 지속적으로 증가하고 있다[1)]. 실제 소비자들은 농산물 구입 시 중요하게 고려하는 것이 품질, 가격, 안전성으로 특히 약용작물의 경우는 다른 작물보다 안전성을 더 중요하게 생각하고 있다. 약용작물 중 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 높은 것으로 나타났다[2,3)].

*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

안전 농산물에 대한 소비자의 수요를 충족시키기 위해 정부와 관련기관에서는 친환경농산물인증제도(1993년), 지리적표시제도(1997년), 이력추적관리제도(2005년), 농산물우수관리제도(2006년) 등의 안전농산물관리 제도를 운영하고 있다[4)]. 친환경농산물인증제는 농약과 화학비료에 대해서만 안전성을 확보하는 제도이고, 지리적표시제도는 안전성 보다는 품질 확보를 위한 제도이다. 또한 이력추적관리제도는 농산물의 안전성에 관한 문제가 발생할 경우 원인규명 및 회수 등의 필요한 조치를 취하는 제도로 근본적인 안전성 확보와는 거리가 먼 제도이다[4,5)]. 반면 농산물우수관리제도(Good Agricultural Practices: GAP)는 농산물의 안전성을 확보하고 농업환경을 보전하기 위하여 농산물의 생산, 수확 후 관리 및 유통의 각 단계에서 재배포장, 농업용수 등의 농업환경과 농산물에 잔류할 수 있는 농약, 중금속, 잔류성 유기오염 물질 또는 유해생물 등

의 모든 위해요소를 관리하여 농산물의 안전성을 확보하는 제도라 할 수 있다.

일반적으로 안전한 농산물을 생산하는 농법이라고 생각하는 친환경 농법을 사용할 때 농약 오염에 대한 소비자의 불안은 크게 감소하나 농산물의 생산 및 유통과정 중에 생물학적 오염은 염려하고 있는 것으로 조사되고 있으며[6-8], 실제 국내 연구에서 친환경 농법으로 생산한 농산물과 일반 재래농법으로 생산한 농산물에서의 미생물 오염도는 유사한 것으로 확인되어 친환경 농법으로 농산물을 생산하더라도 생물학적 위해에 대해서는 여전히 노출되어 있음을 알 수 있다[9]. 소비자들이 원하는 안전한 식품은 일부 위해요소만 관리된 식품이 아니라 위해를 야기할 수 있는 모든 위해요소에 대해 관리가 이루어진 식품으로, 정부에서는 이에 부응하는 GAP제도를 활성화하기 위한 노력을 하고 있다.

인삼의 경우 2003년 GAP 시범사업 대상 42개 품목 중의 하나로 선정되어 GAP 인증을 받기 시작하였으며, 2007년에는 GAP 표준재배지침이 마련되었으나, 이는 잔류농약 관리와 재배방법 중심으로 이루어져 있어 모든 위해요소에 대해 종합적으로 관리하여 안전성을 확보하기에는 미흡한 부분이 있다. 또한 인삼의 안전성과 관련한 연구는 많이 이루어지고 있으나 대부분 농약 및 중금속에 대한 내용으로 생물학적 위해요소에 대해서는 유 등의 연구 외에는[10] 거의 없는 실정이다. 따라서 본 연구는 인삼 농가를 대상으로 미생물학적 위해도를 평가함으로써 인삼 재배 시의 생물학적 위해요소에 대한 기초 자료를 확보함과 동시에 생물학적 위해요소 관리가 포함된 인삼의 GAP 모델 개발에 활용하기 위해 수행되었다.

재료 및 방법

시료채취

인삼 재배단계에서의 미생물학적 위해요소를 조사하기 위한 시료채취는 2012년 5월에서 8월 까지 충남 금산 지역의 인삼 경작지 3곳을 대상으로 재배환경(토양, 농업용수, 공기), 작물(인삼, 잎) 및 개인위생(손, 장갑, 작업복) 항목에 대해 실시하였다(Table 1). 재배환경인 토양과 농업용수는 각각 1 kg 또는 1 L씩 멸균팩과 멸균 채수병(Medi-land, Korea)을 이용하여 채취하였고, 작물인 인삼과 잎은 방사형 채취방법으로 채취한 후 혼합하여 인삼은 1 kg, 잎은 20장씩 채취하였다. 작업자 개인위생 항목 중 장갑과 작업복은 채취 가능한 면적 또는 10 cm × 10 cm 크기의 면적대를 사용하여 100 cm^2의 면적을 Swab kit (3M e·swab, 3M China Ltd., Shanghai, China)로 문질러 채취하였으며, 작업자 손은 glove juice법[11]으로 시료를 채취하였다.

위생지표세균 및 곰팡이의 오염도 측정

위생지표세균(일반세균, 대장균군, 대장균)과 곰팡이 분석을 위해 고체시료인 토양, 인삼, 잎은 10 g 또는 5장을 취해 각각 0.85% 멸균 생리식염수 90 mL를 첨가하여 균질화한 후 분석에 사용하였으며, 이때 인삼의 경우는 멸균처리 된 칼로 잘게 자른 후 혼합하여 10 g을 칭량하였다. 액체시료인 농업용수와 Swab kit를 이용하여 채취한 표면검체시료, glove juice법에 의해 채취된 작업자 손 시료는 별다른 전처리과정 없이 강하게 진탕하여 사용하였다.

먼저 일반세균과 대장균군은 균질화 된 시료를 단계 희석한 후 각 희석농도별로 1 mL씩 취해 petridish에 분주하고, 일반세균 분석용 배지 plate count agar (Difco, Becton Dickinson and Company, Sparks, MD, USA)와 대장균군 분석용 배지 deoxycholate lactose agar (Difco)를 각각 15~20 mL 정도 첨가하여 시료와 배지를 혼합 후 굳힌 다음 37°C에서 48시간 배양하여 일반세균은 흰색 집락을, 대장균군은 붉은색 집락을 계수하였다. 대장균은 균질화 된 시료를 EC broth (Difco)에 증균배양(37°C, 24시간)하여 가스를 생성한 양성의심 시료에 한해 선택배지인 eosin methylene blue agar (Difco)에 재 배양한 다음 녹색의 금속성 광택을 띄는 집락에 한해 tryptic soy agar (Difco)에서 배양하여 PCR로 최종 확인하였다. 곰팡이의 분석은 일반세균 및 대장균군 분석과 동일하게 시료를 단계 희석한

Table 1. Collected samples and the number of samples used for microbiological analysis from Ginseng farms

Samples		Sampling methods	The number of samples
Cultivation environments	Soil	Sterilized sample bag	12
	Irrigation water	Sterilized plastic bottle	12
Plant	Ginseng	Sterilized sample bag	12
	Leaf	Sterilized sample bag	12
Workers' hygiene	Hands	Glove juice	12
	Gloves	Swabbing	12
	Cloths	Swabbing	12
Airborne		-	12
	Total		96

후 0.1 및 1 mL씩을 rose bengal agar (Difco)에 도말하여 28ºC에서 72시간 배양한 다음 형성된 집락를 계수하였다.

병원성 미생물의 오염도 측정

E. coli O157:H7, *L. monocytogenes* 및 *Salmonella* spp.

E. coli O157:H7, *L. monocytogenes* 및 *Salmonella* spp.는 증균 및 분리배양, 확인시험 과정을 거쳐 정성분석을 실시하였다. 이들의 분석을 위해 고체시료인 토양, 인삼, 잎의 경우 0.85% 멸균 생리식염수 대신 멸균된 0.1% 펩톤수 90 mL을 혼합하여 균질화 하였고, 액체시료인 농업용수, 표면검체시료, 작업자 손의 glove juice 액은 각각 1 mL씩을 취해 0.1% 펩톤수 9 mL과 혼합한 후 균질화 하였다. *E. coli* O157:H7은 균질화 된 시료를 mEC broth (Difco)에서 증균시킨 후 가스를 생성한 양성 의심 시료에 한해서 macConkey sorbitol agar (Difco)에 재 배양한 다음 sorbitol을 분해하지 않는 무색 집락을 대상으로 PCR로 확인하였다. *L. monocytogenes*는 균질화 된 시료를 10 mL의 fraser broth에 증균한 다음 진한 갈색을 나타내는 양성 의심 시료에 한해서 oxford agar (Oxoid, Basingstoke, Hampshire, UK)에 배양(37ºC, 24시간)하여 검은색 환으로 둘러싸인 집락을 대상으로 PCR로 확인하였다. *Salmonella* spp.는 균질화 된 시료를 Rappaport-Vassiliadis broth 10 mL에 증균한 다음 배지가 혼탁해진 양성 의심 시료에 한해서 xylose lysine desoxycholate agar (Difco)에 접종하여 37ºC에서 24시간 배양하였으며, 생성된 검은색 집락을 대상으로 *E. coli* O157:H7 및 *L. monocytogenes*의 확인과 동일하게 PCR로 확인하였다.

S. aureus 와 *B. cereus*

S. aureus 와 *B. cereus*는 *E. coli* O157:H7, *L. monocytogenes* 및 *Salmonella* spp. 경우와 동일하게 시료를 균질화한 후 정량분석과 정성분석을 함께 실시하였다. *S. aureus*는 균질화된 시료를 단계희석 한 다음 각 희석액을 0.1 및 1 mL씩 취해 baird-parker agar (Difco)에 도말하여 37ºC에서 48시간 동안 배양한 후 투명한 띠로 둘러싸인 광택이 있는 검정색 집락을 계수하였다. *B. cereus*는 단계희석 한 시료를 mannitol-egg yolk polymyxin agar (Difco)에 도말하여 37ºC에서 48시간 동안 배양한 후 혼탁한 환을 갖는 분홍색 집락을 선별하여 계수하였다. 정성분석은 *S. aureus*와 *B. cereus*를 계수한 각 평판에서 5개의 전형적인 집락을 선별하여 tryptic soy agar (Difco)에 배양 후 PCR로 최종 확인하였으며, 각 병원성 미생물의 분석에 사용된 PCR 조건은 Table 2와 같다.

공중낙하균의 오염도 측정

주변 공기의 공중낙하균 오염도를 확인하고자 공기 중의 위생지표세균과 병원성 미생물, 곰팡이를 분석하였다. 인삼을 재배중인 경작지에 각 미생물에 대한 선택배지가 분주되어 있는 petri dish를 15분간 방치하는 방법으로 시료를 채취한 다음 parafilm으로 밀봉 후 37ºC에서 48시간 (단, 곰팡이는 28ºC에서 72시간) 배양하여 계수하였다. 대장균과 병원성 미생물에 한하여 앞서 설명한 병원성미생물 분석과 동일하게 PCR로 재확인하였다.

결과 및 고찰

토양 및 농업용수의 위해분석

인삼이 재배되고 있는 경작지의 토양과 농업용수에 대한 미생물의 오염도를 분석한 결과는 Table 3과 같다. 토양에서는 일반세균이 5.3~5.4 log CFU/g, 대장균군이 2.4~4.2 log CFU/g, 곰팡이가 4.0~4.3 log CFU/g 수준의 오염도를 확인하였고, 병원성 미생물은 *B. cereus*만 4.5~4.9 log CFU/g의 오염도를 나타내었다. 홍 등[12]은 인삼경작지에서의 토양생물의 분포를 조사한 결과 시기별로 차이가 있으나 평균적으로 일반세균이 6.0~7.0 log CFU/g, 곰팡이가 4.7~6.1 log CFU/g 수준으로 검출되었다고 보고하고 있으며, 김 등[13]의 연구에서는 전국 40개 지역 시설재배지의 토양을 대상으로 토양 미생물을 분리한 결과 일반세균은 7.8 log CFU/g, 곰팡이는 5.9 log CFU/g 수준으로 확인되었고, 전체 시료의 35.7 %에서 *B. cereus*가 분리되었다. 또한 대부분의 농경지에서 작물별로 차이는 있지만 일반세균은 5.7~7.2 log CFU/g의 범위로 검출되고, 대장균군은 2.9~6.1 log CFU/g의 범위로 검출되고 있어[14-16] 본 연구에서 확인된 위생지표세균의 오염도는 농경지에서는 일반적인 수준이라 생각된다. 병원성 미생물의 경우는 *B. cereus*외에는 검출되지

Table 2. Thermal condition for amplification of major foodborne pathogens

Steps	Major foodborne pathogens										Cycle
	E. coli O157:H7		*L. monocytogenes*		*Salmonella spp.*		*S. aureus*		*B. cereus*		
Pre-denaturation	94ºC	5min	94ºC	5min	94ºC	5min	94ºC	5min	94ºC	5min	1 cycle
Denaturation	94ºC	30sec	94ºC	30sec	94ºC	30sec	94ºC	30sec	94ºC	1min	
Annealing	60ºC	30sec	60ºC	30sec	60ºC	30sec	60ºC	30sec	55ºC	2min	30 cycle
Extension	72ºC	30sec	72ºC	30sec	72ºC	30sec	72ºC	30sec	72ºC	1.5min	
Final extension	72ºC	5min	72ºC	5min	72ºC	5min	72ºC	7min	72ºC	7min	1 cycle

Table 3. Microbial populations of bacteria for cultivation environment samples collected from ginseng farms at the cultivation stage
(Unit : mean ± standard deviation)

Samples	Farm	Microorganisms					
		APC	Coliform	Fungi	*S. aureus*	*B. cereus*	*E. coli*
Soil (Log CFU/g)	A	5.3 ± 0.6	3.3 ± 0.4	4.0 ± 0.1	ND[1)]	4.7 ± 1.3	-[2)]
	B	5.4 ± 0.4	4.2 ± 0.2	4.2 ± 0.5	ND	4.5 ± 0.3	-
	C	5.3 ± 0.4	2.4 ± 0.6	4.3 ± 0.3	ND	4.9 ± 0.3	-
Irrigation Water (Log CFU/mL)	A	2.5 ± 0.2	1.1 ± 0.7	0.4 ± 0.6	ND	0.2 ± 0.1	-
	B	3.3 ± 0.0	2.5 ± 0.3	1.4 ± 0.1	-	0.9 ± 0.2	-
	C	3.5 ± 0.5	2.4 ± 0.1	1.3 ± 0.3	-	0.9 ± 0.4	+[3)]
Atmosphere (Log CFU/plate)	A	1.7 ± 0.1	0.1 ± 0.2	1.4 ± 0.2	ND	0.1 ± 0.1	-
	B	1.4 ± 0.9	0.3 ± 0.4	1.1 ± 0.5	ND	ND	-
	C	1.3 ± 0.5	0.2 ± 0.2	1.2 ± 0.5	ND	0.3 ± 0.0	-

[1)]ND : Not detected
[2)]- : Positive sample by culture methods but not by PCR
[3)]+ : Positive sample by culture methods and positive sample by PCR

Table 4. Microbial populations of bacteria for plant samples collected from ginseng farms at the cultivation stage
(Unit : mean ± standard deviation)

Samples	Farm	Microorganisms				
		APC	Coliform	Fungi	*S. aureus*	*B. cereus*
Ginseng (Log CFU/g)	A	5.1 ± 0.6	4.6 ± 2.6	3.1 ± 0.1	ND[1)]	2.9 ± 0.2
	B	4.9 ± 0.7	4.3 ± 1.6	2.5 ± 0.1	ND	2.6 ± 1.1
	C	4.6 ± 0.8	3.2 ± 1.3	3.3 ± 1.0	ND	1.9 ± 0.0
Leaf (Log CFU/leaf)	A	6.0 ± 0.9	5.0 ± 0.7	3.0 ± 0.3	ND	3.3 ± 0.6
	B	5.7 ± 1.5	4.8 ± 1.5	4.9 ± 0.4	ND	2.5 ± 0.1
	C	5.5 ± 0.8	4.6 ± 0.3	4.8 ± 0.2	-[2)]	2.6 ± 0.2

[1)]ND : Not detected
[2)]- : Positive sample by culture methods but not by PCR

않았으나, 토양에 *E. coli*, *E. coli* O157:H7와 *B. cereus*등이 존재 시 일정기간 생존이 가능하며, 작물로의 이행 또한 이루어질 수 있다고 보고하고 있으므로[17-19], 토양에 이들 병원균이 유입되지 않도록 주의를 해야 할 것이다. 또한 일반적으로 오염수준은 다르지만 농경지 토양에서의 미생물 검출은 빈번히 일어나고 있으며, 토양 미생물 분포는 작물 재배에 사용되는 유기물, 퇴비, 비료 등의 다양한 인자와 환경적 영향에 따라 오염도의 차이가 발생하므로 미생물의 오염도가 높아지는 것을 방지하기 위해 이러한 인자들에 대한 관심과 관리가 필요할 것이다[12,19].

농업용수에서는 일반세균이 2.5~3.5 log CFU/g, 대장균군이 1.1~2.5 log CFU/g, 곰팡이는0.4~1.4 log CFU/g 수준의 오염도를 확인하였고, C 농장의 농업용수에서는 *E. coli*가 검출되었다. 병원성 미생물은 토양과 마찬가지로 *B. cereus*만 검출되었고 그 오염수준은 0.2~0.9 log CFU/g이었다. Norman와 Wang[20]은 오염된 농업용수의 사용이 농산물에서 병원성 미생물의 검출률을 증가시킨다고 보고하였으며, Solomon 등[21]은 농업용수에 인위적으로 *E. coli* O157:H7을 오염시켜 상추에 살포한 후 세척한 한 다음 상추를 분석한 결과 완전히 제거되지 않고 남아있는 것을 확인하였다. 또한 Oliveria 등[22]의 연구에서도 관수방법에 따른 차이는 있지만 *L. innocua*가 오염된 물을 작물에 관수 후 작물로 전이된 *L. innocua*의 농도를 확인 한 결과 여전히 균이 존재하는 것으로 나타났다. 따라서 인삼재배 경작지 농업용수의 미생물 오염수준은 안전한 것으로 판단되나 *E. coli*가 검출되어 병원성 미생물의 존재 가능성이 있음을 확인하였고, 농업용수에 오염된 병원성 미생물이 작물로 전이된다는 다양한 연구결과들이 보고되고 있는 만큼 농업용수의 위생 관리에 대해 인식을 하고 관심을 가지는 것이 필요하다.

공중낙하균은 일반세균 1.3~1.7 log CFU/plate, 대장균군 0.1~0.3 log CFU/plate, *B. cereus* 0.0~0.3 log CFU/plate 및 곰팡이 1.1~1.4 log CFU/plate 으로 검출되어 밀폐된 공간보다 양호한 것으로 판단된다(Table 3).

인삼은 토양에 직접 접촉하여 재배되는 작물로 생으로 섭취하기 보다는 열처리 가공을 통해 섭취되는 경우가 대부분이어 토양이나 농업용수로부터 오염되는 미생물들에 의해 안전성 문제를 야기할 가능성은 다른 작물보다 낮다.

하지만 토양이나 농업용수가 원인이 되어 오염된 미생물이 가공을 통해 감소하지 않게 되면 심각한 문제를 발생할 수 있으므로 재배환경의 청결관리를 소홀히 해서는 안 될 것이다.

인삼의 위해분석

재배 중인 인삼과 인삼 잎을 대상으로 위해분석을 실시하였으며 그 결과 인삼에서는 일반세균 4.6~5.1 log CFU/g, 대장균군 3.2~4.6 log CFU/g, 곰팡이 2.5~3.3 log CFU/g 및 *B. cereus* 1.9~2.9 log CFU/g 수준의 오염도를 확인하였다. 잎에서는 일반세균 5.5~6.0 log CFU/g, 대장균군 4.6~5.0 log CFU/g, 곰팡이 3.0~4.9 log CFU/g 및 *B. cereus* 2.5~3.3 log CFU/g으로 인삼보다는 조금 높은 오염도를 확인하였다 (Table 4). 인삼의 일반세균 오염도는 유 등[10]의 연구에서 검출된 2.3~3.8 log CFU/g 수준 보다는 높은 것으로 나타났으나, 인삼과 유사한 작물인 재배더덕에서 확인된 6.6 log CFU/g 보다는 낮은 수준이었다[14]. 또한 농산물 중 가식부가 토양과 가까운 상추와 깻잎에서 평균 6.16 및 5.66 log CFU/g 수준으로 검출되었고[23], Oliveira 등[24]은 유기농 상추에서 일반 세균수가 5~7 log CFU/g 수준을 보인다고 보고하고 있어 본 연구에서 확인된 오염 수준은 농산물에서 일반적으로 검출되는 수준인 것으로 판단된다. 하지만 인삼을 원료로 가공하여 생산된 기능성 원료인 인삼 및 홍삼 농축액의 경우 일반세균 3.5×10^4 CFU/mL 이하, 대장균군 음성, 분말의 경우 대장균군 음성으로 미생물 기준이 정해져 있어[25], 가공과정을 통해 오염된 미생물의 수가 감소된다 하더라도 원재료의 미생물 오염을 최소화 할 수 있도록 관리하는 것이 중요하다. 병원성 미생물의 경우 *E. coli* O157:H7, *L. monocytogenes, Salmonella* spp. 및 *S. aureus*는 재배환경에서와 마찬가지로 불검출 되었으나 *B. cereus*의 경우는 인삼이 토양과 직접 접촉하고 있기 때문에 토양에 상재하는 *B. cereus*가 인삼으로 전이되어 검출된 것이라 생각된다.

또한 전반적으로 잎이 인삼에서 보다 미생물 오염도가 높은 이유는 인삼의 경우 땅 속에 있기 때문에 인삼의 미생물 오염은 대부분 토양의 미생물 오염에 영향을 받을 가능성이 높은 반면 잎의 경우는 인삼과는 달리 주변 환경에 노출되어 있어 토양의 영향뿐만 아니라 작업자 및 작업도구들에 의한 접촉 기회 또한 많기 때문인 것으로 생각된다.

작업자 개인위생의 위해분석

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. 따라서 인삼 경작지 작업자의 위생관리 정도를 확인하기 위하여 작업자의 손, 장갑 및 작업복을 대상으로 위해분석을 실시하였다. 그 결과 손에서 일반세균은 4.2~4.7 log CFU/hand, 대장균군은 0.6~2.6 log CFU/hand, 곰팡이는 2.9~4.8 log CFU/hand 수준으로 검출되었다. 장갑에서는 일반세균 4.0~5.1 log CFU/100 cm^2, 대장균군은 2.2~4.2 log CFU/100 cm^2, 곰팡이는 2.1~2.7 log CFU/100 cm^2 수준으로 검출되었고, 작업복에서는 일반세균이 3.7~5.1 log CFU/100 cm^2, 대장균군은 2.9~4.5 log CFU/100 cm^2, 곰팡이는 1.8~2.5 log CFU/100 cm^2 수준으로 검출되었다. 병원성 미생물은 *B. cereus*만 손에서 1.8~2.6 log CFU/hand, 장갑에서 1.3~1.5 log CFU/100 cm^2, 작업복에서 0.9~1.2 log CFU/100 cm^2 수준으로 검출되었다(Table 5).

전반적으로 일반세균과 대장균군의 오염도는 Harrigan과 McCance[26]가 설정한 작업자 손의 일반세균 기준인 3.4 log CFU/hand와 식품제조가공사업장 작업자에서의 오염도[27,28]보다 높은 수준으로 확인되었다. 하지만 인삼 경작

Table 5. Microbial populations of bacteria for workers' hygiene samples collected from ginseng farms at the cultivation stage

(Unit : mean ± standard deviation)

Samples	Farm	Microorganisms				
		APC	Coliform	Fungi	*S. aureus*	*B. cereus*
Hands (Log CFU/hand)	A	4.2 ± 0.2	1.7 ± 1.7	2.9 ± 0.0	-[1)]	1.8 ± 1.3
	B	4.6 ± 0.5	0.6 ± 0.9	3.9 ± 1.0	-	2.3 ± 0.5
	C	4.7 ± 0.1	2.6 ± 0.5	4.8 ± 0.7	-	2.6 ± 0.5
Gloves (Log CFU/100 cm^2)	A	4.0 ± 0.5	2.2 ± 1.4	2.5 ± 0.6	ND[2)]	1.3 ± 1.1
	B	4.3 ± 0.5	4.2 ± 1.4	2.1 ± 0.3	ND	1.4 ± 1.0
	C	5.1 ± 0.1	4.0 ± 0.6	2.7 ± 0.0	-	1.5 ± 0.4
Clothes (Log CFU/100 cm^2)	A	3.7 ± 0.2	3.7 ± 1.2	1.8 ± 0.9	ND	0.9 ± 0.6
	B	4.4 ± 0.2	2.9 ± 0.9	1.8 ± 0.1	ND	1.0 ± 0.7
	C	5.1 ± 0.4	4.5 ± 1.5	2.5 ± 0.7	-	1.2 ± 1.7

[1)]- : Positive sample by culture methods but not by PCR

[2)]ND : Not detected

지의 작업자는 외부에 노출되어 있는 자연 상태의 일정한 공간에서 작업을 수행하고, 인삼의 특성상 재배작업 시 토양의 접촉이 많기 때문에 농산물을 처리하는 APC 시설이나 식품제조·가공업소의 종사자들에 준하는 위생 상태를 요구하는 데는 무리가 있다. 따라서 외부와 차단된 작업장의 작업자 개인위생관리 만큼은 아니더라도 작업자들은 개인위생의 중요성에 대해 항상 인지하여 손 세척은 일상화 하고, 작업이 끝나면 장갑 및 작업복은 반드시 세척을 하여 미생물의 오염도가 증가하는 것을 방지하는 등 일정 수준의 개인위생관리가 이루어질 수 있도록 해야 할 것이다.

요 약

본 연구는 인삼의 재배단계에서의 생물학적 위해요소를 조사하고 그 결과를 인삼 GAP 실천 모델의 개발을 위한 기초자료로 제공하기 위해 수행하였다. 충남 금산에 소재한 인삼 경작지 3곳에서 재배환경, 작물, 개인위생 항목에 대해 총 96점의 시료를 수집하여 위생지표세균, 병원성미생물, 그리고 곰팡이에 대해 분석하였다. 일반세균과 대장균군, 곰팡이의 오염도는 각각 1.3~6.0, 0.1~5.0 및 0.4~4.9 log CFU/g (or mL, hand, and 100 cm^2)으로 확인되었고, 대장균의 경우 C 농장의 농업용수에서 검출되었다. 병원성미생물은 모든 시료에서 *B. cereus*만 0.1~4.9 log/g (or mL, hand, and 100 cm^2)범위로 검출되었으며, *L. monocytogenes, E. coli* O157:H7, *Salmonella* spp. 및 *S. aureus*는 검출되지 않았다. 이상의 결과 인삼 경작지 3곳은 미생물학적 위해요소에 대해서는 안전한 것으로 나타났으나, 주변 환경이나 작업자들에 의해 교차오염이 발생할 가능성은 항상 존재하므로 보다 안전성이 확보된 인삼을 재배하기 위해서 미생물학적 위해요소의 관리과 포함된 GAP 모델의 적용이 필요하다.

감사의 글

본 논문은 농촌진흥청 공동연구사업 (과제번호: PJ009216)의 지원에 의해 이루어졌음.

참고문헌

1. Kim, G.H., Lee, K.S., Yi, D.H. and Hong, S.j.: Studies on target market of GAP certified raw-ginseng. *Korean J. Food Preserv.*, **18**, 684-691 (2011).
2. 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).
3. 이준영: 고려인삼의 미래 안전성에 달렸다. 인삼 · 약초, **2**, 32-35 (2005).
4. Kim, Y.S. and Nam, K.S.: Marketing strategy of agricultural products through combining several certification sysems. *Agri. Life Sci.*, **43**, 73-82 (2009).
5. Cho, I.S. and Baek, B.C.: The status and future plan for agricultural products traceability system. *Food Science and Industry*, **42**, 39-48 (2009).
6. Ponce, A.G., Roura, S.I., del Valle, C.E. and Fritz, R.: Characterization of native microbial population of swiss chard (Beta vulgaris, type cicla). *Food Sci. Technol.*, **35**, 331-337 (2002).
7. Ponce, A.G., Roura, S.I., del Valle, C.E. and Fritz, R.: Characterization of native microbial population on swiss chard (Beta vulgaris, type cicla) cultivated by organic methods. *Food Sci. Technol.*, **36**, 183-188 (2002).
8. La Torre, A., Leandri, A., Lolletti, D.: Comparison of health status between organic and conventional products. *Commun. Agric. Appl. Biol. Sci.*, **70**, 351-363 (2005).
9. Yu, Y.M., Youn, Y.N., Choi, I.U., Yuan, X. and Lee, Y.H.: Biological hazard analysis of leaf vegetables and fruits according to types of cultivation and distribution systems. *Korean J. Food Preserv.*, **14**, 35-41 (2007).
10. Yu, Y.M., Oh, S.C., Sung, B.J., Kim, H.H., Lee, Y.H. and Youn, Y.N.: Analysis of good agficultural practices (GAP) in *panax ginseng* C.A. mayer. *Korean J. Medicinal Crop Sci.*, **15**, 220-226 (2007).
11. Anonymous: Guidelines for effectiveness testing of surgical hand scrub (glove juice test). *Fed. Regist.,* **43**, 1242-1243 (1978).
12. Hong, Y., Choi, N.J. and Choi, I.Y.: Distributions of soil organisms in the ginseng cultivation fields. *Korean J. Environ. Biol.,* **27**, 272-278 (2009).
13. Kim, B.Y., Weon, H.Y., Park, I.C., Lee, S.Y., Kim, W.G. and Song, J.k.: Microbial diversity and community analysis in lettuce or cucumber. *Korean J. Soil Sci. Fert*., **44**, 1169-1175 (2011).
14. Kim, D.J., Geong, G.J., Lee, J.S. and Yi, S.Y.: Detection of soil microorganisms of an upland of cultrivated *Codonopsis lanceolata* and investigation of them affecting on flavor substances. *Korean J. Food cookery Sci.*, **20**, 418-422 (2004).
15. 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).
16. Park, S.H., kwon, W.H., Heo, R.W., Kim, K.Y., Shim, W.B., Shim, S.I. and Chung, D.H.: Hazard analysis of tomato farms at the growing stage for the establish of the good agricultural practices (GAP). *J. Fd Hyg. Safety*, **27**, 152-160 (2012).
17. Islam, M., Doyle, M.P., Phatak, S.C., Millner, P. and Jiang, X.: Survival of *Escherichia coli* O157:H7 in soil and on carrots and onions grown in fields treated with contaminated manure composts or irrigation water. *Food Microbiol.*, **22**, 63-70 (2005).
18. Oliveira, M., Vinas, I., Usall, J., Anguera, M. and Abadias, M.: Presence and survival of *Escherichia coli* O157:H7 on lettuce leaves and in soil treated with contaminated compost

and irrigation water. *Int. J. Food Microbiol*., **156**, 133-140 (2012).
19. Kim, S.R., Lee, S.H, Kim, W.I., Kim, B.S., Kim, J.H., Chung, D.H., Yun, J.C. and Ryu, K.Y.: Effect of medium, soil, and irrigation water contaminated with *Escherichia coli* and *Bacillus cereus* on the microbiological safety of lettuce. *Kor. J. Hort. Sci. Technol.*, **30**, 442-448 (2012).
20. Norman, N.N. and Wang, L.L.: Studies on the use of sewage effluent for irrigation of truck crops. *J. Milk Food Technol.*, **24**, 44-47 (1961).
21. Solomon, E.B., Potenski, C.J. and Mattews, K.R.: Effect of irrigation method on transmission to and persistence of *Escherichia coli* O157:H7 on lettuce. *J. Food. Prot.*, **65**, 673-676 (2002b).
22. Oliveira, M., Usall, J., Vinas, I., Solsona, C. and Abadias, M.: Transfer of *Listeria innocua* from contaminated compost and irrigation water to lettuce leaves. *Food Microbiol*., **28**, 590-596 (2011).
23. Kim, W.I., Jung, H.M., Kim, S.R., Park, K.H., Kim, B.S., Yun, J.C. and Ryu, K.Y.: Investigation of microbial contamination levels of leafy greens and its distributing conditions at different time. *J. Fd Hyg. Safety*, **27**, 277-284 (2012).
24. Oliveira, M., Usall, J., Vinas, I., Anguera, M., Gatius, F. and Abadias, M.: Microbiological quality of fresh lettuce from organic and conventional production. *Int. J. Food Microbiol.*, **27**, 679-684 (2010).
25. 식품의약품안전청: 건강기능식품의 기준 및 규격. pp. 54-56 (2012).
26. Harrigan, W. and McCance, M.: Laboratory methods in food and dairy microbiology. Academic Press Inc., Ltd., New York, NY, USA. (1998).
27. Kim, J.Y., Kim, S.R., Choi, J.G., Je, J.H. and Chung, D.H.: Assessment of the level of microbial contamination in the processing company of sandwich products. *Kor. J. Env. Hlth.*, **32**, 316-323 (2006).
28. Kim, K.Y., Nam, M.j., Lee, H.W., Shim, W.B., Yoon, Y.H., Kim, S.R., Kim, D.H., Ryu, J.G., Hong, M.K., You, O.J. and Chung, D.H.: Microbiological safety assessment of a perilla leaf postharvest facility for application of a good agricultural practices(GAP) system. *KOREAN J. FOOD SCI. TECHNOL*., **41**, 392-398 (2009).