pISSN 1229-1153 / eISSN 2465-9223 *J. Food Hyg. Saf.*
Vol. 31, No. 6, pp. 414~419 (2016)
https://doi.org/10.13103/JFHS.2016.31.6.414

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

GAP 인증 · 미인증 상추 및 오이 농가의 미생물학적 오염도 평가

김정숙[1] · 정덕화[2] · 심원보[2,3]*

[1]경상대학교 응용생명과학부, [2]경상대학교 농화학식품공학과, [3]경상대학교 농업생명과학연구원

Investigation of Microbial Contamination Levels between GAP and non-GAP Certified Farms of Lettuce and Cucumber

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

[1]*Division of Applied Life Science, Graduate School, Gyeongsang National University, Jinju, Gyeongnam 52828, Korea*
[2]*Department of Agricultural Chemistry and Food Science & Technology, Gyeongsang National University, Jinju, Gyeongnam 52828, Korea*
[3]*Institute of Agriculture and Life Science, Gyeongsang National University, Jinju, Gyeongnam 52828, Korea*
(Received November 4, 2016/Revised November 13, 2016/Accepted November 24, 2016)

ABSTRACT - The aims of this study were to investigate microbial contamination levels and to survey sanitation management between Good Agricultural Practices (GAP) and non-GAP farms of lettuce and cucumber. The samples (lettuce, cucumber, soil, agricultural water, gloves, and packing plastic bag) were tested to analyze sanitary indicator bacteria (total aerobic bacteria, coliforms and *Escherichia coli*) and major pathogenic bacteria (*Staphylococcus aureus, Bacillus cereus*). In the lettuce farms, the contamination levels of total aerobic bacteria and coliforms in GAP farms were little lower than non-GAP farms or similar. *Staphylococcus aureus* and *Bacillus cereus* in soil and agricultural water of GAP farms were detected at higher levels than non-GAP farms in soil and agricultural water. In the case of cucumber farms, levels of total bacteria and *Bacillus cereus* in soil and total bacteria and coliform in gloves of GAP farms were higher than those of non-GAP farms, and other bacteria contamination levels in collected samples were similar. These results indicate that agricultural products produced from GAP farm still exhibited potential microbial risks. According to the field survey, a sanitation management in GAP farms was insufficient. These results could be useful as basic data to suggestion of plan for preventing microbial contamination and to improvement of GAP certification.

Key words : Good Agricultural Practices (GAP), Cucumber, Lettuce, Microbial Contamination

농산물에 대한 안전성 요구는 사회가 선진화되고 농산물의 시장규모 증가, 식생활 양식 변화, 소비자의 인식변화, 관심도 증가로 인해 사회적 문제로 크게 대두되었다. 이에 따라 농약, 항생제와 같은 화학적 물질 오염에 관한 인식은 두텁게 형성되어 있으나, 농산물에 쉽게 오염되는 식중독 유해 미생물에 관한 인식은 다소 낮게 평가되고 있는 실정이다[1,2]. 하지만 2002년부터 2016년 현재까지 국내에서 발생한 식품에 의한 식중독 사고의 발생 원인을 살펴보면 유해 미생물이 2,137건으로 가장 많고, 농약을 포함한 화학물질은 5건으로 가장 적다[3]. 또한 농산물의 병원성미생물 오염실태 조사 결과 상추·깻잎 등 다소비 생식 채소류 50개 품목 601건 중 9건(1.5%)에서 우려 수준의 병원성 미생물이 검출되었고, 77건(12.8%)에서도 낮은 수준이지만 병원성 미생물이 검출되었다[4]. 국내에서는 농산물에 의해 실제 발생한 식중독 사고는 아직까지 보고되고 있지 않으나, 국외에서는 농산물이 원인인 식중독 사고가 지속적으로 발생되고 있다. 2006년 미국에서 *Escherichia coli* (*E. coli*) O157:H7에 오염된 시금치가 원인이 되어 식중독이 발생하여 205명 이상의 환자 중 3명이 사망하였고[5,6], 2011년에는 유럽지역에서 시가독소생성 대장균인 *E. coli* O104:H4가 오염된 새싹채소로 인해 약 4천명이 감염되고 50여명이 사망하였으며[7], 영국에서는 *Salmonella Thompson*에 오염된 상추에 의해 식중독이 발생하기도 하였다[8]. 또한 미국의 경우 지난 10년간 발생한 식중독의 원인의 다수가 고수, 오이, 캔탈루프, 파프리카 등 주로 생으로 섭취하는 신선 농산물들로 총 629건의 식중독이 발생하여 2만 여명의 환자가 발생하였다[9]. 이와 같이 신선

*Correspondence to: Won-Bo Shim, Department of Agricultural Chemistry and Food Science & Technology, Gyeongsang National University, Jinju, Gyeongnam 52828, Korea
Tel: 82-55-772-1902, Fax: 82-55-772-1909
E-mail: wbshim@gnu.ac.kr

농산물들에 의한 식중독은 지속적으로 발생하고 있어 농산물의 미생물 오염 방지를 위한 사전관리는 매우 중요하다.

우리나라에서는 안전한 농산물을 생산・공급하기 위해 Good Agricultural Practices (GAP)를 도입하여 2003년부터 2005년 까지 수박, 딸기 등 42개 품목에 대한 시범사업 거쳐 2006년에는 본격적으로 GAP 기준을 고시하여 제도를 시행하였다[10]. GAP 제도는 잔류농약 등의 화학적 위해요소 뿐만 아니라 병원성 미생물 등을 포함하는 생물학적 위해요소 등을 사전에 관리하여 농산물의 안전성을 확보하는 제도로[11], 초기에는 화학적 위해요소의 관리에만 집중된 경향이 있었으나, 최근에는 고시의 개정을 통해 위해요소관리계획서의 작성 후 중요관리점을 파악하여 해당 위해요소를 관리할 수 있도록 하여 미생물을 포함한 생물학적 위해요소의 관리도 한층 더 강화되었다[12]. 하지만 농산물 생산현장에서는 여전히 미생물 관리에 대한 인식이 부족하고, 미생물 관리를 위한 구체적인 방안이 마련되지 않아 미생물 오염을 방지하는데 어려움이 있으며, 안전한 농산물 생산농가라고 인증 받은 GAP 인증농가에서 조차 관리가 되지 않는 경우도 있다.

따라서 본 연구는 신선 농산물 중 소비량이 많은 채소류인 상추와 오이를 대상으로 GAP 인증 농가와 미인증 농가를 선정하여 위생지표세균인 일반세균, 대장균군 및 *E. coli*와 국내 농산물의 병원성 미생물 오염실태 조사 결과 검출율이 높았던 *S. aureus*와 *B. cereus*를 대상으로 생산과정 중의 미생물 오염도를 비교・평가하고 미생물 오염발생 원인분석을 통해 농업인들이 보다 쉽게 농산물의 미생물 오염방지를 위한 노력을 할 수 있도록 구체적인 방안을 제시하고자 하였다.

Materials and Methods

시료채취

GAP 인증 및 미인증 농가의 상추와 오이의 생산 과정 중 미생물 오염도를 비교・평가하기 위해 GAP 인증 농가는 GAP 인증현황 조사결과를 바탕으로 경기도 지역에 소재하는 농가를, GAP 미인증 농가는 경남 지역에 소재하는 농가를 선정하여 토양, 농업용수, 작물 (상추, 오이), 장갑, 포장재 (비닐)에 대해 시료를 채취하였다. 시료 채취 방법은 토양과 농업용수는 각각 1 kg 또는 1 L 씩 시료 채취용 멸균팩과 멸균 채수병(Medi-land, Korea)에 채취하였고, 상추와 오이는 각 500 g 씩 멸균팩에 채취하였다. 장갑과 포장재로 사용된 비닐은 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 채취하였다.

시료전처리

채취된 시료 중 토양과 작물 (상추, 오이), 포장재 (비닐) 시료는 10 g 씩 취해 각각 0.85% 멸균 생리식염수 90 mL를 첨가하여 stomacher (Seward, England)에서 균질화 하였고, 농업용수와 Swab kit를 이용하여 채취한 장갑에 대한 시료는 별다른 전처리과정 없이 30초간 강하게 진탕하여 균질화 하여 시료로 사용하였다.

위생지표세균 측정

일반세균수 측정

균질화된 시료를 0.85% 멸균 생리식염수를 이용하여 10배 단계희석한 후 각각 1 mL씩 취하여 일반세균 측정용 Petrifilm™ Aerobic Count Plate (3M, St. Paul, MN, USA)에 분주하고, 37ºC에서 24시간 배양한 후 형성된 붉은 집락을 계수하여 균수를 측정하였다.

대장균군수 측정

일반세균수 측정과 마찬가지로 균질화된 시료를 0.85% 멸균 생리식염수를 이용하여 10배 단계희석한 후 각각 1 mL을 취하여 대장균군 측정용 Petrifilm™ Coliform Count Plates (3M, St. Paul, MN, USA)에 각각 분주하고 37ºC에서 24시간 배양한 후 형성된 붉은 집락을 계수하여 균수를 측정하였다.

대장균 오염도 측정

대장균은 균질화 된 시료를 0.1% 펩톤수에 접종하여 37ºC에서 24시간 동안 1차 증균을 시킨 다음 EC broth (Difco, Becton Dickinson and Company, Sparks, MD, USA)에 2차 증균배양(37ºC, 24시간) 하여 가스를 생성한 양성 의심 시료를 대상으로 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 (bioMérieux®SA, Marcy ÍEtoile, France)에 배양하여 핑크색 집락 생성을 확인하여 오염유무를 확인하였다.

Staphylococcus aureus (*S. aureus*)와 *Bacillus cereus* (*B. cereus*) 오염도 측정

주요 식중독균 중 하나인 *S. aureus*와 *B. cereus*는 식품공전[13]의 방법에 따라 정량분석과 정성분석을 실시하였다. *S. aureus*는 일반세균수와 대장균군수 측정과 마찬가지로 균질화된 시료를 0.85% 멸균 생리식염수를 이용하여 10배 단계희석한 후 baird-parker agar (Difco)에 도말하여 37ºC에서 48시간 동안 배양한 후 투명한 띠로 둘러싸인 광택이 있는 검정색 집락을 계수하여 균수를 측정하는 방법으로 정량분석을 실시하였다. 이후 계수한 각 평판에서 5개의 전형적인 집락을 선별하여 tryptic soy agar (Difco)

에 배양한 후 PCR로 *S. aureus* 여부를 최종 확인하였다.

B. cereus 또한 *S. aureus*와 마찬가지로 균질화된 시료를 0.85% 멸균 생리식염수를 이용하여 10배 단계희석한 후 mannitol-egg yolk polymyxin agar (Difco)에 도말하여 37°C에서 48시간 동안 배양한 후 혼탁한 환을 갖는 분홍색 집락을 계수하여 균수를 측정하는 방법으로 정량분석을 실시하였다. 이후 계수한 각 평판에서 5개의 전형적인 집락을 선별하여 tryptic soy agar (Difco)에 배양한 후 PCR로 *B. cereus* 여부를 최종 확인하였다.

농가현장 조사를 통한 미생물 오염발생 원인 조사

GAP 인증 및 GAP 미인증 상추, 오이 농가를 방문하여 농업인과의 인터뷰와 용수관리, 주변 환경 관리, 농자재 관리 및 개인위생 관리 항목에 대한 농가의 위생관리 실태를 조사하여 미생물 오염 발생 원인을 조사·분석하였다.

Results and Discussion

GAP 인증 및 미인증 상추 농장의 미생물 오염도 비교

상추 농장의 미생물 오염도 조사는 토양, 용수, 상추, 장갑 및 포장 비닐을 대상으로 하여 위생지표세균 (일반세균, 대장균군, 대장균)과 병원성미생물 2종(*S. aureus*, *B. cereus*)에 대해 실시하였으며, 그 결과는 Table 1과 같다.

상추에서 일반세균이 GAP 인증 농가에서 3.1 ± 0.2 log CFU/g, GAP 미인증 농가에서 3.9 ± 0.1 log CFU/g으로 검출되었고, 대장균군은 각각 2.9 ± 0.1 log CFU/g와 2.1 ± 0.1 log CFU/g으로 검출되었으며, *B. cereus*와 *S. aureus*는 GAP 미인증 농가에서만 2.1 ± 0.2 log CFU/g와 1.4 ± 0.1 log CFU/g으로 검출되었다. 그리고 *E. coli*는 GAP 인증 농가 및 미인증 농가의 상추 모두에서 검출되지 않았다.

토양의 경우 GAP 인증 농가에서는 일반세균 6.8 ± 0.1 log CFU/g, 대장균군 6.0 ± 0.1 log CFU/g, *B. cereus* 3.5 ± 1.8 log CFU/g, *S. aureus* 6.5 ± 0.1 log CFU/g의 수준으로 검출되었고, GAP 미인증 농가에서는 일반세균 7.7 ± 0.1 log CFU/g, 대장균군 5.1 ± 1.2 log CFU/g, *B. cereus* 5.9 ± 0.1 log CFU/g, *S. aureus* 2.3 ± 0.0 log CFU/g의 수준으로 검출되었으며, *E. coli*는 GAP 인증 농가 및 미인증 농가 둘 다 검출되지 않았다.

재배 시 관수를 위해 사용되는 용수의 경우는 GAP 인증 농가에서는 일반세균 4.7 ± 0.2 log CFU/mL, 대장균군 2.5 ± 0.1 log CFU/mL, *B. cereus* 4.4 ± 0.1 log CFU/mL의 수준으로 검출되었고, GAP 미인증 농가에서는 일반세균 4.2 ± 1.1 log CFU/mL, 대장균군 3.0 ± 0.1 log CFU/mL, *B. cereus* 2.1 ± 0.7 log CFU/mL의 수준으로 검출되었으며, *E. coli*는 GAP 미인증 농가에서만 양성으로 확인되었다. *S. aureus*는 GAP 인증 농가 및 미인증 농가 둘 다 검출되지 않았다.

수확 시 사용되는 장갑은 GAP 인증 농가에서는 일반세균과 대장균군만 4.9 ± 0.1 log CFU/cm^2 및 4.3 ± 0.1 log CFU/cm^{2}으로 검출된 반면 GAP 미인증 농가에서는 일반세균은 검출수준이 높아 계수가 불가능 하였고, 대장균군과 *S. aureus* 가 3.3 ± 0.1 log CFU/cm^2 및 3.2 ± 0.2 log CFU/cm^{2}으로 검출되었다.

포장비닐의 경우 GAP 미인증 농가에 대해서만 미생물 오염도를 조사하였으며 일반세균, 대장균군, *B. cereus*가 각각 4.41 log CFU/cm^2, 3.6 ± 0.6 log CFU/cm^2, 2.9 ± 0.1 log CFU/cm^{2}으로 검출되었다.

전체적으로 상추 GAP 인증 농가와 미인증 농가의 미생물 오염도를 비교해 볼 때 위생지표세균은 GAP 인증 농가의 상추, 토양 및 장갑의 대장균군 오염도와 농업용수의 일반세균 오염도가 각각 2.9 ± 0.1 log CFU/g, 6.0 ± 0.5 log CFU/g, 4.3 ± 0.1 log CFU/cm^2 및 4.7 ± 0.2 log CFU/mL

Table 1. Microbial population of the samples collected from GAP and non-GAP lettuce farms (Unit : log CFU/g or cm^2)

Farms	Samples	Microorganisms				
		Total bacteria	Coliforms	*E. coli*	*B. cereus*	*S. aureus*
GAP farms	Lettuce	3.1 ± 0.2	2.9 ± 0.1	-[1)]	ND[2)]	ND
	Soil	6.8 ± 0.1	6.0 ± 0.5	-	3.5 ± 1.8	6.5 ± 0.1
	Agricultural water	4.7 ± 0.2	2.5 ± 0.1	-	4.4 ± 0.1	ND
	Gloves	4.9 ± 0.1	4.3 ± 0.1	-	ND	ND
	Packing plastic bag	NS[3)]	NS	NS	NS	NS
Non-GAP farms	Lettuce	3.9 ± 0.1	2.1 ± 0.1	-	2.1 ± 0.2	1.4 ± 0.1
	Soil	7.7 ± 0.1	5.1 ± 1.2	-	5.9 ± 0.1	2.3 ± 0.0
	Agricultural water	4.2 ± 1.1	3.0 ± 0.1	+[3)]	2.1 ± 0.7	ND
	Gloves	TNTC[4)]	3.3 ± 0.1	-	ND	3.2 ± 0.2
	Packing plastic bag	4.4 ± 0.1	3.6 ± 0.6	-	2.9 ± 0.1	ND

[1)]-: Negative, [2)]ND: Not detected (Detection limit : < 1 CFU/plate), [3)]+: Positive, [4)]TNTC: Too numerous to count

Table 2. Microbial population of the samples collected from GAP and non-GAP cucumber farms (Unit : log CFU/g or cm^2)

Farms	Samples	Microorganisms				
		Total bacteria	Coliforms	*E. coli*	*B. cereus*	*S. aureus*
GAP farms	Cucumber	3.4 ± 0.6	1.7 ± 0.3	-[1)]	ND[2)]	ND
	Soil	6.9 ± 0.2	5.0 ± 0.5	-	5.0 ± 0.3	ND
	Agricultural water	2.0 ± 0.3	ND	-	ND	ND
	Gloves	4.6 ± 0.4	4.2 ± 0.1	-	ND	1.7 ± 2.0
Non-GAP farms	Cucumber	4.5 ± 0.4	2.3 ± 0.8	-	ND	ND
	Soil	7.1 ± 0.1	2.6 ± 1.0	-	2.9 ± 1.5	ND
	Agricultural water	2.7 ± 0.1	ND	-	1.7 ± 0.1	ND
	Gloves	4.2 ± 0.6	1.9 ± 2.6	-	2.0 ± 1.4	ND

[1)]-: Negative, [2)]ND: Not detected (Detection limit : < 1 CFU/plate)

로 GAP 미인증 농가 보다 높은 것으로 확인되었고, 병원성미생물인 *B. cereus*와 *S. aureus*는 GAP 인증농가의 용수(4.4 ± 0.1 log CFU/mL)와 토양(6.5 ± 0.1 log CFU/g)에서 미인증 농가 보다 높게 검출되어 GAP 인증 농가는 인증받았음에도 불구하고 미생물에 대한 관리가 미흡한 부분이 존재하는 것으로 확인되었다.

GAP 인증 및 미인증 오이 농장의 미생물 오염도 비교

오이 농장은 토양, 용수, 상추 및 장갑을 대상으로 하여 위생지표세균 (일반세균, 대장균군, 대장균)과 병원성미생물 2종(*S. aureus*, *B. cereus*)에 대해 오염도 조사를 실시하였고, 그 결과는 Table 2와 같이 확인되었다.

오이에서는 일반세균과 대장균군만 검출되었고, 그 오염수준은 GAP 인증 농가에서 3.4 ± 0.6 log CFU/g 및 1.7 ± 0.3 log CFU/g, GAP 미인증 농가에서 4.5 ± 0.4 log CFU/g 및 2.3 ± 0.8 log CFU/g으로 확인되었다.

토양의 경우 GAP 인증 농가에서는 일반세균 6.9 ± 0.2 log CFU/g, 대장균군 5.0 ± 0.5 log CFU/g, *B. cereus* 1.3 ± 2.3 log CFU/g의 수준으로 검출되었고, GAP 미인증 농가에서는 일반세균 7.1 ± 0.1 log CFU/g, 대장균군 2.6 ± 1.0 log CFU/g, *B. cereus* 2.9 ± 1.5 log CFU/g의 수준으로 검출되었으며, *E. coli*와 *S. aureus*는 GAP 인증 농가 및 미인증 농가 둘 다 검출되지 않았다.

재배 시 관수를 위해 사용되는 용수의 경우는 GAP 인증 농가에서는 일반세균만 2.0 ± 0.3 log CFU/mL 수준으로 검출되었고, GAP 미인증 농가에서는 일반세균과 *B. cereus* 만 각각 2.7 ± 0.1 log CFU/mL 및 1.7 ± 0.1 log CFU/mL의 수준으로 검출되었다.

수확 시 사용되는 장갑은 GAP 인증 농가에서는 일반세균과 대장균군, 그리고 *S. aureus*가 4.6 ± 0.4 log CFU/cm^2, 4.2 ± 0.1 log CFU/cm^2, 1.7 ± 2.0 log CFU/cm^2 수준으로 검출된 반면 GAP 미인증 농가에서는 일반세균, 대장균군, *B. cereus*가 4.2 ± 0.6 log CFU/cm^2, 1.9 ± 2.6 log CFU/cm^2, 2.0 ± 1.4 log CFU/cm^2 수준으로 검출되었다.

오이 농장의 경우 토양에서 검출된 대장균군(5.0 ± 0.5 log CFU/g)과 *B. cereus*(5.0 ± 0.3 log CFU/g), 장갑에서 검출된 일반세균(4.6 ± 0.4 log CFU/cm^2) 및 대장균군(4.2 ± 0.1 log CFU/cm^2)의 오염도가 GAP 미인증 농가 보다 GAP 인증 농가에서 높았다. 특히 장갑의 대장균군 오염도의 경우 GAP 인증 농가의 오염수준이 미인증 농가의 오염수준의 2배 이상인 것으로 확인되었다. 이들 결과를 볼 때 상추 농장과 마찬가지로 오이 농가에서도 GAP 인증 여부와는 상관없이 미생물에 대한 관리가 미흡한 부분이 존재하는 것으로 확인되었다.

농가현장 조사를 통한 미생물 오염발생 원인 조사

상추와 오이 재배 과정에서의 미생물 오염 발생 원인을 분석하기 위해 GAP 인증농가와 GAP 미인증 농가를 방문하여 농업인과의 인터뷰와 용수관리, 주변 환경 관리, 농자재 관리 및 개인위생 관리 항목에 대한 실태 조사를 실시하였으며 그 결과는 Table 3 및 다음과 같다.

농업용수

관수를 위해 사용되는 농업용수의 경우 상추재배 농가와 오이 재배 GAP 인증 및 미인증 농가의 80% 이상이 지하수를 저장탱크에 저장해 두고 사용하고 있어 용수의 탱크 내 장기간 보관에 따른 미생물 오염 가능성이 확인되었고, 지하수 관정 주변의 청결관리 부재로 관정 주변의 오염물질이 내부로 스며들어 용수의 미생물 오염가능성이 있는 것으로 확인되었다. 관개용수의 미생물 안전성 확보는 안전한 농산물을 생산하는데 중요한 항목 중 하나이다[14)]. Solomon[15)]의 연구에서 용수에 *E. coli* O157:H7을 인위적으로 오염시키고 상추에 살포한 후 세척한 결과 상추에 오염된 *E. coli* O157:H7이 완전히 제거되지 않는 것을 확인하였으며, 이는 실제 농산물 생산현장에서 오염된 용수의 사용으로 인한 농산물의 미생물 오염 가능성을 나타낸다. 따라서 탱크 내 용수 관리기준을 마련하고 주변 환경에 의해 용수가 오염되지 않도록 관정 주변을 청결관

Table 3. Survey of sanitation management on GAP and non-GAP farms of lettuce and cucumber

Item	GAP farms	Non GAP farms
Agricultural water		
Estimation	Inappropriate	Inappropriate
Farm surroundings environment		
Estimation	Appropriate	Inappropriate
Agricultural materials		
Estimation	Appropriate	Inappropriate

리 하는 것이 필요할 것으로 생각된다.

농장주변 환경

농장 주변의 환경은 GAP 인증농가의 경우 쓰레기는 지정된 장소에 폐기・보관하고, 하우스와 하우스 사이에 덮개를 설치하는 등 청결관리를 통해 미생물 오염 방지에 대한 관리를 하고 있었으나, GAP 미인증 농가의 경우 하우스와 하우스 사이 폐 농자재가 방치되어 있고 물이 고여 있어 오염된 물이 재배 토양으로 스며들어 작물의 미생물 오염이 우려되었다.

농기구 및 농자재

농기구 및 농자재 보관은 GAP 인증농가에서는 농자재 용도별로 구분하여 정리정돈 하여 미생물의 교차오염 가능성을 최소화 하고 있었으나, GAP 미인증 농가에서는 용도 구분 없이 흙바닥에 방치되어 있는 등 청결관리가 부재하고, 조리기구 등과 함께 방치되어 미생물의 교차오염이 발생할 수 있는 환경으로 확인되었다. 따라서 농기구 및 농자재의 보관은 용도별로 구분하여 보관하되 바닥과는 이격하고, 조리기구 등과 같은 농자재가 아닌 것들과는 구분 보관하여 미생물 교차 오염을 방지해야 할 것으로 생각된다.

작업자

상추와 오이의 수확은 작물의 특성상 장갑을 착용하고 수확을 하기 때문에 개인위생의 경우 장갑의 사용실태에 대해 조사하였다. GAP 인증 농가와 미인증 농가 모두 장갑의 교체 없이 반복하여 사용하였으며, 사용 후에는 방치하는 것으로 확인되었다. 장갑은 작물과 직접적으로 접촉하는 대상으로 반복 사용 및 청결관가 부재하면 작물의 미생물 오염도 증가 가능성 있기 때문에 일정 시간 간격으로 장갑을 교체하면서 수확 및 포장 작업을 실시하고 사용 종료 후에는 세척하여 보관하는 것이 미생물의 교차오염을 방지할 수 있을 것으로 생각된다.

결론적으로 상추와 오이에서 일반세균과 대장균군이 각각 $3.1 \pm 0.2 \sim 4.5 \pm 0.4$ log CFU/g 및 $1.7 \pm 0.3 \sim 2.9 \pm 0.1$ log CFU/g 범위로 검출된 반면, 작업 시 사용되는 장갑은 상추와 오이보다 위생지표세균의 오염도가 높고 병원성 미생물 또한 검출되어 작업자에 의한 교차오염이 우려된다. GAP 적용을 위한 농산물 생산현장에서의 미생물 오염도를 연구한 결과에서도 작업자 개인위생과 관련된 항목에서 미생물의 오염도가 높아 작업자에 의한 교차오염을 방지하는 것이 필요한 것으로 확인되었다[16-18]. 더욱이 상추와 오이는 수확 후 세척 없이 출하 및 유통되는 농산물이기 때문에 재배과정 및 수확 후 작업자에 의한 미생물의 교차오염 방지를 위한 노력이 가장 필요할 것으로 판단되며, 앞서 제시한 위해요소의 관리를 통한 미생물학적 관리의 효과를 확인하는 추가 연구가 필요한 것으로 생각된다.

Acknowledgement

본 논문은 농림축산식품부 첨단생산기술개발사업 및 농

촌진흥청 공동연구사업(과제번호: PJ0116262016)의 지원에 의해 이루어진 것임.

국문요약

본 연구는 상추와 오이의 GAP 인증 및 미인증 농가를 대상으로 토양, 용수, 작물 (상추, 오이), 장갑, 포장재 (비닐)에 대한 미생물 오염도를 비교·평가하고 농가의 위생관리 실태를 조사하여 GAP 인증 농가에 대한 미생물학적 안전성 강화를 위한 자료로 활용하고자 하였다. 미생물 오염도 조사 결과 상추 농장의 경우 위생지표세균 오염도는 GAP 인증 농가가 미인증 농가 보다 조금 낮거나 유사하였고, 병원성미생물인 *S. aureus*와 *B. cereus*는 GAP 인증 농가의 토양과 용수에서 미인증 농가 보다 높게 검출되었다. 오이농장은 토양의 대장균군과 *B. cereus,* 장갑의 일반세균 및 대장균군 오염도가 GAP 미인증 농가보다 GAP 인증 농가에서 높았고, 그 외에는 GAP 인증 농가와 미인증 농가가 유사한 오염도를 나타내었다. 전체적으로 결과를 비교했을 때 GAP 인증 농가와 미인증 농가의 미생물 오염도 수준이 크게 차이가 나지 않는 것으로 확인되어 GAP를 인증 받았음에도 불구하고 미생물에 대한 관리는 미흡한 것으로 나타났다. 농가의 위생관리 실태 조사 결과에서는 GAP 인증 농가가 미인증 농가보다는 미생물 오염을 방지하기 위한 노력들을 하고 있는 것으로 확인되었으나, GAP 인증 및 미인증 농가 모두 농업용수의 관리와 작업 시 사용되는 작업자의 장갑 관리에 있어서는 미흡한 것으로 확인되었다. 이상의 연구결과는 농산물의 미생물 오염방지에 대한 방안을 제시하고 GAP 인증을 개선하는데 기초자료로 활용될 수 있을 것으로 판단된다.

References

1. Bahk, G.J., Kim, Y.C., Lee, H.S., Rho, M.J., Cho, Y.H., Lee, Y.H., Lee, K.M., Rho, W.S., Yang, J.H., Kim, J.S. and Lee, S.P.: A study on attitudes toward food safety issues in korea. *J. Fd Hyg. Safety*, **14**, 34-44 (1999).
2. Lee, J.Y. and Kim, K.D.: Study on the perception of and concern for food safety among urban housewives. *Korean J. Food Preserv.*, **16**, 999-1007 (2009).
3. Available from http://www.foodsafetykorea.go.kr/portal/healthyfoodlife/food Poisoning Stat.do, Accessed Oct. 14 (2016).
4. Available from http://www.naqs.go.kr/multiboard/board/detail.naqs?menu=MN 30511&groupno=283&cate=0&page=1&seq=48438&schType=&schKeyword=, Accessed Oct. 14 (2016).
5. Kim, S.R., Kim, J.B., Lee, H.S., Lee, E.S., Kim, W.I., Ryu, S.H., Ha, J.H., Kim, H.Y. and Ryu, J.G.: Effects of small scale post-harvest facility and hygiene education on the level of microbial safety in Korean leeks production. *J. Fd Hyg. Safety*, **30**, 249-257 (2015).
6. CDC: Update on multistate outbreak of *E. coli* O157:H7 infections from fresh spinach, October 6, 2006. Available from http://www.cdc.gov/ecoli/2006/ spinach-10 -2006.html, Accessed Oct. 14 (2016).
7. Available from http://www.foodsafetykorea.go.kr/portal/board/boardDetail.do? menu_no=260&bbs_no=bbs077&ntctxt_no=11765&menu_grp=MENU_GRP04, Accessed Oct. 14 (2016).
8. Patel J. and Sharma M.: Differences in attachment of Salmonella enteric serovars to cabbage and lettuce leaves. *Int. J. Food Microbiol*., **139**, 41-47 (2010).
9. Available from http://www.foodsafetykorea.go.kr/portal/board/boardDetail.do? menu_no=259&bbs_no=bbs076&ntctxt_no=1049343&menu_grp=MENU_GRP04, Accessed Oct. 14 (2016).
10. Shim, W.B., Kim, K.Y., Kim, J.S., Yoon, Y.H., Kim, J.E., Shim, S.I., Kim, Y.S. and Chung, D.H.: Hazard assessment of apple farms at the growing stage to establish good agricultural practices (GAP) model based on hazard control. *Agri. Life Sci*., **47**, 177-186 (2013).
11. Park, S.G., Chio, Y.D., Lee, C.W., Jeong, M.J., Kim, J.S., Chung, D.H. and Shim, W.B.: Investigation of microbiological hazard from Korean Leeks and cultivation area to establish the GAP model. *J. Fd Hyg. Safety*, **30**, 28-34 (2015)
12. MAFRA: Law for the quality management of agricultural and fishery produces. Available from http://www.law.go.kr/lsInfoP.do?lsiSeq=184636&efYd=20160707# 0000, Accessed Oct. 14 (2016).
13. MFDS. Korean Foods Code. Ministry of Food and Drug Safety, Cheongwon, Korea (2013).
14. Kim, S.R., Lee, J.Y., Lee, S.H., Kim, W.I., Park, K.H., Yun, H.J., Kim, B.S., Chung, D.H., Yun, J.C. and Ryu, K.Y.: Evaluation of microbiological safety of lettuce and cultivation area. *J. Fd Hyg. Safety*, **26**, 289-295 (2011)
15. Solomon, E.B., Potenski, C.J. and Mattews K.R.: Effedt of irrigation method on transmission to and persistence of *Escherichia coli* O157:H7 on lettuce. *J. Food Prot*., **65**, 673-676 (2002).
16. Shim, W.B., Kim, K.Y., Yoon, Y.H., Kim, J.E., Shim, S.I., Kim, Y.S. and Chung, D.H.: Microbiological hazard analysis for strawberry farms at the harvest stage to establish good agricultural practices (GAP) model based on principle of HACCP. *Korean J. Food Sci. Technol*., **45**, 104-110 (2013).
17. Shim, W.B., Kim, J.S., Kim, K.Y., Yun, J.C. and Chung, D.H.: Investigation of microbiological contamination levels in peach farms to establish good agricultural practices (GAP) model based on hazard control. *Agri. Life Sci.*, **47**, 61-71 (2013).
18. Nam, M.J., Chung, D.Y., Shim, W.B. and Chung, D.H.: Hazard analysis for the application of good agricultural practices (GAP) on paprika during cultivation. *J. Fd Hyg. Safety*, **26**, 273-282 (2011).