ISSN 0367-6315
Korean J. Soil Sci. Fert. 45(6), 1216-1221 (2012)
http://dx.doi.org/10.7745/KJSSF.2012.45.6.1216

단문

당귀의 재배 및 유통과정 중 생물적 위해요소 분석

박경훈 · 김병석 · 이정주 · 윤혜정[1] · 김세리 · 김원일 · 윤종철 · 류경열[2]*

국립농업과학원 유해생물팀, [1]농산물품질관리원 시험연구소, [2]농촌진흥청 연구성과관리과

Biological Hazard Analysis of *Angelica gigas* Nakai on Production and Marketing Steps

Kyeong-Hun Park, Byeong-Seok Kim, Jeong-Ju Lee, Hye-Jeong Yun[1], Se-Ri Kim, Won-Il Kim, Jong-Chul Yun, and Kyoung-Yul Ryu[2]*

Microbial Safety Team, National Academy of Agricultural Science, RDA, Suwon, 441-707, Korea
[1]Experiment Research Institute. National Agricultural Products Quality Management Service, Seoul, 150-804, Korea
[2]R&D Performance Evaluation and Management Division, Research Policy Bureau, RDA, Suwon, 441-707, Korea

This study is aimed to investigate microbiological contamination of *Angelica gigas* Nakai. A total of 111 samples including root, soil, and irrigation water were collected from farms and market to detect aerobic bacteria, *Bacillus cereus*, coliform, *Escherichia coli, Listeria monocytogenes,. Salmonella* spp., *and Staphylococcus aureus*. The contaminations of aerobic bacteria, coliform, and *Bacillus cereus* in the root during cultivation were found 6.71 log CFU g^{-1}, 4.13 log CFU g^{-1}, and 3.54 log CFU g^{-1}, respectively. The contamination of coliform and *B. cereus* were detected in all steps from harvesting to processing, with the highest count recorded from the cutting step. In marketing, the contaminations of aerobic bacterial, coliform, and *B. cereus* were 5.5～6.0 log CFU g^{-1}, 2.4～2.6 log CFU g^{-1}, and 3.5～4.0 log CFU g^{-1}, respectively. *Listeria monocytogenes*, *Salmonella* spp, and *Staphylococcus aureus* were not detected in any of samples. This result indicated that hygienic soil management and post harvest management should be performed to reduce the contamination of hazard microorganisms and to produce safe agro-products.

Key words: Microbial hazard, Medicine herb, *Bacillus cereus*, Food safety

서 언

최근 생활수준의 향상으로 인하여 건강에 대한 관심이 증가하고 소비자의 식생활이 변화함에 따라 육류 및 가공식품 보다 곡류와 채소류 및 웰빙 농산물의 소비가 증가하고 있다. 대부분의 약용식물의 경우 영양학적으로 우수하고 발암억제 및 항산화 효과가 알려져 한약의 원료로 사용되고 있을 뿐만 아니라, 최근에는 차, 음료수 또는 간편한 식사대용으로 개발되고 있다 (Park et al., 2011). 참당귀는 산형과에 속하는 2~3 년생의 초본식물로 강원 평창, 충북 제천, 경북 봉화 일대의 고랭지에서 재배되고 있으며 샐러드, 술, 차, 음료수 등의 원료로 사용되거나 진정효과, 진통억제, 항산화작용, 혈압강하 및 항암 효과 등이 확인되어 한약재 등으로 폭 넓게 사용되고 있다 (Kim, 2005; Kwag et al., 1998).

접수 : 2012. 11. 15 수리 : 2012. 11. 27
*연락저자 : Phone: +82312991964
E-mail: kyryu@korea.kr

농산물 중 유해미생물의 오염은 재배, 수확, 가공, 포장, 유통 등 생산에서 소비과정에서 비의도적으로 일어나며, 대부분은 오염된 물, 토양, 농자재 및 가공 및 포장 조건에서 일어나게 된다 (Beuchat et al., 2001). 또한, 미생물에 노출된 오염원이 하천으로 유입되거나 오염된 물이 농업용수로 사용될 경우 작물로 이행될 가능성이 높으며, 농산물의 생산과정 중 가축분뇨 및 오염된 토양에 의해서 *Listeria monocytogenes* 와 *Salmonella* spp. 등 식중독균의 식물체로 이동이 보고되었다 (Brak and Liang, 2008; Weis and Seeliger, 1975). *Bacillus cereus* 는 그람 양성 세균으로서 토양 및 가축분뇨, 식물잔재물 및 식품, 농산물 뿐만 아니라 다양한 환경조건에서 생존 가능하며, 미국과 유럽에서 곡류나 채소 등 다양한 식품에 식중독 발생 원인균으로 확인된 바 있다 (Dierck et al., 2005; Gilbert and Jennifer, 1977). *B. cereus* 는 열악한 환경이나 고온에서도 존재할 수 있는 내생포자를 가지고 있어 조리되거나 가열된 농산물에서도 쉽게 죽지 않고 생존하여 식중독 사고에 관여하는 것으로 알려져 있다 (Kim et al., 2006).

국내에서 농산물에 대한 생물학적 위해요소 연구는 대부분이 즉석섭취 새싹채소와 신선채소류에 한정되어 진행되어 왔으나, 농산물 전체로 그 연구범위가 확대되고 있는 추세이다 (Choi et al., 2012; Hong et al., 2012; Yu et al., 2009). 약용식물에 관한 안전성 관련 연구는 중금속이나 농약잔류 등 화학적위해요소 위주로 수행되어 왔으며, 생물학적 위해요소에 관한 연구는 미흡한 실정이다 (Kim et al., 2008; Yu et al., 2007). 최근 국내 유통 한약재에 대한 곰팡이독소 오염조사와 당귀 산지의 안전성 평가연구에서 아플라톡신이 검출되어 약용식물의 안전성 및 품질관리의 문제점이 대두되었다 (Choi et al., 2011; Lee et al., 2010).

약용식물의 대부분은 수확 후 열악한 제조 환경으로 인하여 흙이 묻어 있는 상태로 보관 또는 유통되어 토양 전염균에 오염될 가능성이 높다 (Choi et al., 2011). 특히 상온에서 습기가 묻어 있는 상태로 보관 될 경우, *B. cereus* 및 *L. monocytogenes* 와 같은 토양 전염성 식중독균에 오염될 수 있다. 유럽과 호주에서 건조된 다양한 약초와 향신료에 *B. cereus* 가 4 log CFU g^{-1} 수준으로 보고 된 바 있다 (Kniefel and Berger, 1994; Pafumi, 1986). 하지만, 국내에서는 아직까지 농산물에 대한 식중독 세균의 관리기준이 설정되어 있지 않으며, 약용식물에 대한 병원성 미생물의 오염에 대해서도 연구가 미흡하다.

따라서, 본 연구는 당귀의 재배 과정과 유통과정 중에서 기본적인 미생물 오염정도를 파악하고 식중독을 일으킬 수 있는 원인균을 조사하여 약용식물의 관리기준 설정 및 안전농산물 생산을 위한 기초자료를 확보하기 위하여 수행하였다.

재료 및 방법

시료채집 본 연구에서 생산단계과정 중 토양 및 관개수의 생물적 위해요소 분석을 위한 시료 채취는 2011년 강원도 평창군과 정선군, 충북 제천시 위치한 당귀 경작지를 대상으로 실시하였다. 토양 시료는 3개소 이상에서 채취하였으며, 표토 20cm 깊이의 토양 시료를 10지점 이상 채집하여 혼합하였으며, 관개수는 2L 멸균 채수병을 이용하여 채집하였다. 식물체는 생육 후기에 당귀 잎, 줄기, 뿌리 부위로 구분하여 멸균백을 이용하여 채집하였다.

수확 후 가공 단계의 미생물 분포도를 조사하기 위하여 강원도 평창군과 충북 제천시에 위치한 당귀 가공시설에서 원료 단계에서 건조, 절단, 분류 및 포장 단계 별로 구분하여 당귀 시료를 채집하였다.

유통단계의 당귀의 미생물 오염도를 조사하기 위하여 경기도 수원시에 위치한 대형 할인점, 재래시장과 약초판매상 각각 3 곳으로 3개의 시료를 채집하였다. 채집한 시료는 모두 멸균백에 넣어 냉장상태로 실험실로 운반하였으며 바로 분석하였다 (Table 1).

Table 1. Samples used in this study for investigation of microorganism contamination.

Stage	Source	No. of sample
Cultivation	Leaf	9
	Stem	9
	Root	9
	Soil	9
	Irrigation water	3
Harvest and Post harvest	Raw material	9
	Drying	9
	Cutting	9
	Sorting	9
	Packaging	9
Market	Herbal medicine shop	9
	Retail outlet	9
	Traditional markets	9
Total		111

시료의 전처리 토양 및 식물체 시료는 각각 25 g을, 관개수는 25 mL을 정량하여 0.1% 멸균펩톤수 225 mL를 첨가한 후 스토마커 (Interscience, USA)로 2분간 균질화하여 미생물 분석을 위한 시료원액으로 사용하였다.

일반세균수 분석 전처리 된 시료 1 mL를 0.1% 멸균펩톤수 9 mL를 이용하여 단계적으로 희석하여 혼합한 후 3M Petrifilm™ aerobic count plate (3M, USA)에 1 mL 씩 분주하였다. 37℃ 배양기에서 24시간 배양 후 생성된 적색 집락을 계수하였다.

대장균군 및 대장균 분석 전처리된 시료 1 mL에 0.1% 멸균펩톤수 9 mL를 혼합 한 후 십진 희석하여 3M Petrifilm™ E.coli/coliform plate (3M, USA)에 1mL 씩 분주하여 37℃에서 24시간 배양 한 후 기포를 갖는 적색 집락을 대장균군, 기포를 갖는 청색 집락을 대장균으로 확인하였다.

병원성세균 분석 *B. cereus*의 분석을 위해 균질화된 시료 1 mL을 0.1% 멸균펩톤수를 이용하여 단계적으로 희석한 후 MYP (Oxoid, UK)에 도말한 후 30℃에서 24시간 배양하였다. 자줏빛 과 분홍색 또는 흰색의 환을 가지는 집락을 TSA에 순수분리 하였으며 API 50 CHI kit (Biomerieux, France)를 이용하여 동정하였다. *Bacillus* group으로 확인된 균주는 gyr B, cry 유전자를 선택적으로 증폭하는 프라이머를 이용하여 Choo et al. (2007)의 방법에 따라 Multiplex PCR을 수행하였다.

S. aureus 분석을 위해 전처리 된 검액 1 mL를 0.1% 멸

균펩톤수에 단계적으로 희석하여 Baird-Parker agar (Oxoid, UK) 배지 도말하였다. 그 후 37℃에서 24시간 배양하여 투명환이 있는 검은색 집락을 TSA에 순수 분리하고 37℃에서 24시간 배양하였다. Microgen Staph Latex kit (Microgen, UK)를 이용하여 응집반응을 확인하였고, 양성으로 확인된 균에 대해서는 nuc 유전자를 대상으로 하는 프라이머를 이용하여 Vicedo and Aznar (2006)의 방법에 따라 PCR로 동정하였다.

*Salmonella*는 선택배지인 XLD (Oxoid, UK)에 검액을 도말하여 37℃에서 24시간 배양한 후 검은색 의심집락을 순수 분리하였고, IpaB 유전자를 대상으로 하는 프라이머 이용하여 Kong et al. (2002)의 조건에 따라 PCR을 수행하여 최종 확인하였다.

*Listeria monocytogenes*는 각각의 시료 25 g에 225 mL의 LEB (Oxoid, UK)를 첨가하여 30℃에서 24시간 배양하였다. 배양액 1mL을 Fraser Broth(Oxoid, UK) 9mL에 접종하여 37℃에서 24시간 배양하였다. 증균 배양액을 Oxford agar (Oxoid, UK)에 도말하여 30℃에서 24시간에서 48시간 배양한 후 검은색 집락을 TSA에 순수분리한 후 Microgen Listeria Latex kit (Microgen, UK)를 이용하여 응집반응을 확인하였고, hlyA 유전자를 선택적으로 증폭할 수 있는 프라이머를 이용하여 Aznar and Alacon (2003)의 방법에 따라 PCR을 수행하여 최종 동정하였다.

모든 실험은 3회 이상 중복하여 수행하였으며, 분석 자료는 log CFU g^{-1}로 환산하였고, SAS프로그램 (ver 9.2)을 이용하여 일원분산분석을 실시한 후 Duncan's multiple range test를 통해 유의성을 검증하였다.

결과 및 고찰

재배단계의 미생물 분포 당귀의 재배단계에서 미생물 분포를 조사한 결과는 Table 2와 같다. 총호기성 균은 토양과 뿌리에서 각각 6.71, 6.32 log CFU g^{-1}로 검출되었다. 당귀의 잎과 줄기에서는 각각 4.70, 4.75 log CFU g^{-1}로 확인되었으며, 관개수에서도 3.35 log CFU g^{-1}로 검출되었다. 대장균군은 토양과 뿌리에서 각각 4.13 과 3.55 log CFU g^{-1}의 수준으로 검출되었고, 잎과 줄기에서도 1.98과 1.83 CFU g^{-1}로 검출되었다. *B. cereus* 는 토양과 뿌리에 각각 3.54와 3.41 log CFU g^{-1}로 검출되었으며 잎과 줄기에서는 검출되지 않았다. *L. monocytogenes*, *Salmonella* spp. 및 *S. aureus* 균은 당귀 재배환경에서 검출 되지 않았다. 그람양성의 포자를 갖는 *Bacillus cereus* 균은 토양, 물, 농자재 등 작물이 재배되는 환경에 널리 분포하고 있어 식품의 제조, 농산물 유통 및 가공 과정에서 오염될 경우 사람에게 질병을 일으키는 것으로 알려져 있다 (Notermans and Batt, 1998; Ombui et al., 1997). 본 연구 결과에서 *B. cereus* 가 당귀 재배 토양과 토양과 접촉되어 있는 뿌리 부위에서 검출되는 것으로 확인하였다. *B. cereus* 는 작물의 근권부위의 토양에 서식하거나 토양 속에서 동식물 배설물이나 식물잔재물에 존재하며 식물체의 오염 가능성이 있는 것으로 알려져 왔다 (Halverson et al., 1993; Jensen et al., 2003; Stabb et al., 1994). 이전의 연구결과 에서 농산물 중 토양 또는 먼지 등과 가까이 재배되거나 유통되는 채소류일 경우 총호기성균과 대장균 등의 오염수준이 높고, 식중독균의 발생빈도가 높게 확인되었다 (Hong et al., 2012; Yu et al, 2009). 또한, *B. cereus*가 오염된 농산물이 다른 농산물 또는 우유와 치즈 등 식품과 접촉될 경우 교차오염을 일으킬 가능성이 확인되었다. 따라서, 재배단계에서 부터 멀칭이나 포장 위생관리 등 토양 관리를 통해 식물체와 토양과의 접촉을 최소화하는 것이 중요하다고 판단된다.

수확 후 처리 단계의 미생물 분포 당귀의 수확 후 처리 단계의 미생물 오염도에 대해 조사한 결과는 Table 3에 나타내었다. 총호기성세균은 수확 후 가공 전 원료 단계에서 평균 6.16 log CFU g^{-1}로 검출되었고, 건조, 절단, 선별 및 포장 단계에서 각각 5.17, 7.01, 4.96, 5.40 log CFU g^{-1}로 검출되었다. 대장균군은 원료에서 3.51 log CFU g^{-1}로 검출되었으며 건조, 절단, 선별 및 포장 단계에서 각각

Table 2. Populations of microorganisms in samples collected from *Anegelica gigas* and cultivation environment.

Sample	Total aerobic count	Coliform	*Bacillus cereus*
	log CFU g^{-1}		
Leaf	4.70 ± 0.14[b]	1.98 ± 0.77[c]	N.D.[†]
Stem	4.75 ± 0.72[b]	1.83 ± 0.15[c]	N.D.
Root	6.71 ± 0.17[a]	4.13 ± 0.13[a‡]	3.54 ± 0.28
Soil	6.32 ± 0.11[a]	3.55 ± 0.27[b]	3.41 ± 0.13
Irrigation water	3.35 ± 0.06[c]	0.35 ± 0.30[d]	N.D.

[†]N.D. : Not detected.

[‡]Different superscriptive letters in a column indicate significant difference among samples at 5% level by Duncan's multiple range test. Mean±Standard Deviation.

Table 3. Populations of microorganisms during processing in *Angelica gigas* Nakai manufacture.

Sample	Total aerobic count	Coliform	*Bacillus cereus*
	log CFU g^{-1}		
Raw material	6.16 ± 0.26[b]	3.51 ± 0.30[a]	2.72 ± 0.43[b]
Drying	5.17 ± 0.13[c]	1.71 ± 0.17[b]	2.84 ± 0.04[b]
Cutting	7.10 ± 0.40[a†]	3.81 ± 0.02[a]	3.68 ± 0.25[a]
Sorting	4.96 ± 0.63[c]	3.93 ± 0.28[a]	2.56 ± 0.21[b]
Packaging	5.40 ± 0.49[c]	1.97 ± 0.43[b]	2.75 ± 0.22[b]

[†]Different superscriptive letters in a column indicate significant difference among samples at 5% level by Duncan's multiple range test. Mean±Standard Deviation.

Table 4. Populations of microorganisms in samples collected from different market place.

Sample	Total aerobic count	Coliform	*Bacillus cereus*
	log CFU g^{-1}		
Herbal medicine shop	5.0 ± 0.74	1.6 ± 0.91	2.5 ± 0.36
Retail outlet	4.8 ± 0.26	1.7 ± 1.0	2.9 ± 0.30
Traditional markets	4.6 ± 0.42	1.6 ± 1.04	3.0 ± 0.21

1.71, 3.81, 3.93, 1.97 log CFU g^{-1} 수준으로 확인되었다. *Bacillus cereus*는 원료에서 2.72 log CFU g^{-1}로 검출되었고 절단 공정과정에서 *B. cereus*의 농도가 3.68 log CFU g^{-1} 수준으로 증가하였다가 선별 및 포장 단계에서 감소하였다. 본 연구결과, 수확 후 건조 후에 총호기성균과 대장균군이 유의적으로 감소하는 경향을 보였으나, *B. cereus*가 고온과 열악한 환경에서 생존 가능하다는 Kim et al. (2006)의 연구와 같이 건조 전후에 밀도에 변화가 없었다. 절단 작업 후 총호기성균과 대장균군, *B. cereus*의 밀도가 증가한 이유는 절단과정에서 당귀 껍질 등이 혼입되었기 때문으로 생각된다. 약용작물은 재배 특성상 토양에서 1년 이상 재배되는 경우가 많고, 잔뿌리가 많아 세척을 통해 토양이나 오염된 잔재물 등을 제거하기 쉽지 않다. 당귀는 세척을 통해 데커신과 아이소플라본 등 유용성분의 감소, 품질의 저하 등의 가능성이 있어 대부분의 농가에서는 세척없이 토양을 제거하고 있는 실정이다 (Choi et al, 2011). 당귀는 수확 후 덕장을 이용한 태양건조나 35℃ 내외의 열풍건조 방식을 통한 건조 작업과 수확 후 관리과정이 수반되며 이후 가공시설로 운반되어 절단 및 포장 작업이 이루어진다. 약용식물은 가공 특성상 다른 농산물 보다 생물적 위해요소에 대해 노출될 경우가 많아 저장, 가공, 유통 과정에서 위생관리가 요구된다 (Mckee, 1995). 특히, 수확 후 당귀가 35℃ 내외의 건조 단계에서 충분한 건조가 이루어지지 않거나 토양표면위에서 자연건조 될 경우 미생물의 오염 가능성이 높다. 따라서, 수확 후 충분한 건조 과정과 위생적인 세척방법 개발 등을 통해서 접촉되어 있는 토양의 양을 최소화 하고 안전농산물 생산을 위한 수확 후 미생물 오염 저감 기술 개발이 필요하다.

유통과정 중 미생물 분포 대형마트, 재래시장, 약재상에서 유통되는 당귀를 채집하여 미생물 오염도를 조사한 결과, 총호기성균은 평균 4.6～5.0 log CFU g^{-1} 수준으로, 대장균군은 평균 1.6～1.7 log CFU g^{-1} 으로 검출되었고, *B. cereus*는 2.5～3.0 log CFU g^{-1}로 검출 되었는데 유통 장소에 따라 미생물의 오염정도에 유의적인 차이가 나타나지 않았다(Table 4). 이러한 결과는, 유럽에서 향신료와 약초에 *B. cereus*가 5 log CFU g^{-1} 수준으로 검출되었다는 결과 보다는 낮게 확인되었다. *B. cereus*는 향신료와 약초에 3 log CFU g^{-1} 내외로 오염되어 있다가 부적절하게 취급될 경우 식품에 오염되어 5～6 log CFU g^{-1} 까지 증식하여 식중독을 일으키는 것으로 알려졌다 (Makee, 1995). 유럽에서는 소매점에서 판매되는 건조된 향신료와 약초에서 *B. cereus* 가 25g 당 4 log CFU g^{-1}로 검출되지 않도록 권장하고 있다 (European Commission, 2004). 본 연구결과, *E. coli* 정량분석의 검출한계가 1 log CFU g^{-1} 미만으로 모든 시료에서 검출되지 않았지만 생산 후 가공, 유통과정 중에 오염될 가능성이 있다. 우리나라 즉석섭취·편의식품 유해미생물 허용기준인 총세균수 5 log CFU g^{-1}, *B. cereus* 3 log CFU g^{-1}과 유럽의 약초 관리기준에 근거하여 당귀의 미생물 오염정도는 안전한 것으로 확인되었다. 하지만, 약용식물의 경우 재배과정에는 농산물로 분류가 되지만, 건조 후 절단 등 가공과정을 통해서는 농산물과 한약재로 판매되고 있기 때문에 위생적으로 안전하게 관리되어야 한다. 따라서, 곰팡이독소 뿐만 아니라, 생물적 위해요소에 대한 연구가 필요하다고 판단된다.

이번 연구 결과는 약용식물에 대한 미생물학적 위해요소에 대한 모니터링 자료로 향후 안전농산물 생산 및 미생물

위험평가 자료로 활용 가능할 것으로 생각된다.

요 약

재배과정, 수확, 가공 및 유통 단계에서 당귀의 미생물적 위해요소를 조사하였다. 뿌리, 토양 및 관개수를 포함한 111개의 시료가 생산과정과 유통과정에서 호기성균, *B. cereus*, coliform, E. coli, *L. monocytogenes*, *Salmonella* spp., 와 *S. aureus*를 조사하기 위해 수집하였다. 재배과정에서 당귀의 뿌리에서 일반세균수는 6.71 log CFU g^{-1} 수준으로 검출되었으며, 대장균군은 4.13 log CFU g^{-1}, *B. cereus*는 3.54 log CFU g^{-1} 수준으로 확인되었다. 수확에서 가공 단계까지 모든 가공 과정에서 대장균군과 *B. cereus*의 오염을 확인할 수 있었으며, 절단 과정에서 미생물오염도가 높게 확인되었다. 유통과정 중인 당귀에서 일반세균수는 5.6～6.0 log CFU g^{-1}, 대장균군은 2.4～2.6 log CFU g^{-1}, *B. cereus*는 5.4～6.0 log CFU g^{-1} 수준으로 검출되었다. 모든 시료에서 *L. monocytogenes*, *Salmonella* spp., *S. aureus*는 검출되지 않았다. 이러한 결과는 유해미생물의 오염을 감소시키고, 안전한 농산물을 생산하기 위하여 위생적인 토양관리 및 수확 후 관리가 수행되어야 하는 것을 의미한다.

사 사

본 연구는 농촌진흥청 국립농업과학원 농업과학기술 연구개발사업인 개발(과제번호: PJ006356)의 지원으로 수행되었으며 이에 감사드립니다.

인 용 문 헌

Aznar, R and B. Alarcon. 2003. PCR detection of *Listeria monocytogenes*: a study of multiple factors affecting sensitivity. J. Appl. Microbiol. 95:958-966.

Beuchat, L.R., J.M. Farbar, E.H. Garrett, L.J. Harris, M.E. Parish, T.V. Suslow, and F.F. Busta. 2001. Standardization of a method to determine the efficacy of sanitizers in inactivating human pathogenic microorganisms on row fruits and vegetables. J. Food Prot. 64:1079-1084.

Brak, D.J. and A.S. Liang. 2008. Role of soil, crop debris, and a plant pathogen in *salmonella enterica* contamination of tomato plants. Plosone. 3:e1657.

Choi. H.J., T.J. An, Y.S. Ahn, C.B. Park, J.I. Kim, H. Yang, S.H. Park, K.H. Do, and Y.S. Moon. 2011. Safety evaluation from aflatoxin risk of Korean *Angelicae gigantis* radix based on critical control points. Korean J. Med. Crop Sci. 19:47-53.

Choi. N.J., G.J. Bahk, S.D. Ha, M.S. Chung, S.H. Lee, I.G. Hwang, J.H. Park, G.H. Kim, and D.H. Oh. 2012. Analysis of microbiological contamination levels of cabbage and fresh-cut produce on difference area toward climate in Korea. J. Fd. Hyg. Safety. 27:209-214.

Choo, E.Y., S.S. Jang, K.S. Kim, K.G. Lee, S.G. Heu, and S.R. Ryu. 2007. Prevlence and genetic diversity of *Bacillus cereus* in dried red pepper in Korea. J. Food Prot. 70:917-922.

Dierck, K., E. Van Coillee, I. Swiecicka, G. Meyfroidt, H. Devlieger, A. Meulemans, G. Hoedemaekers, L. Fouris, M. Heyndrickx, and J. Mahillon. 2005. Fatal Family outbreak of *Bacillus cereus* associated food Poisoning. J. Clin. Microbiol. 43:4277-4279.

European Commission. 2004. Regulation No. 852/2004 of the European parliament and of the council of 29 April 2004 on the hygiene of foodstuffs. Off. J. Eur. Union. L139:1-54.

Gilbert, R.J. and M.D. Jennifer. 1977. Serotypes of *Bacillus cereus* from outbreaks of food poisoning and from routine foods. Journal of Hygiene. 78:69-74.

Halverson, L.J., M.K. Clayton, and J. Handelsman. 1993. Population biology of *Bacillus cereus* UW85 in the rhizosphere of field-grown soybeans. Soil Biol. Biochem. 25:485-493.

Hong, C.K., Y.H. Seo, C.M. Choi, I.S. Hwang, and M.S. Kim. 2012. Microbial quality of fresh vegetables and fruits in Seoul, Korea. J. Fd. Hyg. Safety. 27:24-27.

Lee, S.D., Y.S. Kim, Y.T. Yoon, A.S. Park, Y. Shin, H.S. Kim, Y.K. Kim, and B.H. Choi. 2010. Monitoring of aflatoxins in herb medicines, Korean J. Med. Crop Sci. 18:338-344.

Jensen, G.B., B.M. Hansen, J. Eilenberg, and J. Mahillon. 2003. The hidden lifestyles of *Bacillus cereus* and relatives. Environ. Microbiol. 5:631-640.

Kim, J.E., T.H. Kim, Y.H. Kim, J.H. Lee, J.S. Kim, S.K. Paek, S.Y. Choi, Y.N. Youn, and Y.M. Yu. 2008. Residues of tolclofos-methyl, azoxystrobin, and defenoconazole in ginseng sprayed by safe use guideline. Korean J. Medical Crop Sci. 16:390-396.

Kim, M.R. 2005. A new analytical method for volatile components and their biological activities in Korean medical plants, Danggui. Ph. D. Thesis. Chonnam National University. p.1-74.

Kim, S.H., J.S. Kim, J.P. Choi, and J.H. Park. 2006. Prevalence and frequency of food borne pathogens on unprocessed agricultural and marine products. Korean. J. Food Sci. Technol. 38:594-598.

Kniefel, W. and E. Berger. 1994. Microbiological criteria of random samples of spices and herbs retailed on the Austrian Market. J. Food Prot. 57:893-901.

Kong, R.Y., S.K. Lee, T.W. Law, S.H. Law, and R.S. Wu. 2002. Rapid detection of six types of bacterial pathogens in

marine waters by multiples PCR. Water Res. 36: 2802-2812.

Kwag, J.J., J.G. Lee, H.H. Chang, and O.C. Kim. 1998. Volatile flavor compounds of the domestic *Angelica* root extract. Journal of the Korean Society of Tobacco Science 20:210-217.

Mckee, L.H. 1995. Microbial contamination of spices and herbs. A review. Lebensm. Wiss. Technol. 28:1-11.

Notermans, S. and C.A. Batt. 1998. A risk assessment approach for foodborne *Bacillus cereus* and its toxins. J. Appl. Microbiol. Symp. Suppl. 84:51-61.

Ombui, J.N., H. Schmieger, M.M. Kagiko, and S.M. Arimi. 1997. *Bacillus cereus* may produce two or more diarrheal enterotoxins. FEMS. Microbiol. Lett. 149:245-248.

Park S.J., J.H. Yoon, Y.E. Kim, W.B. Yoon, and J.D. Kim. 2011. In vitro antioxidant activity of the aqueous of angelica gigas NaKai leaves. Korean J. Food Preserv. 18:817-823.

Pafumi, J. 1986. Assessment of the microbiological quality of spices and herbs. J. Food Prot. 49:958-963.

Stabb, E.V., L. Jacobson, and J. Handelsman. 1994. Zwittermicin a producing strains of *Bacillus cereus* from diverse soils. Appl. Environ. Microbiol. 60:4404-4412.

Weis, J. and H.P.R. Seeliger. 1975. Incidence of *Listeria monocytogenes* in nature. Appl. Microbiol. 30:29-32.

Vicedo, A.B. and R. Aznar. 2006. PCR based procedures for the detection and quantification of Staphylococcus aureus and their application in food. J. Appl. Microbiology. 100: 353-364.

Yu, Y.M., S.C. Oh, B.J. Sung, H.H. Kim, Y.H. Lee, and Y.N. Youn. 2007. Analysis of good agricultural practices (GAP) in Panax ginseng C. A. Mayer. Korean. J. Medical Crop Sci. 15:220-226.

Yu, Y.M., Y.N. Youn, Q.J. Hua, G.H. Cha, and Y.H. Lee. 2009. Biological hazard analysis of paprikas, strawberries and tomatoes in the markets. J. Fd. Hyg. Safety. 24:174-181.