pISSN 1229-1153 *J. Fd Hyg. Safety*
Vol. 27, No. 3, pp. 209~214 (2012)

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

우리나라 기후대별 양배추 및 신선편이제품의 오염도 분석

최나정[1] · 박경진[2] · 하상도[3] · 정명섭[3] · 이순호[4] · 황인균[4] · 박중현[1] · 김광희[1] · 오덕환[1]*
[1]강원대학교 식품생명공학과, [2]군산대학교 식품영양학과, [3]중앙대학교 식품공학과, [4]식품의약품안전청

Analysis of Microbiological Contamination Levels of Cabbage and Fresh-cut Produce on Difference Area toward Climate in Korea

Na-Jung Choi[1], Gyung-Jin Bahk[2], Sang-Do Ha[3], Myung-Sub Chung[3], Soon-Ho Lee[4], In-Gyun Hwang[4], Joong-Hyun Park[1], Gwang-Hee Kim[1], and Deog-Hwan Oh[1]*
[1]*Department of Food Science and Biotechnology, Kangwon National University*
[2]*Department of Food Nutrition, Kun-San University*
[3]*Department of Food Science and Technology, Chung-Ang University*
[4]*Korea Food & Drug Administration*
(Received December 29, 2011/Revised April 15, 2012/Accepted July 10, 2012)

ABSTRACT - The purpose of this study was to evaluate microbiological contamination of fresh-cut produce salads and raw cabbage toward climate change. Total aerobic bacteria, coliform and *Escherichia coli* were monitored to get the contamination levels and *E. coli* O157:H7, *Staphylococcus aureus*, *Bacillus cereus*, *Listeria monocytogenes* and *Salmonella* spp. to detect pathogens with risk of foodborne disease from samples. Collection of 360 samples (180 fresh-cut produce salads and 180 raw cabbage), including 60 samples from each area after setting 3 areas depending on annual temperature and annual rainfall. As a result, total aerobic bacteria and coliform group were different was performed areas in raw cabbage but there was no difference between areas in fresh-cut produce salads. In addition foodborne pathogens including *E. coli* were not isolated from fresh-cut produce salads.

Key words: Fresh-cut produce, Foodborne pathogens, Contamination levels, Climate

최근 전 세계적으로 민감한 문제 중 하나인 기후변화는 기후 온난화, 대기 오염 증가로 인하여 생태계는 물론, 경제, 산업, 문화의 전반적인 부분에 걸쳐 다양한 파급효과가 발생하고 있는 실정이며 식품 안전을 포함한 사회 전반의 문제가 되고 있다. 이에 세계적 규모의 기후변화는 이제 현실화되어 심각한 문제를 야기하고 있으며, 기후변화에 따른 문제점이 특정 국가 차원에서 국제적으로 확대되고 있다[1]. 우리나라의 경우 지구온난화와 도시화 등의 영향으로 자연변동성의 큰 특징을 가지고 있다. 해가 거듭될수록 집단 급식소에서의 식중독 발생률이 증가하고 있으며, 특히 학교 급식에서의 식중독 발생건수와 환자수가 모두 증가하고 있다[2].

기후변화에 민감한 식품군 중 하나인 신선편의제품(Fresh-cut produce)은 웰빙 문화와 더불어 친환경, 유기농, 로하스(Lifestyles of Health and Sustainability; LOHAS) 등의 건강지향적인 생활 패턴 변화와 소득 수준의 향상, 식생활 양식의 변화, 핵가족화 등으로 식품섭취의 간편화, 시간 절약 등을 이유로 그 섭취가 증가하고 있다[3,4]. 식품공전에 의하면 신선편의 식품이란 세척, 박피, 절단 또는 세절 등의 가공공정을 거친 농·임산물을 말하며 미생물 관리 기준은 대장균군 음성, 황색포도상구균 100/g 이하, 살모넬라, 장염비브리오균 음성, 바실러스 세레우스 1,000/g 이하이다[5]. 영국 PHILS(Public Health Laboratory Service)의 신선채소 및 과일에 대하여 *Listeria monocytogenes*, *Staphylococcus aurues*, *Clostridium perfringenes*, *Vibrio parahaemolyticus*의 수용규격을 20-100 CFU/g, *B. cereus*의 경우 10^3-10^4, 기타 병원성 미생물 불검출로 제시하고 있다[6]. 유럽연합에서는 신선편의제품 중 과채류는 *Salmonella* 불검출, *E. coli* 최대값을 100-1,000 CFU/g 사이로 규정하고 있다[7]. 경제적 여유가 늘어남에 따라 편의성, 건강지향성, 안전성, 고품질 등의 이유로 신선편의 제품 시장은 점차 증가하는 추세이

*Correspondence to: Deog-Hwan Oh, Department of Food Science and Biotechnology, Kangwon National University, Chuncheon 200-701, Korea
Tel: 82-33-250-6457, Fax: 82-33-241-0508
E-mail: deoghwa@kangwon.ac.kr

다. 그러나 대부분 비가열 처리된 제품으로 개봉 후 바로 섭취하는 신선편의 식품의 특성상 생산, 유통 과정 중에 관리가 미흡할 경우 식중독 발생위험이 크다. 신선편의제품에 의한 식중독 발생 원인은 신선편의제품 제조 시 세척 과정에서 미생물 잔존 위험성과 절단, 박피 등의 처리과정, 유통과정을 거치면서 병원성 미생물에 노출 가능성이 크기 때문이라 생각되어 진다[8-12]. 아직까지 신선편의제품에서 식중독 세균으로 인한 식중독 사고가 우리나라에서 보고된 바는 없으나, 미국에서는 *Salmonella*, *E. coli* O157:H7, *L. monocytogenes* 등에 의한 식중독 사고가 보고되고 있으며, 과일과 채소로 인한 식중독 사례가 증가하는 추세이다[13].

본 연구는 우리나라의 기후대를 크게 3곳으로 나누어 각 기후대에서 재배되는 양배추 및 신선편의제품에 대하여 대표적인 식중독 세균에 대한 오염도를 정량적으로 측정한 후 기후와 식중독 사고 발생의 상관관계를 과학적으로 접근, 해석할 수 있는 이를 뒷받침해줄 과학적 근거 및 실험적 자료를 바탕으로 한 정량화된 자료를 확보하고자 한다.

재료 및 방법

권역 선정

본 연구를 위한 지역 기후변화대응 식품안전관리 연구사업단(Research group on Food Safety Control against Climate Change, www.climate-food.com)에서 '기후변화 DW (Data Warehouse)'에 의하여 선정하였다. 각 권역별 연평균 기온, 연 강수량 및 대표 도시는 Table 1과 같다. 1권역의 연평균 기온 11.7ºC, 평균 강수량 1286.6 mm이며 2권역의 연평균 기온 11.3ºC, 평균 강수량 1263.4 mm, 3권역은 연평균 기온 13.0ºC, 평균 강수량 1346.9 mm이며 각 권역별 대표도시에서 세 개 도시를 임의로 선정하였다. 선정된 도시는 1권역은 강릉, 평창, 포항이었고 2권역은 수원, 이천, 대전, 3권역은 밀양, 순천, 남원이었으며 선정된 권역의 도시의 대형 마트에서 신선편의 샐러드 제품을 구입하였고 농가의 노지에서 양배추를 채취하였다.

시료 준비

2010년 7월~10월, 두 차례에 걸쳐 3개의 권역대별 대표도시 3곳(1권역-강릉, 평창, 포항/2권역-수원, 이천, 대전/3권역- 밀양, 순천, 남원)에서 신선편의 샐러드 제품 및 원재료가 되는 양배추를 채취하였고 시료 채취 시 측정한 환경의 온도 및 습도는 Table 1과 같다. 신선편의 샐러드 제품은 각 도시의 대형마트에서 총 180점, 원재료인 양배추는 일반 농가의 노지에서 총 180점 채취하였다. 채취한 시료는 아이스박스로 4ºC를 유지하여 실험실로 옮겨 12~24시간 이내에 실험실로 운반하여 바로 실험을 실시하였다. 채취한 양배추는 멸균한 칼을 사용하여 잘게 썰어 혼합한 뒤 약 500 g씩 소분하여 준비하였다. 각 시료는 25 g을 무균적으로 취하여 멸균된 Buffered peptone water(Difco, USA) 225 mL을 sampling bag(Whirl-Pak, Nasco, Janesville, WI, USA)에 넣어 stomacher(Bagmixer 400W, Interscience, Saint-Nom-La-Breteche, France)를 이용하여 2 분간 균질화하였다. 0.1% Buffered peptone water(Difco)를 이용하여 10배씩 연속 희석하였다.

위생지표 미생물 오염수준의 정량적 분석

각 시료는 25 g씩 무균적으로 취하여 멸균된 0.1% buffered peptone water (Difco, USA) 225 mL에 희석하였고 sampling bag(Nasco)에 넣어 stomacher(Interscience)를 이용하여 2 분간 균질화한 후 0.1% Buffered peptone water를 이용하여 10배씩 연속 희석하여 각각의 배지에 접종, 도말하였다. Total aerobic bacteria는 Standard plate agar(Difco), coliform은 Deoxycholate lactose agar(Difco), *E. coli*는 MacConkey sorbitol agar(Difco)를 각각 사용하였다.

Salmonella spp. 분리·동정 및 오염수준의 정량적 분석

준비된 검체 25 g 취하여 225 mL의 Buffered peptone water(Difco)를 가한 후 37ºC에서 24시간 증균 배양한 후 배양액 0.1 mL를 취하여 10 mL의 Rappaport-Vassiliadis Soya (Oxoid, England)에 접종하여 42ºC에서 24시간 2차 배양한다. 증균 배양액을 XLD agar(Difco) 접종하여 37ºC에서 24

Table 1. Climate condition for sample collection at different places

Climate Condition			Monitoring					
			Jul. 2010			Aug. 2010		
Area[1)]	Annual temperature (ºC)	Annual rainfall (mm)	Temperature (ºC)	Humidity (%)	No. of Sample (RTE Salad)	Temperature (ºC)	Humidity (%)	No. of Sample (Cabbage)
1	11.7	1286.6	21.7	93.5	60	22.1	85.7	60
2	11.3	1263.4	24.7	84.8	60	24.7	94.5	60
3	13.0	1346.9	24.7	87.4	60	24.7	78.4	60

[1)] Climate Zone - Area 1(Gang-Neung, Pyeong-Chang, Po-Hang).
Area 2(Su-Won, I-Cheon, Dae-Jon).
Area 3(Sun-Cheon, Nam-Won, Mi-ryang).

시간 배양한 후 전형적인 집락을 확인한 후 API 20E Kit (Biomerieux, France) 및 혈청을 사용하여 동정 확인하였다.

Staphylococcus aureus 분리 · 동정 및 오염수준의 정량적 분석

준비된 검체 25 g를 취한 후 225 mL의 Buffered peptone water(Difco)를 가하여 2분간 균질화한 다음 Baird-Parker agar(Difco) 3장에 0.3 mL, 0.4 mL, 0.3 mL씩 총 접종액이 1 mL이 되게 도말하였다. 사용된 배지한 후 37°C에서 48시간 배양한 다음 투명한 띠로 둘러싸인 광택의 검정색 집락을 계수한 후 전형적인 집락은 API Staph Kit(Biomerieux, France) 및 토끼혈청을 이용하여 coagulase test 후 동정 확인하였다.

Bacillus cereus 분리 · 동정 및 오염수준의 정량적 분석

준비된 검체 25 g를 취한 후, 225 mL의 Buffered peptone water(Difco)을 가하여 2 분간 균질화한 다음 MYP agar (Difco)에 도말하여 30°C에서 24시간 배양한 후 집락 주변에 lecithinase를 생성한 혼탁한 환이 있는 분홍색 집락을 계수하였고 전형적인 집락을 선별하여 API 50 CHI Kit (Biomerieux, France)로 동정 확인하였다.

Listeria monocytogenes 분리 · 동정 및 오염수준의 정량적 분석

준비된 검체 25 g을 취하여 225 mL의 Listeria 증균 배지 (Difco) 30°C에서 24시간 배양한 후 Fraser Listeria 배지 (Difco)에 접종하여 37°C에서 24시간동안 2차 증균을 실시하였다. 증균 배양액을 Oxford agar(Difco)에 접종하여 30°C에서 24시간 배양한 후 전형적인 집락을 계수하였고 전형적인 집락을 선별하여 API Listeria Kit(Biomerieux, France)로 동정 확인하였다.

대장균(*E. coli* O157:H7) 분리 · 동정 및 오염수준의 정량적 분석

준비된 검체 25 g을 취하여 225 mL의 EC 배지(Difco)에 가한 후 37°C에서 24시간 증균 배양한 후 증균 배양액을 MacConkey sorbitol agar(Difco)에 접종하여 37°C에서 18시간 배양하였다. Sorbitol을 분해하지 않는 무색집락을 취하여 EMB agar(Difco)에 접종하여 37°C에서 24시간 배양하고, 녹색의 금속성 광택이 확인된 전형적인 집락은 API 20E Kit(Biomerieux, France) 및 항혈청 시험으로 확인하였다. 대장균으로 확인 동정된 균은 O157 항혈청을 사용하여 혈청형을 결정하고, *E. coli* O157이 확인된 균은 H7의 혈청형시험을 확인하여 최종으로 확인하였다.

통계분석

본 시험에서 얻어진 결과는 SPSS Ver. 19(SPSS Inc. Chicago, MD, USA)을 이용하여 평균과 표준편차를 산출하고, one-way ANOVA로 분석을 한 뒤 유의적($p < 0.05$) 차이를 Tukey법으로 검증하였다.

결과 및 고찰

권역별 총 호기성균(Total aerobic bacteria)의 오염수준 정량적 분석

양배추에 대한 총 호기성균 오염수준 분석 결과, 1권역에서는 시료 채취 당시 평균 기온은 21.7°C, 상대습도는 93.5%였고, 평균 4.09 ± 0.93 log CFU/g, 오염범위는 2.74~5.37 log CFU/g로 나타났다. 2권역의 시료 채취 시 평균 기온은 24.7°C, 상대습도 84.8%였고, 평균 3.75 ± 0.66 log CFU/g, 오염범위는 2.64~3.70 log CFU/g 수준으로 나타났다. 3권역의 시료 채취 시 평균 기온은 24.7°C, 상대습도 87.4%였고, 평균 4.37 ± 0.40 log CFU/g, 오염범위는 2.73~5.67 log CFU/g로 확인되었다(Table 2). 각 권역별 호기성 세균의 오염수준은 3권역에서 가장 높았고 2권역이 가장 낮은 수준으로 기후대 별 유의적 차이를 나타냈다. 본 연구 결과 양배추의 총 호기성균의 오염수준은 평균 3.49 ± 0.62 log CFU/g, 오염범위는 2.64~5.37 log CFU/g로 측정되었다. 다른 선행 연구 보고에 따르면 Seol 등[14]은 5.23 log CFU/g, Shin 등[15]은 3.37 log CFU/g, Kim 등[16]은 4.8 log CFU/g, Cho 등[17]은 9.21 ± 0.15 log CFU/g 결과를 보고하였다. 이처럼 다양한 오염 수준을 보이는 것은 양배추는 다른 엽채소류와 다르게 결구형태로 오염 상태 등에 따라 겉잎을 제거하면 미생물 오염도를 상당수 감소하기 때문으로 사료되며 본 연구결과는 선행연구와 비교해 보면 비교적 낮은 수준임을 확인할 수 있었다.

유통 중인 RTE 샐러드의 총호기성 균의 오염수준은 평균 5.69 ± 0.54 log CFU/g, 오염범위는 5.60~5.86 log CFU/g로 측정되었다. 기후대 별 총 호기성균의 오염수준은 1권역에

Table 2. Incidence of total aerobic bacteria in RTE salads and cabbages at different places

Sample	Area[1)]	Contamination level (log CFU/g)		
		Mean	Minimum	Maximum
Cabbage	1	4.09 ± 0.93[a2)]	2.74	5.37
	2	3.75 ± 0.66[b]	2.64	3.70
	3	3.37 ± 0.66[c]	2.73	3.67
RTE Salads	1	5.69 ± 0.07[a]	5.59	5.80
	2	5.70 ± 0.10[a]	5.60	5.86
	3	5.69 ± 0.96[a]	5.57	5.85

[1)]Climate Zone - Area 1(Gang-Neung, Pyeong-Chang, Po-Hang).
Area 2(Su-Won, I-Cheon, Dae-Jon).
Area 3(Sun-Cheon, Nam-Won, Mi-ryang).

[2)]Different superscriptive letters in a column indicate significant difference among samples at $p < 0.05$ level by Tukey test.
Mean ± Standard.

서 5.69 ± 0.72 log CFU/g, 오염범위는 5.59~5.79 log CFU/g, 2권역에서 5.70 ± 0.10 log CFU/g, 오염범위는 5.60~5.86 log CFU/g, 3권역에서 5.69 ± 0.96 log CFU/g, 오염범위는 5.57~5.85 log CFU/g로 확인되었으며, 기후별 호기성 세균의 오염수준에 유의성은 나타나지 않았다(Table 2). 이러한 결과는 RTE 샐러드 제품에 대한 선행연구와 비교해 보면 Kim 등[19]의 의한 4.8 ± 0.19 log CFU/g 결과보다 높고, Seo 등[18]의 의한 6.24 log CFU/g, Kubheka 등[20]의 의한 5.9 ± 0.60 log CFU/g의 결과보다 낮은 수준을 보였으나 부패 기준선인 10^6 log CFU/g에 근접한 수준인 것으로 확인되었다. 제품 생산 공정 단계별로 위생 관리가 중요한 것으로 사료된다.

권역별 대장균군(Coliform groups) 및 대장균(*E. coli*)의 오염수준 정량적 분석

대장균군은 병원성은 없으나 장내세균과에 속하며 검출 시 *Salmonella*, *Shigella* 등과 같은 병원성이 있는 균의 존재를 의심할 수 있으며 대장균의 경우 식품 위생상의 분변오염의 지표 세균으로 식품공전에 의하면 신선편의 제품에서 음성 기준으로 적용, 관리되어지고 있다[20-22]. 신선편의 샐러드 제품과 주원료인 양배추의 대장균군 오염수준은 Table 3와 같다. *E. coli*의 경우 신선편의 샐러드 제품과 양배추, 모든 시료에서 검출되지 않았다(data not shown).

본 연구에서 양배추에 대한 대장균군의 오염수준 분석 결과, 1권역은 시료 채취 당시 평균 기온은 21.7°C, 상대습도는 93.5%였고, 평균 2.40 ± 0.67 log CFU/g, 오염범위는 0.00~2.38 log CFU/g 수준으로 나타났다. 2권역의 시료 채취 시 평균 기온은 24.7°C, 상대습도 84.8%였고, 평균 1.72 ± 0.49 log CFU/g, 오염범위는 1.30~2.48 log CFU/g로 나타났다. 3권역이며 시료 채취 시 평균 기온은 24.7°C, 상대습도 87.4%였고, 평균 1.15 ± 0.43 log CFU/g, 오염범위는 0.00~5.75 log CFU/g 수준으로 확인되었다(Table 3). 양배추의 대장균군 오염 정도는 1권역이 가장 높았고 2권역과 3권역은 비슷한 수준을 나타났으며 이러한 결과는 각 권역별로 총 호기성균의 오염 정도가 차이를 보이는 원인은 시료 채취 당시 온도 및 습도의 영향을 받은 것으로 사료되며 Shin[1], Ding[25] 등의 연구 보고에 따르면 미생물 생육 및 식중독 발생은 습도보다는 온도의 영향을 많이 받는다고 하였다.

양배추의 경우 평균 1.99 ± 0.87 log CFU/g, 오염범위는 1.3~2.48 log CFU/g로 검출되었으며 양배추의 대장균군의 오염수준에 대하여 Seol 등[12]은 2.62 log CFU/g, Kim 등[16]은 3.6 log CFU/g으로 보고한 바 있다. 이러한 결과로 보아 양배추는 수확 전・후 분변에 간접적으로 노출되어 주의가 필요하다고 사료된다. Cho 등[1]의 보고에 의하면 양배추에서 대장균은 검출되지 않아 본 연구와 동일한 결과를 보였으나 대장균군은 6.60 ± 0.06 log CFU/g 검출되어 본 연구는 이보다 비교적 낮은 수준으로 나타났음을 알 수 있다.

신선편의 샐러드 제품의 경우 평균 3.17 ± 0.16 log CFU/g, 최소 검출 한계치에서 최대 4.29 log CFU/g로 검출되었으며 기후대 별 대장균군의 오염수준은 1권역에서 3.16 ± 0.37 log CFU/g, 오염범위는 2.68~3.51 log CFU/g, 2권역에서 3.19 ± 0.77 log CFU/g, 오염범위는 2.60~4.29 log CFU/g, 3권역에서 3.15 ± 0.47 log CFU/g, 오염범위는 2.45~3.62 log CFU/g로 확인되었으며 기후별 호기성 세균의 오염수준에 유의성은 나타나지 않았다. 신선편의 샐러드 제품에서 대장균군은 Seo 등[17]이 보고한 평균 5.43 log CFU/g 보다 낮은 3.17 ± 0.16 log CFU/g을 나타냈으며 동일한 연구 보고에서 신선편의 샐러드 제품에서 대장균은 32%의 검출률을 보였으며 평균 0.74 log CFU/g으로 오염수준을 보여 제품 생산 시 원료의 세척, 조리자의 취급 등 여러 과정에서 분변에 간접적으로 노출되었을 가능성이 있다고 사료된다.

Table 3. Incidence of coliform groups in RTE salads and cabbages at different places

Sample	Area[1)]	Contamination level (log CFU/g)		
		Mean	Minimum	Maximum
Cabbage	1	2.40 ± 0.67[a4)] 2/5 (40%)[2)]	ND[3)]	2.48
	2	1.72 ± 0.49[a] 5/5 (100%)	1.30	2.38
	3	1.15 ± 0.43[a] 1/5 (20%)	ND	5.75
RTE Salads	1	3.16 ± 0.37[a] 3/4 (75%)	2.68	3.51
	2	3.19 ± 0.77[a] 2/3 (67%)	2.60	4.29
	3	3.15 ± 0.47[a] 2/3 (67%)	2.45	3.62

[1)]Climate Zone - Area 1(Gang-Neung, Pyeong-Chang, Po-Hang).
Area 2(Su-Won, I-Cheon, Dae-Jon).
Area 3(Sun-Cheon, Nam-Won, Mi-ryang).
[2)]Positive no./total(%).
[3)]ND(not detected) < 1 log CFU/g.
[4)]Different superscriptive letters in a column indicate significant difference among samples at $p < 0.05$ level by Tukey test.
Mean ± Standard.

권역별 식중독 세균의 오염수준 정량적 분석

신선편의 샐러드 제품은 일반적으로 가열 처리 없이 즉석 섭취 식품으로 식품안전성의 확보가 특히 중요한 사항이다. 일반적으로 채소류에서 발견되는 미생물 수는 10^3-10^9 CFU/g에 이르며 *E. coli* O157:H7, *L. monocytogenes*, *Cl. botulinum*, *Salmonella*, *Yersinia enterocolitica* 및 *Campylobacter jejuni* 등은 신선편의 채소류에서 발견되는 대표적 식중독 세균이다. 본 연구에서는 신선편의 채소류에서 발견되는 식중독 세균과 기후변화에 영향을 받을 것으로 연구 보고된 5종의 식중독세균(*S. aureus*, *L. monocytogenes*, *E. coli* O157:H7, *B. cereus*, *Salmonella* spp.)을 선정하였고 신선편의 샐러드 제품에서는 선정된 5종 식중독 세

Table 4. Incidence of foodborne pathogens in cabbages at different places

Area[1)]	*E.coli O157:H7*	*L. monocytogenes*	*S. aureus*	*B. cereus*	*Salmonella spp.*
1	ND[2)]	ND	ND	ND	ND
2	ND	ND	ND 3/60(5%)[3)]	ND	ND
3	ND	ND	3.69[4)] (< 1.0-4.04)[5)]	ND	ND

[1)]Climate Zone - Area 1(Gang-Neung, Pyeong-Chang, Po-Hang).
Area 2 (Su-Won, I-Cheon, Dae-Jon).
Area 3 (Sun-Cheon, Nam-Won, Mi-ryang).
[2)]ND(not detected) < 1 log CFU/g.
[3)]Isolation No. / Total No.(%).
[4)]Mean(log CFU/g).
[5)]Minimum-Maximum(log CFU/g).

균이 모두 검출되지 않았다(data not shown). 양배추의 식중독 세균 오염수준 분석 결과 3권역에서만 *S. aureus*가 5.0%의 분리율을 보였고 평균 3.69 log CFU/g의 오염수준을 나타났다(Table 4). Kim 등[24)]의 연구 보고에 의하면 신선편의 샐러드에서 *Salmonella* spp., *B. cereus*는 검출되지 않아 동일한 연구 결과를 나타냈으나, *L. monocytogenes*는 5.5% 검출되었고 *S. aureus*는 2.8% 검출되어 5.0% 검출된 본 연구 결과와는 상이한 결과를 보였다. 그 외 채소 및 샐러드에 대한 식중독 세균분석에 대한 선행연구보고에 따르면 *Salmonella* spp.의 경우 유기농 채소에서 3.0% 검출되었다는 연구 보고[21)]가 있었고 Cho[27)]의 바로 섭취 가능한 fresh-cut 채소 제품을 대상으로 한 모니터링 연구보고에 따르면 *S. aureus* 오염 수준이 0~2.96 log CFU/g을 나타내어 본 연구 결과와 유사한 수준의 결과를 보였다.

신선편의 제품의 경우 웰빙 문화와 친환경 식품에 대한 선호도가 증가로 그 시장이 점차 확대되어 가고 있으며 신선편의 식품은 세척, 포장 및 유통 단계에서 식중독 세균에 오염되어 식중독 사고 발생 가능성이 매우 큰 것으로 사료되며 기후변화에 민감한 식품군으로 기후변화에 따라 식중독 세균에 오염되었을 경우 위험도가 보다 증가할 것으로 보인다[26)]. 본 연구 결과 급변하는 기후변화에 의한 신선편의제품 및 원재료의 미생물 오염 변이를 파악하기 위한 기초 자료로 이용하기 위해 기후대가 다른 3지역을 선정하여 각 지역에서 시료를 채취한 후 시료의 식중독 세균의 오염 및 기본적인 오염수준을 분석하였다. 신선편의 샐러드 제품에서 주요 식중독 세균이 모두 검출되지는 않았으나, 원료가 되는 양배추에서는 *S. aureus*가 5.0% 검출되었고, 다른 선행연구[23,24,27)] 결과에서도 식중독 세균이 검출된 보고가 있었으므로 제품 가공 단계에서의 위생 처리를 간과해서는 안 될 것으로 사료된다. 또한 위생지표 미생물 오염 수준 분석결과 온도, 습도에 따라 유의적 차이를 보여 앞으로 기후변화에 따라 원료 채소에 미생물 오염 정도에 영향을 받을 것으로 사료된다. 본 연구 결과 신선편의 샐러드 제품의 주재료인 양배추의 경우 기후에 따라 유의적 차이를 나타냈으며 신선편의 샐러드 제품의 경우 재료를 세척, 가공, 포장되어 유통되므로 기후변화에 의한 영향은 원료에 비해 현저히 낮은 것으로 사료되나 원료의 오염 정도가 최종제품에 적지 않은 영향을 미치므로 이러한 상관관계에 대한 비교 연구가 필요할 것으로 판단되어 진다.

요 약

본 연구는 기후변화에 따른 신선편의 샐러드 및 원재료인 양배추의 미생물 오염도를 조사하기 위하여 우리나라의 연평균 기온과 연강수량에 따라 3개의 권역으로 구분지어 각 권역에서 신선편의 샐러드와 양배추를 각 60점씩 총 360점을 채취하였다. 시료의 미생물 오염도를 분석하기 위해 위생지표세균인 총호기성세균수와 대장균군수, 대장균수를 분석하였고 *E. coli* O157:H7, *S. aureus*, *L. monocytogenes*, *B. cereus*, *Salmonella* spp.와 같은 식중독 세균을 검사하였다. 노지에서 채취한 양배추의 경우 총호기성 세균수는 평균 3.49 ± 0.62 log CFU/g으로 나타났고 2권역이 1,3권역에 비해 낮은 수준으로 나타났다. 대장균군의 경우 평균 1.99 ± 0.87 log CFU/g으로 나타났고 1권역이 2, 3권역에 비해 높게 검출되었다. 신선편의 샐러드 제품의 경우 권역별 유의적 차이를 나타내지 않았으며 총 호기성세균수는 평균 5.69 ± 0.54 log CFU/g, 대장균군은 평균 3.17 ± 0.16 log CFU/g으로 나타났다. 신선편의 샐러드 제품에서는 대장균을 포함한 모든 식중독 세균은 검출되지 않았다. 본 연구 결과 원료의 경우 재료를 가공 처리하는 제품에 비해 기후(온도, 습도)의 영향 많이 받는 것으로 사료되며 원료의 오염 정도는 최종제품에 영향을 미치므로 차후 이러한 상관관계에 대한 비교 연구 및 연차별 동일 권역의 농지에 대한 모니터링 분석의 기초자료로 활용 가능할 것으로 사료된다.

감사의 글

본 연구는 2010년도 식품의약품안전청 용역연구개발과제의 연구개발비 지원(10162기후식 995)에 의해 수행되었으며 이에 감사드립니다.

참고문헌

1. Cha, M.H., Yang, J.H., Oh, S.W., Lee, H.J., Kim, D.S., Chung, M.S., and Ryu, K.: Food emergency response plan towards climate change. *Safe Food*, **5**, 19-20 (2010).
2. Shin, H.S., Chung K.H., Yun, S.M., and Lee, S.H.: Climate change, food-borne disease prediction, and future impact. *Health Soc. Welfare rev.*, **29**, 143-162 (2009).
3. Park, S.Y., Choi, J.W., Yeon, J.H., Lee, M.J., Lee, D.H., Kim. K.S., and Ha, S.D.: Assessment of contamination levels of food-borne pathogens isolated in major RTE foods marketed in convenience stores. *Korean J. Food Sci. Technol.*, **37**, 274-278 (2005).
4. Ahn, Y.S., and Shin, D.H.: Antimicrobial effects of organic acids and ethanol on several foodborne microorganisms. *Korean J. Food Sci. Technol.,* **31**, 1315-1323 (1999).
5. Korea Food and Drug Administration: Korean Food code, Part I, Standards and Specifications (2010).
6. Gilbert, R.J., Louvois, J., Donovan, T., Little, C., Nye, K., Ribeiro, C.D., Richards, J., Roverts, D., and Bolton, F.J.: Guidelines for the microbiological quality of some ready-to-eat foods sampled at the point of sale. *Communicable disease and public health*. **3**, 163-167 (2000).
7. European Council Regulation: No 2073/2005 of the European parliament and of the council of 15 November 2005 on microbiological criteria for foodstuffs (2005).
8. Ruiz, B.G.V,. Vargas, R.G., and Garcia-Villanova, R.: Contamination of fresh vegetables during cultivation and maketing. *Int. J. Food Microbiol.*, **4**, 285-291 (1987).
9. Soriano, J.M., Rico, H., Molto, J.C., and Manes, J.: Assessment of the microbiological quality and wash treatments of lettuce served in University restaurants. *Int. J. Food Microbiol*., **58**, 123-128 (2000).
10. Adams, M., Hartley, A., and Coz, L.: Factors affection the efficacy of washing procedures used in the production of prepared salads. *Food Microbiol*., **6**, 69-77 (1989).
11. Tome, M.M., Vera, A.M., and Murcia, M.A.: Improving the control of food production in catering establishments with particular reference to the safety of salads. *Food Control*, **11**, 437-445 (2000).
12. Kim, J.S., Bang, O.K., and Chang, H.C.: Examination of microbiological contamination of ready-to-eat vegetable salad. *J. Food Hyg. Safety*, **19**, 60-65 (2004).
13. Lynch, M., Painter, J., Woodruff, R., and Barden, C.: Surveillance for foodborne-disease outbreaks --- United States, 1998-2002. MMWR, **55**, 1-34 (2006).
14. Seol, H.R., Park, H.S., Park, K.H., Park, A.K., and Ryu, K.: Microbiological evaluation of foods and kitchen environments in childcard center and kindergarten foodservice operations. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.*, **38**, 252-260 (2009).
15. Shin, W.S., Hong, W.S., and Lee, K.E.: Assessment of microbiological quality for raw materials and cooked foods in elementary school food establishment. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.*, **37**, 379-389 (2008).
16. Kim, M.H., and Shin, W.S.: Microbiological quality of raw and cooked foods in middle and high school food service establishments. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.*, **37**, 1343-1356 (2008).
17. Cho, J.I., Kim, K.S., Bahk, G.J. and Ha, S.D.: Microbial assessment of wild cabbage and its control. *Korean J. Food Sci. Technol.*, **36**, 162-167 (2004).
18. Seo, K.Y., Lee, M.J., Yeon, J.h., Kim, I.J., Ha, J.H., and Ha, S.D.: Microbiological contamination levels of in salad and side dishes distributed in markets, *J. Food Hyg. Safety*, **21**, 263-268 (2006).
19. Kim, J.S., Bang, O.K., Chang, H.C.: Examination of microbiological contamination of ready-to-eat vegetable salad. *J. Food Hyg. Safety*, **19**, 60-65 (2004).
20. Kubheka, L.C., Mosupye, F.M., Holy, von A.: Microbiological survey of street-vended salad and gravy in Johannesburg city, South Africa. *Food Control*, **12**, 127-131 (2001).
21. Harris, L.J., Beuchat, l.R., Linda, J., Word, T.E., and Kajs, T.M.: Efficacy and reproducibility of a produce wash in killing salmonella on the surface of tomatoes assessed with a proposed method for produce santizers. *J. Food Prot.*, **64**, 1477-1482 (2001).
22. Tsotmins, P.J., Rocelle, M., Clavero, S., and Beuchat, L.R.: Comparison of selective agar media and enrichment broths of recovering heat-stressed escherichia coli O157:H7 from ground beef. *Food Microbiol.*, **15**, 631-638 (1998)
23. Won, Y.J., Yoon, C.Y., Seo, I.W., Nam, H.S., Lee, D.M., Park, D.H., Lee, H.M., Kim, S.S., and Lee, K.Y.: The study for the occurrence of food poisoning bacteria in organic vegetables. The Annual report of KFDA, **6**, (2002).
24. Kim, J.S., Bang, O.K., and Chang, H.C.: Examination of microbiological contamination of ready-to-eat vegetable salad. *J. Food Hyg. Safety*, **19**, 60-65 (2004).
25. Ding, T., Rahman, S.M.E., Purev, U., and Oh, D.H.: Modelling of *escherichia coli* O157:H7 growth at various storage temperatures on beef treated with electrolyzed oxidizing water. *J. Food Eng.*, **97**, 497-50 (2010)**.**
26. Bahk, G.J., Ha, S.D., Oh, D.H., and Jung, M.S., Ranking determination of foods and foodborne pathogens for impact of climate change on microbiological food safety. *J. Food Hyg. Safety,* (submitted) (2011)
27. Cho, S.D., Park, J.Y., Kim, E.J., Kim, D.M., and Kim, G.H.: Quality evaluation of freshcut products in the market. *J. Korean Soc. Food Sc.i. Nutr*., **36**, 515-657 (2007).