KOREAN J. FOOD SCI. TECHNOL. Vol. 43, No. 1, pp. 91~97 (2011)

KOREAN JOURNAL OF
한국식품과학회지
FOOD SCIENCE AND TECHNOLOGY
©The Korean Society of Food Science and Technology

신선편의 샐러드와 유기농 채소류의 미생물학적 품질 및 식중독 미생물 오염도

조미진 · 정아람 · 김현정 · 이나리 · 오세욱[1] · 김윤지 · 전향숙 · 구민선*
한국식품연구원 안전성 연구단, [1]국민대학교 식품영양학과

Microbiological Quality of Fresh-Cut Produce and Organic Vegetables

Mi Jin Jo, A-Ram Jeong, Hyun Jung Kim, Nari Lee, Se-Wook Oh[1], Yun-Ji Kim, Hyang Sook Chun, and Minseon Koo*
Food Safety Research Division, Korea Food Research Institute
[1]Department of Food Science and Human Nutrition, Kookmin University

Abstract This study was performed to assess the microbiological quality and potential health risk of fresh-cut produce and organic vegetables sampled from supermarkets and department stores in Korea. A total of 96 samples comprised three types of fresh-cut produce (sprouts, mixed-vegetables, fruit) and three types of organic vegetables (lettuce, perilla leaf, green pepper). The samples were analyzed for total viable cell counts, coliforms, Enterobacteriaceae, *Escherichia coli*, *Salmonella* spp., *Listeria monocytogenes*, *Vibrio parahaemolyticus*, *Bacillus cereus*, and *Staphylococcus aureus*. The microbiological counts of fruit were very low. Sprouts were highly contaminated by total viable cell counts (8.3±0.57 log CFU/g), Enterobacteriaceae (7.1±0.76 log CFU/g), and coliforms (4.9±0.40 log MPN/g), and showed a high incidence level of *B. cereus* (2.9±0.48 log CFU/g). Of the fresh-cut produce analyzed, six (13.6%) mixed-vegetable salads were *E. coli* positive. *S. aureus* was detected in only one sprout sample and one mixed-vegetable salad, and its contamination levels were under 2 log CFU/g, which is appropriate for Korean standards (<3 log CFU/g) of fresh-cut produce. Of the organic vegetables, lettuces were highly contaminated by total viable cell counts (6.4±0.74 log CFU/g), Enterobacteriaceae (5.7±0.98 log CFU/g), and coliforms (3.7±1.72 log MPN/g). Two (13.6%) organic lettuce and one (7.1%) perillar leaf sample were *E. coli* positive, and *S. aureus* was detected in one lettuce and two perilla leaf samples. *Salmonella* spp., *Vibrio parahaemolyticus*, and *Listeria monocytogenes* were not detected in any of the fresh-cut produce or organic vegetables analyzed.

Keywords: microbiological quality, fresh-cut produce, organic vegetable, *Enterobacteriaceae*, *Bacillus cereus*

서 론

최근 소비자들의 식생활 양식의 변화와 건강에 대한 관심이 증가함에 따라 신선편의 샐러드류와 유기농 채소류의 소비가 증가하고 있으며, 이런 신선편의 샐러드류는 채소, 과일 등을 주 원료로 하여 다양한 형태로 판매되고 있다(1-3). 한국의 신선편의용 농산물 시장 규모는 5,510-6,830 억원으로 전체 농산물 시장의 3.3-3.9% 수준으로 추정되고 있으며, 점차 증가할 것으로 평가되고 있다(4). 또한 유기농 채소의 소비도 꾸준히 증가하고 있어, 유기농 식품의 시장 규모가 매년 20% 이상의 증가율을 보이며 성장하고 있다(5). 그러나 신선편의 샐러드 제품은 대부분 별도의 조리과정 없이 바로 섭취하기 때문에 원료에서 유래된 식중독균에 쉽게 노출될 수 있어, 한국을 비롯하여(6) 전 세계적으로도 과일 및 채소류에서 비롯된 식중독 사례가 증가하고 있는 추세이다. Garcia-Gimeno등(7)은 스페인에서 70종의 혼합 샐러드 중 21종에서 *Listeria monocytogenes*의 검출을 보고하였고, 미국, 일본 등지에서도 상추등 다양한 샐러드용 채소에서 *Salmonella* spp., *Echerichia coil* O157:H7, *L. monocytogenes*, *Shigella sonnei* 등의 검출 및 식중독 유발 사례를 보고하였다(8-11). 미국에서는 지난 10년간 발생한 신선편의 농산물이 관련된 식품사고가 전체의 26%를 차지할 정도로 높아 식중독 관리의 주요 대상 식품이 되고 있다(12). 한국의 경우 Kim 등(13)이 샐러드에서 *E. coli*, *Salmonella* spp., *Staphylococcus aureus* 등의 검출을 보고한 바 있다. 한국은 2007년까지는 채소 샐러드등과 같은 신선편의 식품을 단순 농산물로 분류하여, 별도의 미생물 품질 기준이 없었으나, 2008년에 즉석섭취, 편의식품 유형에 신선편의 샐러드 제품이 포함되면서, 대장균(*E. coli*), 살모넬라(*Salmonella* spp.), 장염비브리오균(*Vibrio parahaemolyticus*)은 음성이고, 황색포도상구균(*S. aureus*)은 100 CFU/g 이하, 바실러스 세레우스(*Bacillus cereus*)는 1,000 CFU/g 이하의 미생물학적 품질 기준이 설정되었다(14). 유기농 채소의 경우 아직까지 별도의 기준은 없지만 재배과정에서 농약과 화학비료를 사용하지 않기 때문에 위해 미생물의 오염도가 증가할 것으로 우려되고 있다(15). Won 등(16)은 유기농 채소의 23.2%에서 대장균을 검출하였고, *Enterobacter, Klebsiella* 및 *Citrobacter* 등의 장내세균도 발견되었다고 보고하였다.

따라서, 본 연구에서는 유통 중인 신선편의 샐러드 제품과 유기농 채소류를 대형할인매장과 백화점 등에서 구입하여, 미생물

*Corresponding author: Minseon Koo, Korea Food Research Institute, Seongnam, Gyeonggi 463-746, Korea
Tel: 82-31-780-9161
Fax: 82-31-709-9876
E-mail: minsk@kfri.re.kr
Received May 18, 2010; revised October 13, 2010; accepted October 18, 2010

학적 품질을 평가하고, 식중독을 유발시킬 수 있는 주요 병원성 미생물의 정성 및 정량적 분석을 실시하여, 유통 단계에서의 오염 실태를 파악하여, 안전하고, 위생적인 신선편의 제품의 생산을 유도하고자 하였으며, 식중독 미생물에 대한 잠재적인 위험성을 평가하는 미생물 위해평가의 기초자료로 활용하고자 하였다.

재료 및 방법

재료 및 전처리 방법

2009년 1월부터 12월까지 경기도 소재 대형 할인매장과 백화점에서 판매되고 있는 신선편의 샐러드 제품 76종(새싹 채소 16종, 혼합 채소 샐러드 44종, 과일 샐러드 16종), 유기농 채소류 42종(상추 14종, 깻잎 14종, 풋고추 14종)을 구입하여 본 실험에 이용하였다. 실험용 시료는 멸균 가위와 핀셋을 이용하여 절단하여 고르게 혼합하여 채취하여 사용하였다.

일반세균수(total viable cell count)의 정량적 분석

일반세균수는 식품공전(14)에 따라 시료 25 g에 멸균된 인산 완충 희석액 225 mL를 가하여 균질기(BagMixer® 400, Interscience, Saint-Nom la Bretèche Arpents, France)를 이용하여 2분간 균질화시킨 후 시험액 1 mL를 취한 후 멸균된 인산완충용액 9 mL에 단계 희석하였다. 인산 완충액은 KH_2PO_4(Sigma Chemical Co., St. Louis, MO, USA) 34 g을 증류수에 용해시키고, 1 N 수산화나트륨으로 pH 7.2로 조정한 다음 증류수를 가하여 1,000 mL로 정용하여 멸균하여 냉장고에 보관하였다. 실험 전 멸균된 인산 완충액 1 mL를 멸균증류수 800 mL에 가하여 인산완충희석액으로 조제하여 사용하였다. 각 단계 희석액 1 mL를 평판에 분주하고 plate count agar(Merck, Darmstadt, Germany)를 약 15 mL씩 부어 고르게 혼합한 후 37°C에서 24-48시간 배양하여 성장한 집락수를 측정하였다.

장내세균(Enterobacteriaceae)의 정량적 분석

장내세균수는 ISO 21528-2(17)에 따라 실시하였다. 일반세균수와 동일한 시험액 1 mL을 취하여 멸균 인산 완충 희석액 9 mL에 단계 희석한 후 평판에 1 mL씩을 분주하고 crystal-violet neutral-red bile glucose agar(Merck)를 15 mL 정도 부어 잘 혼합하여 37°C에서 24시간 배양하였다. 성장한 집락 중에서 분홍색, 빨간색, 보라색을 띄는 집락을 계수하고, 계수한 평판에서 2-3개의 집락을 취하여 tryptic soy agar(TSA, Merck)에 획선 도말하고 37°C에서 24시간 배양하여 Vitek® 2 compact(BioMérieux, Marcy I'Etoile, France)로 동정하였다. 장내세균 중 *Enterobacter sakazakii*가 의심되는 집락은 선택배지로 brilliance *Enterobacter sakazakii* agar (Oxoid, Cambridge, UK)를 사용하여 전형적인 특징을 확인 후, Vitek® 2 compact(BioMérieux)로 확인하였다.

대장균군(coliforms)과 대장균(*Echerichia coli*)의 정량적 분석

대장균군은 일반세균수와 동일한 시험액 10, 1, 0.1 mL 씩 5개를 듀람관을 넣은 brilliant-green bile lactose broth(BGLB, Merck)에 접종하여 37°C에서 48시간 배양하여 가스의 발생이 확인되면, endo agar(Merck)에 획선 배양하였다. 전형적인 집락이 확인되면, nutrient agar(Merck)에 획선 배양하여, 성장한 집락이 그람 음성, 무아포성 간균이 확인되면 대장균군 양성으로 확정하고, 최확수표에 따라 대장균군수를 산출하였다. 대장균은 대장균군 시험 시 가스가 발생한 BGLB(Merck) 시험관에서 1 백금이를 취하여 chromocult coliform agar(Merck)에 획선 도말하여 37°C에서 24시간 배양하여(14), 전형적인 파란색을 띄는 집락을 선택하여 TSA(Merck)에서 획선 배양하여 Vitek® 2 compact(BioMérieux)로 최종 확인하였다.

*Staphylococcus aureus*의 정량적 분석

일반세균수와 동일한 시험액 1 mL를 취하여 멸균 인산 완충 희석액 9 mL에 단계 희석한 후, Baired-Parker agar(Merck)와 Baired Parker-REF(BioMérieux) 각 3장에 총 접종액이 1 mL가 되게 접종, 도말하고 35°C에서 45-48시간 배양하였다(14). 성장한 집락 주변에 투명한 띠가 있으며, 광택이 있는 검은색 둥근 집락을 계수하고, 계수한 평판에서 5개 이상의 전형적인 집락을 선별하여 TSA(Merck)에 획선 도말하고 30°C에서 24시간 배양한 후 Vitek® 2 compact(BioMérieux)로 최종 확인하였다.

Salmonella spp.의 정성적 분석

Salmonella spp.는 식품공전(14)에 따라 시료 25 g에 225 mL의 peptone water를 가한 후 균질기(BagMixer ®400, Interscience)로 2분간 균질화 시키고 35°C에서 18-20시간 배양하였다. 배양액 0.1 mL를 10 mL의 Rappaport-Vassiliadis broth(Merck)에 접종하고 42°C에서 24시간 2차 증균 배양하였다. 증균 배양액을 다시 XLD agar (Merck)와 Rambach agar(Merck)에 획선 도말하여 35°C에서 24시간 배양하여 의심되는 집락을 TSA(Merck)에 옮겨 배양하고 Vitek®2 compact(BioMérieux)로 최종 확인하였다.

*Vibrio parahaemolyticus*의 정성적 분석

*V. parahaemolyticus*는 식품공전(14)에 따라 정성분석을 실시하였다. 시료 25 g을 취하여 2% NaCl이 첨가된 225 mL의 peptone water를 가한 후 균질기(Bagmixer ®400, Interscience)로 2분간 균질화 시키고 35°C에서 18-24시간 배양하였다. 증균 배양액을 1백금이 취하여 TCBS agar(Merck)에 획선 도말 한 후 35°C에서 18-24시간 배양하였다. 배양결과 직경 2-4 mm인 청록색의 서당 비분해 집락을 TSA(Merck)에 획선 도말하고 35°C에서 18-24시간 배양한 후 Vitek® 2 compact(BioMérieux)로 최종 확인하였다.

*Listeria monocytogenes*의 정성적 분석

*L. monocytogenes*는 식품공전(14)에 따라 정성분석을 실시하였다. 시료 25 g에 225 mL의 *Listeria* enrichment broth(Merck)를 가하여 균질기(BagMixer ®400, Interscience)로 2 분간 균질화 시킨 후 30°C에서 24시간 배양하였다. 증균배양액을 Palcam agar (Merck)에 획선 도말하고, 30°C에서 24-48시간 배양하여, 전형적인 집락을 TSA(Merck)에서 분리 배양하여, Vitek® 2 compact (BioMérieux)로 최종 확인하였다.

*Bacillus cereus*의 정량적 분석

*B. cereus*의 분석은 식품공전(14)에 따라 실시하였다. 시료 25 g에 멸균된 인산 완충 희석액 225 mL를 가하여 균질기(BagMixer® 400, Interscience)로 2분간 균질화하고 시험액 1 mL를 취하여 멸균된 인산완충 희석액 9 mL에 단계 희석하였다. Mannitol-egg-yolk-polymyxine agar(MEYP, Merck)에 각 단계 희석액을 0.2 mL 씩 5장에 도말하여 총 접종액이 1 mL가 되게 한 후 30°C에서 24시간 배양하였다. 성장한 집락 주변에 lecithinase를 생성하는 혼탁한 환이 있는 분홍색 집락을 계수하였다. 계수한 평판에서 5개 이상의 전형적인 집락을 선별하여 TSA(Merck)에 획선 도말하고, 30°C에서 24시간 배양한 후 Vitek® 2 compact(BioMérieux)로 최종 확인하였다.

자료의 통계 처리

미생물의 정량분석 결과는 평균과 표준편차로 표시하였고, 유의성 분석은 통계 처리용 소프트웨어인 SPSS 18(SPSS Inc., Chicago, Il, USA)을 이용하여 ANOVA 분석을 하였으며, 다중 범위 검정(Duncan's multiple range test)으로 $p<0.05$의 수준에서 통계학적 유의성을 검정하였다.

결과 및 고찰

신선편의 샐러드와 유기농 채소류의 일반 세균수 분석

수거한 신선편의 샐러드와 유기농 채소류 각각에 대한 일반세균수 분석 결과는 Table 1과 같다. 신선편의 샐러드 3종과 유기농 채소류 3종의 일반세균수 수준을 비교한 결과 풋고추의 일반세균수 수준이 가장 낮았고, 새싹채소가 가장 높았다. 신선편의 샐러드 중 새싹 채소의 일반 세균수는 8.0-8.9 log CFU/g, 혼합채소 샐러드는 1.5-8.4 log CFU/g, 과일 샐러드는 3.1-7.7 log CFU/g 범위였다. Abadias 등(1)이 스페인에서 유통중인 신선편의 샐러드류를 분석한 결과에서도, 혼합 채소 샐러드의 일반세균수는 5.4-8.5 log CFU/g, 과일샐러드는 2.0-7.1 log CFU/g, 새싹채소는 7.1-9.2 log CFU/g 범위에 존재하여 본 연구의 결과에서와 같이 새싹채소가 다른 채소 샐러드 제품에 비하여 일반세균수의 수준이 높았다. 한국에서 신선편의 샐러드의 일반세균수를 법적 기준으로 설정하여 규제하고 있지는 않으나, Solberg 등(18)이 신선편의 샐러드 등과 같은 즉석 섭취식품의 미생물학적 안정 기준으로 제시한 5 log CFU/g를 기준으로 판단한다면, 한국에서 유통되고 있는 신선편의 샐러드 제품의 상당수가 이 기준을 초과하였다. 특히 새싹채소의 일반세균수는 8.0±0.57 log CFU/g로 잠재적으로 미생물학적 위험성이 높은 것으로 판단되었다.

유기농 채소류의 일반세균수는 상추 5.0-7.4 log CFU/g, 깻잎 4.3-7.3 log CFU/g, 풋고추 4.2-6.1 log CFU/g 범위인 것으로 분석되었다. 풋고추나 깻잎에 비하여 상추의 일반세균수가 높게 검출되어, 섭취 전 주의 깊은 세척이 필요하다고 사료되었다.

Table 1. Distribution of total viable cell counts in fresh-cut produce and organic vegetables

		n[1)]	Mean±SD[2)]	Range
Fresh-cut produce	Sprout	16	8.3±0.57[d3)]	8.0-8.9
	Mixed-vegetable salads	44	6.1±1.20[bc]	1.5-8.4
	Fruit	16	5.4±1.42[ab]	3.1-7.7
Organic vegetables	Lettuce	14	6.4±0.74[c]	5.0-7.4
	Perilla leaf	14	5.5±0.80[ab]	4.3-7.3
	Green pepper	14	5.2±0.81[a]	4.2-6.1

[1)]Number of sample analyzed
[2)]Mean values plus and minus the standard deviation in log CFU/g of positive samples
[3)]Mean values with different superscript are significantly different at $p>0.05$.

장내세균(Enterobacteriaceae)의 정량적 분석

장내세균은 사람과 동물의 장 속에 기생하는 그람 음성 세균으로 사람에서 감염을 유발시킬 수 있는 *Citrobacter, Enterobacter, Escherichia, Klebsiella, Salmonella, Yersinia* 등의 속이 포함된다(19). 따라서, 장내세균은 식품 생산 및 가공 공정에서 위생 지표 세균으로도 많이 선택되고 있다. 유럽에서는 건조 유아식, 낙농제품, 축산물 도체, 아이스크림, 분말우유, 난가공품 등 매우 광범위한 식품에서 Enterobacteriaceae의 기준이 설정되어 있다(20). 하지만 한국에서는 6개월 미만의 영유아가 섭취할 수 있도록 제조, 판매되는 식품에 대해서만 *Enterobacter sakazakii* 균이 검출되어서는 안된다고 규정하고 있고(14), 다른 식품에서 Enterobacteriaceae 기준이 설정되어 있지는 않다.

본 연구에서 분석된 신선편의 샐러드와 유기농 채소의 모든 제품에서 장내세균이 검출되었으며 그 오염 수준과 분포는 Table 2와 같다. 과일샐러드의 오염률은 가장 낮은 3.8±1.43 log CFU/g 이었고, 유기농 상추와 새싹채소의 오염수준은 높았다. 특히 새싹 채소의 장내세균수는 7.1±0.76 log CFU/g로, 한 개 시료를 제외한 모든 제품에서 장내 세균수가 7 log CFU/g 이상 존재하였다. 혼합채소 샐러드에서 장내세균수가 3 log CFU/g 이하 인 것은 6.9%에 불과하였고, 50% 이상이 5 log CFU/g 이상이었다.

유기농 채소중에서는 상추의 장내세균수가 5.7±0.98 log CFU/g로 가장 높았으며, 상추의 78.6%에서 5 log CFU/g 이상의 높은 장내세균이 존재하는 확인되었다. 유기농 깻잎의 28.6%, 유기농 풋고추의 7.1%도 장내세균수가 5 log CFU/g 이상 존재하였다.

분리된 장내세균을 생화학적 방법으로 동정한 결과 12속 이상의 장내세균이 검출되었다(Table 3). 하지만 오염원에 따른 균총의 차이는 확인하지 못하였다. 분리된 장내세균 중 *Pantoea*, *Enterobacter* 속으로 동정된 분리주가 50% 이상을 차지하였으며, *Pseudomonas*, *Klebsiella* 속들도 확인되었다. 생화학적 동정 결과 새싹채소 샐러드에서 분리된 장내세균 2종은 *Enterobacter sakazakii*로 확인되었다. 이 균은 영·유아에게 치명적인 질병을 일으키는 균으로 알려져 있어(21) 영·유아가 섭취 했을 시 식중독을 일으킬 위험성이 매우 클 것으로 판단되어 각별한 주의가 요구된다.

Table 2. Distribution of Enterobacteriaceae in fresh-cut produce and organic vegetables

		n[1)]	Mean±SD[2)]	Range	Number of samples			
					<10^3 [3)]	10^3-<10^5	10^5-10^7	>10^7
Fresh-cut produce	Sprout	16	7.1±0.76[e 4)]	3.9-5.3	0	1	0	15
	Mixed-vegetable salads	44	4.9±1.40[cd]	0.3-5.2	3	19	19	3
	Fruit	16	3.8±1.43[a]	0.2-5.1	8	4	4	0
Organic vegetables	Lettuce	14	5.7±0.98[d]	0.7-5.4	0	3	11	0
	Perilla leaf	14	4.7±1.04[bc]	0.4-5.3	0	10	4	0
	Green pepper	14	3.9±1.16[ab]	1.0-5.0	4	9	1	0

[1)]Number of samples analyzed
[2)]Mean values plus and minus the standard deviation in log CFU/g of positive samples
[3)]Counts are given in terms of CFU/g of positive sample.
[4)]Mean values with different superscript are significantly different at $p>0.05$.

Table 3. Identification of Enterobacteriaceae isolates in fresh-cut produces and organic vegetables

	Sprout	Mixed-vegetable salads	Fresh-cut fruits	Lettuce	Perilla leaf	Green pepper	Total
Acinetobacter spp.	2[1)]	1	-[2)]	-	1	1	5
Enterobacter spp.	5	6	3	5	2	4	25
Enterobacter sakazakii	2	-	-	-	-	-	2
Ewingella spp.	-	1	-	-	-	-	1
Hafnia spp.	-	-	-	2	-	-	2
Klebsiella spp.	3	1	-	1	-	3	8
Kluyvera spp.	-	2	-	-	-	-	2
Pantoea spp.	4	13	5	5	6	5	38
Pseudomonas spp.	-	9	-	3	3	2	17
Rahnella spp.	-	2	5	-	2	-	9
Raoultella spp.	1	1	1	-	1	-	4
Serratia spp.	-	6	-	-	-	-	6
Total	17	42	14	16	15	15	119

[1)]Number of same genus isolate.
[2)]Not determined.

Table 4. Incidence of coliforms in fresh-cut produce and organic vegetables

		n[1)]	Number of positive samples (%)	Mean±SD[2)]	Range
Fresh-cut produce	Sprout	16	16 (100)	4.9±0.40[c 3)]	3.9-5.3
	Mixed-vegetable salads	44	43 (97.7)	3.4±1.46[ab]	0.3-5.2
	Fruit	16	15 (93.8)	2.4±1.67[a]	0.2-5.1
Organic vegetables	Lettuce	14	13 (92.9)	3.7±1.72[c]	0.7-5.4
	Perilla leaf	14	11 (78.6)	2.9±1.58[ab]	0.4-5.3
	Green pepper	14	13 (92.9)	2.6±1.34[ab]	1.0-5.0

[1)]Number of sample analyzed
[2)]Mean values plus and minus the standard deviation in log MPN/g of positive samples
[3)]Mean values with different superscript are significantly different at $p>0.05$.

대장균군과 대장균 오염도

대장균군은 유당을 분해하여 가스나 산을 발생하는 그람 음성의 아포를 만들지 않는 간균을 지칭하는 것으로, 대장균군이 검출되면 병원성이 있는 *Shigella, Salmonella* 등과 대장균의 존재 가능성을 의미하고 있다. 법적으로 신선편의 샐러드등과 같은 신선편의식품에서 대장균군을 규제하고 있지는 않으나, 대장균은 식품공전 상에서 신선편의식품에서는 음성으로 규제하고 있다(22,23). 신선편의 샐러드 제품과 유기농 채소류의 대장균군을 분석한 결과는 Table 4와 같다. 새싹채소와 유기농 상추의 오염률이 가장 높았다. 혼합 채소 샐러드의 대장균군수는 3.4±1.46 log MPN/g, 과일은 2.4±1.67 log MPN/g 이었으나, 새싹채소는 분석한 모든 제품에서 대장균군이 확인되었고, 오염 수준도 4.9±0.40 log MPN/g로 비교적 높아서 섭취시 소비자의 각별한 주의가 필요할 것으로 판단되었다.

대장균군이 확인된 시료에서 대장균 오염유무를 확인한 결과는 Table 5와 같다. 표에서 보는 바와 같이 대장균은 새싹채소, 과일, 유기농 풋고추에서는 검출되지 않았다. 혼합 채소 샐러드의 13.6%인 6개의 시료에서 대장균이 검출되었으며, 유기농 상추는 14.3%인 2개에서, 깻잎은 한 개의 시료에서 대장균이 검출되었다. 본 연구결과는 Seo 등(24)이 보고한 샐러드의 대장균 검출율 32%보다 훨씬 낮은 결과였다. 이는 시료의 유통 및 포장상태, 구입 장소 등의 차이로 인한 것으로 사료된다. 유기농 채소는 단순 소분 포장되어 판매되는 제품으로, 포장 전 세척하지 않은 제품에도 불구하고, 대장균은 상추에서 2개(14.3%), 깻잎 1개 시료에서만 검출되었고, 풋고추에서는 검출되지 않았다.

*Staphylococcus aureus*의 오염도

*S. aureus*는 화농성 질환 및 독소형 식중독의 대표적 원인균으로, 환경 변화에 저항성이 강하여 공기, 토양 등의 자연계에 널리 분포하고 있어 식품위생상 중요하게 다루어지고 있다. 또한 건강한 사람과 동물의 피부에도 상재하고 있어, 식품의 취급이나 제조시 많은 주의가 요구되는 균 중 하나이다(25). 현재 한국에서는 즉석 섭취, 편의식품류에서 *S. aureus*의 기준을 100 CFU/g 이하로 규정하여 관리되고 있다(14). 신선편의 샐러드와 유기농 채소의 *S. aureus*의 오염도를 분석한 결과는 Table 5와 같다. 신선편의 샐러드 중에서 과일샐러드에서는 검출되지 않았으며, 새싹 채소 샐러드와 혼합 채소 샐러드에서 각각 1개 씩의 시료에서 검출되었다. 정량분석 결과 새싹채소의 오염도는 1.9 log CFU/g이고, 혼합채소 샐러드는 1.2 log CFU/g로 한국의 규격 기준에는 적합하였다. Shim 등(26)이 야채샐러드 120건 중 4건에서 *S. aureus*가 검출되었다고 보고한 바가 있어 본 분석결과와 비슷한 오염 수준을 보여주었다. 유기농 채소 중에는 상추에서 1개, 깻잎에서 2개의 시료에서 검출되었고 유기농 풋고추에서는 검출되지 않았다. 황색포도상구균의 오염수준은 상추가 3.2 log CFU/g, 깻잎이 2.2-2.5 log CFU/g 수준이었다. 본 실험에서 황색포도상구균이 검출된 유기농 채소의 오염수준이 Scatt 등(27)이 보고한 황색포도상구균이 생산하는 독소로 인한 식중독을 일으킬 수 있는 수준인 6.07 log CFU/g 이상의 수준은 아니었지만, 균의 증식이 일어나면 식중독을 유발시킬 수 있으므로, 가정에서 섭취 전 충분한 세척으로 균수를 감소시키는 것이 필요하다고 판단되었다.

Table 5. Incidence of food-borne pathogens in fresh-cut produce and organic vegetables

		n[1)]	*E. coli*	*S. aureus*	*Salmonella* spp.	*V. parahaemolyticus*	*L. monocytogenes*
Fresh-cut produce	Sprout	16	ND[2)]	1 (6.3%)	ND	ND	ND
	Mixed-vegetable salads	44	6 (13.6%)[3)]	1 (2.3%)	ND	ND	ND
	Fruit	16	ND	ND	ND	ND	ND
Organic vegetables	Lettuce	14	2 (14.3%)	1 (7.1%)	ND	ND	ND
	Perilla leaf	14	1 (7.1%)	2 (14.3%)	ND	ND	ND
	Green pepper	14	ND	ND	ND	ND	ND

[1)]Number of samples analyzed
[2)]Not detected
[3)]Number and percent of positive samples

Table 6. Distribution of *Bacillus cereus* in fresh-cut produce and organic vegetables

		n[1)]	Mean±SD [2)]	Range	Number of samples	
					$10^3 \leq$[3)]	$>10^3$
Fresh-cut produce	Sprout	16	2.9±0.48[b 4)]	2.1-3.7	10	6
	Mixed-vegetable salads	44	2.1±0.78[a]	1.2-3.4	39	5
	Fruit	16	ND	-	16	0
	Total	76			65	11
Organic vegetables	Lettuce	14	2.6±0.79[ab]	1.5-3.9	8	6
	Perilla leaf	14	2.4±0.86[ab]	1.2-3.9	13	1
	Green pepper	14	2.7±1.02[ab]	1.2-4.0	12	2
	Total	42	42	42	33	9

[1)]Number of samples analyzed
[2)]Mean value plus and minus the standard deviation in CFU/g of positive samples.
[3)]Counts are given in terms of log CFU/g of positive samples.
[4)]Mean values with different superscript are significantly different at $p>0.05$.

Listeria monocytogenes, Salmonella spp., *Vibrio parahaemolyticus*의 오염도

*L. monocytogenes*는 패혈증, 뇌막염 및 자연 유산을 초래할 수도 있는 심각한 질병인 리스테리아 식중독을 일으킬 수 있는 세균성 식중독균이다(28). 또한 일반적으로 병원균의 증식이 억제되는 4ºC 정도의 냉장 온도에서도 증식이 가능하므로 저온 상태로 유통되는 신선편의 식품류와 채소를 매개체로 식중독을 일으킬 수 있다(29). 그러나 본 연구에서 *L. monocytogenes*는 신선편의 샐러드와 유기농 채소에서 모두에서 검출되지 않았다(Table 7). 그러나 냉장온도에서도 장기간 보관시 증식우려가 있으므로, 구입시 가능한 빠른 시간 안에 섭취하는 것이 바람직하다고 판단된다.

신선편의 샐러드와 유기농 채소에 대하여 *Salmonella* spp.와 *V. parahaemolyticus*를 정성적으로 분석하였으나, 모든 제품에서 검출 되지 않았다(Table 5).

*Bacillus cereus*의 오염도

*B. cereus*는 토양세균의 일종으로 토양을 비롯한 먼지, 하수 등 자연계에 널리 분포하여, 농작물을 비롯한 대부분의 식품에 쉽게 오염되어 식중독을 유발시킬 수 있는 독소형 식중독균이다(30). 이 균이 생산하는 포자는 내열성이 있어, 일단 식품에서 포자가 생성되면, 가열 조리 과정에서도 생존하여, 환경의 변화에 따라 포자가 발아, 균이 성장하여 독소형 식중독을 일으킬 수 있다(23). 일반적으로 *B. cereus* 식중독은 오염된 균수가 5 log CFU/g 이상이 되어야 발병하지만, 노약자등의 고위험군에서는 훨씬 낮은 농도에서도 발병한다고 보고되었다(31). 따라서 최근 각국에서는 이 균의 관리를 강화하고 있으며, 한국에서도 최근 각종 식품에서 검출되면서 많은 주의가 요구되고 있다(32). 한국에서 영유아식이 포함된 특수 용도식품은 2 log CFU/g 이하로, 생식류, 즉석섭취, 신선편의 식품과 더 이상의 가공, 가열 조리를 하지 않고 그대로 섭취하는 가공식품은 3 log CFU/g(멸균제품은 음성) 이하로 기준을 설정하고 규제를 하고 있다(14).

신선편의와 유기농 채소 118종에 대해 *B. cereus* 오염도를 정량적으로 분석한 결과는 Table 6과 같다. 신선편의 샐러드의 14.5%가 규격 기준(<3 log CFU/g)을 초과하여 부적합하였다. 특히 새싹채소샐러드의 37.5%가 규격 기준을 초과하여 많은 주의가 요구되었다. 유기농 채소들의 오염도는 1.2-4.0 log CFU/g 수준이었다. 식중독을 유발할 수 있는 *B. cereus*의 수가 4 log CFU/g 이상 이라는 연구 결과(33)로 판단할 때 새싹 채소가 잠재적으로 식중독 발생의 위험성이 가장 높은 것으로 예측되었다. 따라서 구입 후 미생물의 번식을 억제하기 위해 가능한 저온에 보관하며, 섭취 전 충분한 세척으로 균수를 낮추고, 가능한 빨리 섭취하는 것이 바람직하다고 판단된다. 또한 유기농 채소도 농약 등 화학적 위해물질에 대한 위해도가 낮을 수 있지만, 병원성 미생물에 대한 높은 노출 위험성을 인지하고, 섭취 전 충분한 세척을 통해 오염수준을 낮출 필요가 있다고 판단되었다.

요 약

본 연구는 대형 할인매장과 백화점에서 유통되고 있는 신선편의 샐러드류와 유기농 채소의 미생물학적 품질을 평가하고, 식중독 미생물 오염도를 분석하여 위생적인 신선편의 제품의 생산을

유도하고, 신선편의 샐러드류와 유기농 채소류의 미생물학적 위해평가의 기본자료로 활용하고자 수행되었다. 경기도 지역의 대형 할인매장과 백화점에서 유통되고 있는 신선편의 샐러드류와 유기농 채소류를 구입하여 총균수과 대장균군, 장내세균, 대장균을 분석하여 미생물학적 품질을 평가하였으며, *S. aureus*, *Salmonella* spp., *V. parahaemolyticus*, *L. monocytogenes*, *B. cereus* 등의 식중독관련 미생물의 오염도를 분석하였다. 신선편의 샐러드 중 미생물학적으로 안전한 제품은 과일샐러드 제품으로 일반세균수, 장내세균수와 대장균군의 오염 수준이 낮았다. 하지만, 새싹채소는 일반세균수, 장내세균, 대장균군 등의 오염수준이 다른 신선편의 제품보다 높았으며, 분석 시료의 37.5%에서 *B. cereus*가 3 log CFU/g 이상 오염된 것으로 분석되었다. 모든 신선편의 제품에서 *Salmonella* spp., *V. parahaemolyticus*, *L. monocytogenes* 등의 병원성 미생물은 검출되지 않았으며, *S. aureus*는 2개의 샐러드 제품에서 검출되었으나, 오염 수준은 기준 이하였다.

유기농 채소류 중에서는 유기농 상추가 일반세균수, 장내세균, 대장균군의 오염도가 유기농 상추와 깻잎에 비하여 높았으며, 대장균과 *S. aureus*는 상추와 깻잎에서만 검출되었고, 풋고추에서는 검출되지 않았다. *B. cereus*는 분석된 모든 유기농 채소류에서 검출되었고, 오염도는 1.2-4.0 log CFU/g 수준이었다. 병원성 미생물인 *L. monocytogenes, Salmonella* spp., *V. parahaemolyticus*는 모든 시료에서 검출되지 않았다. 유기농 채소류는 구입 후 대부분 가정에서 간단한 세척 후 바로 섭취하는 것으로, 병원성 미생물에 대한 오염도는 낮았으나, 유기농 상추의 일반세균수가 5 log CFU/g 이상으로 충분한 세척으로 균수를 낮추지 않는다면 미생물학적으로 안전한 수준은 아니었다. 따라서 섭취적 충분한 세척으로 초기 오염도를 낮추고, 저온에서 보관하며, 가능한 빠른 섭취가 필요하다고 판단되었다.

감사의 글

본 연구는 한국식품연구원과 농림수산식품부 농림기술개발사업의 지원으로 수행되었으며 이에 감사드립니다.

문 헌

1. Abadias M, Usall J, Anguera M, Solsona C, Vinas I. Microbiological quality of fresh, minimally-processed fruit and vegetables, and sprouts from retail establishments. Int. J. Food Microbiol. 123: 121-129 (2008)
2. Choi JW, Park SY, Yeon JH, Lee MJ, Chung DH, Lee KH, Kim MG, Lee DH, Kim GS, Ha SD. Microbial contamination levels of fresh vegetables distributed in markets. J. Fd Hyg. Safety 20: 43-47 (2005)
3. Chia-Min L, Fernando SY, Cheng-I W. Occurrence of *Listeria monocytogenes*, *Salmonella* spp., *Escherichia coli* and *E. coil* O157:H7 in vegetable salads. Food Control 7: 13-140 (1996)
4. Lee YS, Kim S, Kim DH. Current status of fresh-cut market in Korea and stimulus measures. Korea Rural Economic Institute Report 602: 16-19 (2009)
5. Kim DM, Hong SI. Current status and prospect of fresh-cut produce in Korea. Food Preserv. Proc. Ind. 4: 41-61 (2004)
6. Park HO, Kim CM, Woo GJ, Park SH, Lee DH, Chang EJ, Park KH. Monitoring and trend analysis of food poisoning outbreaks occurred in recent years in Korea. J. Fd Hyg. Safety 16: 280-294 (2001)
7. Garcia-Gimeno RM, Zurera-Cosano G, Amaro-Lopez M. Incidence, survival and growth of *Listeria monocytogenes* in ready-to-use mixed vegetable salads in Spain. J. Food Safety 16: 75-86 (1996)
8. Beuchat LR, Harris LR, Linda J, Ward TE, Kajs TM. Development of a proposed standard method for assessing the efficacy of fresh produce sanitizer. J. Food Protect. 64: 1103-1109 (2001)
9. Harris LJ, Beuchat LR, Kajs TM, Ward TE, Taylor CJ. Efficacy and reproducibility of a produce wash in killing *Salmonella* on the surface of tomatoes assessed with a proposed standard method for produce sanitizers. J. Food Protect. 64: 1477-1482 (2001)
10. Itoh Y, Sugita-Konishi Y, Kasuage F, Iwaki M, HaraHudo Y, Saito N, Noguchi Y, Konuma H, Kumagai S. Enterohomorrhagic *Esherichia coli* O157:H7 present in radish sprouts. Appl. Environ. Microb. 64: 1352-1535 (1998)
11. Hedberg CW, Angulo FG, White KE, Langkop CW, Schell WL, Stobierski MG, Schuchat A, Besser JM, Dietrich S, Helsel L, Griffin PM, McFarland JW, Osterhorm MT. Outbreaks of Salmonellosis associated with eating uncooked tomatoes. Implications for Public Health. The Investigation Team. Epidemiol. Infect. 122: 385-393 (1999)
12. Seo JE, Lee JK, Oh SW, Koo MS, Kim YH, Kim YJ. Changes of microorganisms during fresh-cut cabbage processing: Focusing on the changes of air-borne microorganisms. J. Fd Hyg. Safety 22: 288-293 (2007)
13. Kim JS, Bang OK, Ghang HC. Examination of microbiological contamination of ready-to-eat vegetable salad. J. Fd Hyg. Safety 19: 60-65 (2004)
14. KFDA, Food Code. 10-3-1-43. Korea Food and Drug Administration. Seoul, Korea (2009)
15. Lammerding AL. An overview of microbial food safety risk assessment. J. Food Protect. 60: 1420-1425 (1997)
16. Won YJ, Yoon CY, Seo IW, Nam HS, Lee DM, Park DH, Lee HM, Kim SS, Lee KY. The study for the occurrence of food poisoning bacteria in organic vegetables. Annu. Rep. KFDA, Seoul, Korea 6: 521 (2002)
17. ISO. ISO 21528-2: 2004, Microbiology of food and animal feeding stuffs-Horizontal methods for detection and enumeration of *Enterobacteriaceae.* International Organization for Standardization (2004)
18. Solberg M, Buchalew JJ, Chen CM, Schaffner DW, O'Neill K, McDowell J, Post LS, Boderck M. Microbial safety assurance system for foodservice facilities. Food Technol., 44: 68-72 (1990)
19. Health Protection Agency. Identification of *Enterobacteriaceae.* National Standard Method BSOPID 16, Issue 2. http://www.hpa-standardmethod.org.uk/documents/bsopid/pdf/bsopid16.pdf Accessed Feb. 10, 2010.
20. European Union Regulation. Commission Regulation (EC) No 2073/2005 of 15 November 2005 on Microbiological criteria for foodstuffs. Off. J. Eur. Union L338, 22: 1-26 (2005)
21. Choi JW, Kim YJ, Lee JK, Kim YH, Kwon KS, Hwang IG, Oh SW. Multiple confirmation and RAPD-genotyping of *Enterobacter sakazakii* isolated from *Sunsik*. Korean J. Food Sci. Technol. 40: 101-105 (2008)
22. Jung DS, Shin DH, Jung DH, Kim CM, Lee IS. Food Hygienics. Jungmoonkak, Seoul, Korea. pp. 22-23 (2002)
23. Kim HJ, Hwang YI, Lee SC. Inhibitory effect of hydrogen peroxide on the growth of *Escherichia coli*. J. Basic Sci. 19: 113-117 (2004)
24. Seo KY, Lee MJ, Yeon JH, Kim IJ, Ha JH, Ha SD. Microbiological contamination levels of in salad and side dishes distributed in markets. J. Fd Hyg. Safety 21: 263-268 (2006)
25. Jung MS. Study on the risk management for risk reduction of *Stapylococcus aureus* in ready-to-eat foods. Annu. Rep. KFDA, Korea 11: 525-527 (2007)
26. Shim SB, Ham SN, Kwoun PS, Lee SO, Kim SH, Lee GW, Bang OK. Monitoring contamination of vegetables salad and study in reduction for food poisoning. Annu. Rep. KFDA, Seoul, Korea 7: 364-365 (2003)
27. Walls I, Scatt VN. Use of predictive microbiology in microbial food safety risk assessment. Int. J. Food Microbiol. 36: 97-102 (1997)
28. Wher MH. *Listeria monocytogenes*-A current dilemma. J. Assoc. Off. Anal. Chem. 70: 769 (1987)
29. Donnelly CW, Briggs EH. Psychrotropic growth and thermal inactivation of *Listeria monocytogenes* as a function of milk com-

position. J. Food Protect. 49: 994-998 (1986)
30. Koo M. *Bacillus cereus*-An ambusher of food safety. Bull. Food Technol. 22: 587-600 (2009)
31. EFSA. Opinion of the scientific panel on biological hazards on *Bacillus cereus* and other *Bacillus* spp. In foodstuffs. EFSA J. 175: 1-48 (2005)
32. Park SY, Choi JW, Yeon JH, Lee MJ, Lee DH, Kim KS, Park KH, Ha SD. Assessment of contamination levels of foodborne pathogens isolated in major RTE foods marketed in convenience stores. Korean J. Food Sci. Technol. 37: 274-278 (2005)
33. Gilbert RJ, Humphrey TJ. Food-borne bacterial gastroenteritis. In: Hausler WJ, Sussman M (eds), Topley and Wilson's Microbiology and microbial infection 9th edn. Vol. 3. Bacterial Infection. pp. 539-565. Hodder Arnold Pub., London, UK (1998)