J. Fd Hyg. Safety 21(4), 250–257 (2006)

비가열 섭취 채소류의 미생물 오염도 조사

정승혜† · 허명제 · 주정화 · 김경애 · 오성숙 · 고종명 · 김용희 · 임정수[1]
인천보건환경연구원, [1]가천의과학대학교 보건대학원

Microbiological Evaluation of Raw Vegetables

SeungHye Jung†, Myung Je Hur, Jeong Hwa Ju, Kyung-Ae Kim, Sung Suck Oh, Jong Myoung Go, Yong Hee Kim, Jeongsoo Im[1]
Incheon Metropolitan Institute of Public Health and Environment Research
[1]Gachon University of Medicine and Science Graduate school of public health
(Received November 23, 2006/ Accepted December 18, 2006)

ABSTRACT – The purpose of this study is to evaluate microbiological contamination of leafy vegetables. Total aerobic bacteria and coliforms were monitored to get the contamination levels and *Staphylococcus aureus, Bacillus cereus, Clostridium perfringens, Escherichia coli*, *Escherichia coli O157:H7*, *Salmonella* spp., *Vibrio parahaemolyticus, Listeria monocytogenes, Yersinia enterocolitica, Campylobacter jejuni* to detect pathogens with risk of foodpoisoning from fresh vegetables. The colony count of total aerobes and coliforms was also performed to determine the efficacy of washing with tab water by common consumers. 124 samples which are divided into 8 kinds of vegetables - Sesame leaf, Dropwort, Chinese cabbage, Korean leek, Lettuce, Crown daisy, *Pimpinella brachycarpa*, Chicory were sampled in 2 wholesale markets in Incheon. Mean counts of total aerobic bacteria for individual vegetables ranged from 2.2×10^6 CFU/g to 6.0×10^7 CFU/g and total coliforms were from 4.1×10^5 CFU/g to 9.8×10^6 CFU/g. Both show the peaks in summer on this study from March to September. Decrease rates after washing with tab water averaged 81.0% and 82.5% in total aerobic bacteria and coliform counts respectively. *Staphylococcus aureus* was isolated 8.1%, *Bacillus cereus* 14.5%, *Clostridium perfringens* 5.6%, *Escherichia coli* 18.5%. 11 samples showed overlapped bacterial contamination. For respective vegetables *Staphylococcus aureus* isolated from 0.0% to 22.2%, *Bacillus cereus* from 0.0% to 29.4%, *Clostridium perfringens* from 0.0% to 23.1%, *Escherichia. coli* from 0.0% to 35.0%. *Escherichia coli* O157:H7, *Salmonella* spp., *Vibrio parahaemolyticus, Listeria monocytogenes, Yersinia enterocolitica, Campylobacter jejuni* were not isolated. This study is expected to be available as the reference for the basal data of pathogens in fresh vegetables.

Key words: leafy vegetables, total aerobes, coliforms, foodpoisoning pathogens, the efficacy of washing

과거 우리나라의 식중독 발생을 보면 야채는 나물류의 조리과정에서의 오염이나 조리자의 화농상처, 다른 식품과의 교차오염 등 재료자체 보다는 재료의 처리 및 조리방법에 의한 경우가 많은 것으로 추정된다.[1] 그러나 최근 삶의 질이 높아지면서 건강에 대한 관심이 고조되고 있으며 웰빙 추세가 먹거리에도 영향을 미치고 있다. 즉, 우리의 음식문화인 쌈, 서구화된 식탁에 등장한 샐러드 등 여러 종류의 야채를 가열 · 조리하지 않은 채로 생식하는 일이 많아진 것이다. 이 같은 추세는 야채 자체 미생물 오염에 대한 관심과 여러 연구로 이어지고 있으나, 아직까지는 대상이 유기농 채소나 샐러드에 그치고 있다.[2-6] 하지만, 우리가 섭취하는 채소가 유기농 채소나 샐러드만으로 한정되어 있는 것이 아니며, 퇴비로 가축의 분변을 이용하지 않더라도 야생동물, 곤충, 환경 등에 의한 오염의 가능성[7] 등 야채의 생산에서부터 가정이나 식당에 도달하기까지 오염의 변수가 있다.

이에 본 연구는 위와 같은 우리나라의 식생활 및 연구 실정을 토대로 최소 유통 시점에서의 야채의 미생물 오염도를 조사하였다. 장소는 채소의 경매장소인 도매시장으로 하였고, 우리나라에서 생산되어 식생활에 공급되는 채소 중 잎채소를 채취하여 연구를 수행하였다. 세부적으로는 야채의 총호기성균 및 대장균군의 수를 조사하여 기본적인 오염도를 알아보고, 가정에서 쉽게 쓰는 방법인 수돗물 세척 전후의 수를 비교하여 어느 정도 제거되는지 알아보았다. 또한, 식중독균의 오염을 채소별, 시기별로 조사하여 채소에 의한 식

†Author to whom correspondence should be addressed.

중독에 대한 재인식으로 식품위생에 대한 경각심을 주고자 하였으며, 식중독균 검출 자료를 축적하여 식중독 기초 자료로 활용하고자 한다.

재료 및 방법

실험재료

2006년 3월부터 9월까지 인천지역 2개 농산물시장에서 잎채소 124건을 실험재료로 사용하였다. 각각의 시료는 비닐팩에 취한 후 실험실로 즉시 운반하여, 시료채취 후 7시간 이내에 실험에 사용하였다. 바깥 잎이 안쪽 잎보다 세균수가 많다는 것을 고려하여[4,8] 비슷한 크기와 부위를 선택했고, 토양에서의 오염을 고려하여 줄기에서 먼 잎 위주로 채취했다.

세균의 분리 및 동정

식품공전에 수록되어 있는 시험법에 근거하여 다음과 같이 실험을 실시하였다.[8]

세척 전후 총호기성균의 오염수준 평가

총호기성균의 측정은 식품공전 중 세균수 평판배지법을 실시하였다. 시료는 세척 전후로 나누어 검체 10 g에 90 ml 멸균 생리식염수를 가한 후 스토마커(BagMixer, Interscience, U.S.A.)를 이용하여 1분간 균질화하였다. 세척 후는 검체 10 g을 흐르는 수돗물에 앞뒤 각 3초간 5회씩 씻어 준비하였다. 균질화된 검액 1 ml와 멸균생리식염수 9 ml를 섞어 10^{-1}~10^{-5}까지 단계별로 희석하였다. 각 단계 희석액 1 ml와 43~45°C로 식힌 SPCA(Standard Plate Count Agar, Oxoid, England) 15 ml를 멸균 페트리접시에 분주하여 잘 섞어 굳힌 후 35±1°C 항온배양기 48시간 배양한 후 생성된 집락수를 계산하였다.

세척 전후 대장균군의 오염수준 평가

대장균군의 측정은 식품공전 중 데속시콜레이트 유당한천배지에 의한 정량법에 따라 실시하였다. 검체의 희석은 일반세균수와 동일한 방법으로 하였고, 각 단계 희석액 1 ml와 43~45°C로 식힌 DLA(Desoxycholate lactose agar, Oxoid, England) 15ml를 멸균 페트리접시에 분주하여 잘 섞어 굳힌 후 35±1°C 항온배양기 24시간 배양하여 형성된 전형적인 암적색의 집락수를 계산하였다.

Salmonella spp. 분리 및 동정

검체 25 g을 취하여 225 ml의 peptone water(Oxoid, England)에 가하고 스토마커를 이용하여 1분간 균질화한 후 35°C에서 18±2시간 증균배양하였다. 배양액 0.1 ml를 취하여 10 ml의 Rappaport-Vassiliadis(Oxoid, England)배지에 접종하여 42°C에서 24±2시간 배양하였다. 증균배양액을 XLD한천배지(Oxoid, England)에 접종하여 35°C에서 24시간 배양한 후, 의심되는 집락은 확인시험을 실시하였다. 분리배양된 평판배지상의 집락을 보통한천배지에 옮겨 35°C에서 18~24시간 배양한 후, TSI 사면배지에 접종하여 35°C에서 24시간 배양한 후 유당·서당 비분해(사면부 적색), 가스생성(균열 확인) 양성이면서 H_2S생성, urease 음성, indole 음성인 균에 대하여 API 20E kit(Biomerieux, France)로 확인하였다. 그리고, Salmonella O 항혈청(Denka Seiken, Japan)과 H항혈청(Difco, U.S.A.)으로 동정하였다.

Staphylococcus aureus 분리 및 동정

검체 25 g를 취하여 225 ml의 10% NaCl이 첨가된 Tryptic Soy 배지(Oxoid, England)에 가하여 스토마커를 이용하여 1분간 균질화한 후 35~37°C에서 16시간 증균배양하였다. 증균배양액을 Baird-Parker agar에 접종하여 37°C에서 24~48시간 배양하였다. 배양결과 혼탁한 환이 있는 흑회색 집락으로 확인시험을 하였다. 분리된 흑회색의 집락을 Blood agar(아산제약, 한국)에 옮겨 37°C에서 18~24시간 배양하여 β-hemolysis를 확인한 후 그람염색으로 포도상 배열의 그람양성 구균임을 확인하고, coagulase(Biomerieux, France)시험을 실시하였다. 응고된 것은 API Staph kit(Biomerieux, France)로 확인 후 황색포도상구균 양성으로 판정하였다.

Vibrio parahaemolyticus 분리 및 동정

검체 25 g을 취하여 225 ml의 3% APW에 가한 후 스토마커를 이용하여 1분간 균질화한 후 35°C에서 18~24시간 증균배양하였다. 증균배양액을 TCBS한천배지(Oxoid, England)에 접종하여 35°C에서 18~24시간 배양하였다. 분리배양된 평판배지상에서 직경 2~4mm인 청록색의 서당 비분해 집락에 대하여 확인시험을 실시하였다. 0, 3, 8 및 10% NaCl을 가한 Nutrient agar(Oxoid, England)에 35°C에서 18~24시간 배양하여 내염성을 시험하여 3, 8, 10%에서 자라는 것을 확인하였다. TSI사면배지(Difco, U.S.A.)에서 35°C에서 18~24시간 배양하여 사면부가 적색, 고층부는 황색, 가스 비생성, 황화수소 비생성임을 확인하고 Oxidase 양성, ONPG 양성임이 확인되면 API 20E kit로 확인하였다.

Chlostridium perfrigenes 분리 및 동정

검체 25 g을 인산완충용액 225 ml에 넣고 스토마커를 이용하여 1분간 균질화하였다. 균질화된 검액 1 ml를 Cooked Meat Medium(Oxoid,England)의 배지 아래 부분에 접종하여 37°C에서 18~24시간 혐기배양하였다. TSC(Oxoid, England)

에 증균배양액을 접종하여 37°C에서 18~24시간 혐기배양한 결과 분리배지상에서 주변에 혼탁한 백색환이 있는 집락은 확인시험을 실시하였다. 분리배양된 평판배지상의 집락을 보통한천배지에 옮겨 37°C에서 18~24시간 호기배양하여 균의 비발육을 확인하였다. 또 동시에 Blood agar에 옮겨 37°C에서 18~24시간 혐기배양한 후 β-hemolysis를 확인하고 그람양성 간균임을 확인하고, rapid ID 32A(Biomerieux, France)로 동정하였다.

Listeria monocytogenes 분리 및 동정

검체 25 g에 Listeria enrichment broth(Oxoid, England) 225 ml를 가하고 스토마커를 이용하여 1분간 균질화한 후 30°C에서 24시간 증균배양하였다. 배양액을 Oxford agar (Oxoid, England)에 도말하여 30°C에서 24시간 배양한 후 의심집락을 Blood agar에 접종하여 β-hemolysis, 집락모양, catalase 양성을 확인하였다. motility 양성, mannitol 비분해, rhanmnose 분해, xylose 비분해를 확인하였다. 그람염색 후 그람양성 간균이 확인되고, CAMP test 결과 *Staphlyococcus aureus*에서 양성, *Rhodococcus equi*에서 음성으로 나타나면 *Listeria monocytogenes* 양성으로 판정하였다.

E. coli 및 *E.coli* O157:H7 분리 및 동정

검체 25 g에 증균용 액체배지인 EC(Oxoid, England)배지 225 ml를 가하고 스토마커를 이용하여 1분간 균질화한 후 35°C에서 24시간 증균배양하였다. 배양액을 EMB 한천배지에 접종하여 35°C에서 24시간 배양하고, 녹색의 금속성 광택이 확인된 집락은 TSA에 접종하여 35°C에서 24시간 배양하였다. 그람음성 간균임을 확인하고 KIA에서 A/A, gas 생성, 황화수소 비생성을 확인한 후 Indole 양성, Citrate 음성, Urease 음성을 확인하고 API 20E kit로 확인하였다. 대장균으로 확인 동정된 균은 O157 항혈청을 사용하여 혈청형을 결정하고, O157이 확인된 균은 H7 혈청형시험을 하였다.

Yersinia enterocolitica 분리 및 동정

검체 25 g을 취하여 225ml의 PSBB 배지에 가하고 스토마커를 이용하여 1분간 균질화한 후 10°C에서 10일간 배양하였다. 증균배양액을 CIN 한천배지에 접종하여 30°C에서 24시간 배양하였다. CIN 한천배지에서 중심부가 짙은 적색을 보이는 집락을 골라 각각 TSI 사면배지에 접종하여, 35°C에서 24시간 배양 후 고층부와 사면이 노랗고 가스와 황화수소가 발생하지 않은 균주를 선택하여 25°C에서 운동성, 37°C에서 비운동성임을 확인하였다. 또한, urea시험 양성, citrate 음성이며 그람음성 간균일 때 API 20E로 확인하여 양성으로 판정하였다.

Bacillus cereus 분리 및 동정

검체 25 g을 취하여 225 ml의 인산완충액에 가하고 스토마커를 이용하여 1분간 균질화한 후 검액을 MYP한천배지에 접종하여 30°C에서 24시간 배양하였다. 배양 후 혼탁한 환을 갖는 분홍색 집락을 선별하였다. 이 때 명확하지 않을 경우 24시간 더 배양하여 관찰하였다. MYP 한천배지에서 전형적인 집락을 선별하여 보통 한천배지에 접종하고 30°C에서 24시간 배양 후 그람염색을 실시하여 포자를 갖는 그람양성이면서 긴 형태의 간균으로 확인된 균은 운동성, nitrate환원능, VP, β-hemolysis, 혐기배양시 포도당 이용을 확인하여 양성으로 판정하였다.

Campylobacter jejuni 분리 및 동정

검체 25 g을 Hunt배지(Oxoid, England) 100 ml에 넣고 스토마커를 이용하여 1분간 균질화한 후 35°C에서 미호기적으로 24~48시간 배양하였다. 배양액을 Campylobacter agar with blood(Oxoid, England)에서 24시간 배양 후 의심집락을 호기, 미호기 상태로 blood agar에 24시간 배양하였다. 호기에서 자라지 않고 미호기에서 자란 집락은 catalase 양성, oxidase양성을 확인하고, API Campy(Biomerieux, France)로 확인하였다.

결과 및 고찰

야채 종류별, 시기별 총호기성균과 대장균군의 오염수준

채소별 총호기성균수와 대장균군수의 평균은 Table 1.과 같다. 총호기성균수의 평균은 치커리 6.0×10^7 CFU/g > 미나리·부추 1.6×10^7 CFU/g > 쑥갓 9.6×10^6 CFU/g > 배추 8.8×10^6 CFU/g > 상추 6.9×10^6 CFU/g > 깻잎 3.0×10^6 CFU/

Table 1. Counts of aerobic bacteria and coliforms in fresh vegetables

Vegetables	Mean counts of total aerobic bacteria[1)] (CFU/g)	Mean counts of coliforms[2)] (CFU/g)
Sesame leaf	3.0×10^6	9.5×10^5
Dropwort	1.6×10^7	3.7×10^6
Chinese cabbage	8.8×10^6	4.1×10^5
Korean leek	1.6×10^7	9.8×10^6
Lettuce	6.9×10^6	1.2×10^6
Crown daisy	9.6×10^6	1.6×10^6
Pimpinella brachycarpa	2.2×10^6	8.3×10^5
Chicory	6.0×10^7	4.7×10^6

[1)]total 124 samples, [2)]total 122 samples

g> 참나물 2.2×10^6CFU/g 순서였다.

채소별 대장균군수의 평균은 부추 9.8×10^6 CFU/g> 치커리 4.7×10^6 CFU/g> 미나리 3.7×10^6 CFU/g> 쑥갓 1.6×10^6 CFU/g > 상추 1.2×10^6 CFU/g> 깻잎 9.5×10^5 CFU/g> 참나물 8.3×10^5 CFU/g> 배추 4.1×10^5 CFU/g 순서였다.

우리나라 유기농 채소에서는 당근 > 감자 > 배추 > 상추 > 오이 > 가지 > 샐러리의 순으로 총호기성균의 오염수준이 측정되었고[2], 총호기성균, 대장균군의 오염수준이 상추 > 깻잎 > 오이로 나타난 연구결과와[3] 다른 채소에 비해 parsley, dill에서 세균수가 많았다는[9] 결과를 보더라도 가식부위가 토양 및 먼지 등과 접촉하는 정도와 표면적에 따른 오염수준에 차이가 있음을 판단할 수 있다. 본 연구에서는 잎채소를 중심으로 했으므로 표면적에 따른 차이가 있었던 것으로 사료된다.

실험결과 총호기성세균의 오염수준과 대장균군의 오염수준이 꼭 일치하지는 않음을 알 수 있었다. 또한, 연구에 사용한 배추를 모두 겉잎을 제거한 상태의 것을 골랐음을 고려해 볼 때 인적 요인과, 최소 유통 단계의 오염 가능성도 추측할 수 있었다. 원영준 등은[2] 우리나라 유기농 채소에서 대장균군을 82.1%로 검출하였으며 이는 MPN법 이후 생화학 검사를 실시한 결과로 다른 방법과 비교해 보면 MPN법으로만으로는 100% 검출율을 보이고[10] 최진원 등은[3] Violet red bile Agar를 이용한 연구에서도 100% 검출율을 보였다.

총호기성균의 월별 평균 오염수준을 채소별로 살펴보았을 때 가장 낮은 오염도와 가장 높은 오염도를 보인 시기는 깻잎은 3월(1.6×10^5 CFU/g)과 7월(4.4×10^6 CFU/g), 미나리는 9월(9.3×10^5 CFU/g)과 7월(3.5×10^7 CFU/g), 배추는 9월(1.7×10^6 CFU/g)과 6월(1.9×10^7 CFU/g), 부추는 9월(7.9×10^5 CFU/g)과 7월(6.2×10^7 CFU/g), 상추는 3월(3.2×10^4 CFU/g)과 6월(1.2×10^7 CFU/g), 쑥갓은 4월(2.4×10^6 CFU/g)과 7월(4.4×10^7 CFU/g), 참나물은 3월(3.3×10^5 CFU/g)과 7월(1.0×10^7 CFU/g), 치커리는 9월(8.5×105CFU/g)과 7월(2.6×10^8 CFU/g)로 나타났다. 결과적으로 총호기성균에 있어 각 개별 채소는 3월, 4월 또는 9월에 가장 낮은 오염수준을 보이고 6월, 7월에 가장 높은 오염수준을 보였다(Fig. 1).

대장균군의 월평균 오염수준은 채소별로 살펴보았을 때 가장 낮은 오염도와 가장 높은 오염도를 보인 시기는 깻잎은 3월(3.0×10^4 CFU/g)과 6월(1.6×10^6 CFU/g), 미나리는 3월(3.8×10^4 CFU/g)과 7월(8.7×10^6 CFU/g), 배추는 3월(1.0×10^4 CFU/g)과 7월(1.4×10^6 CFU/g), 부추는 9월(3.6×10^5 CFU/

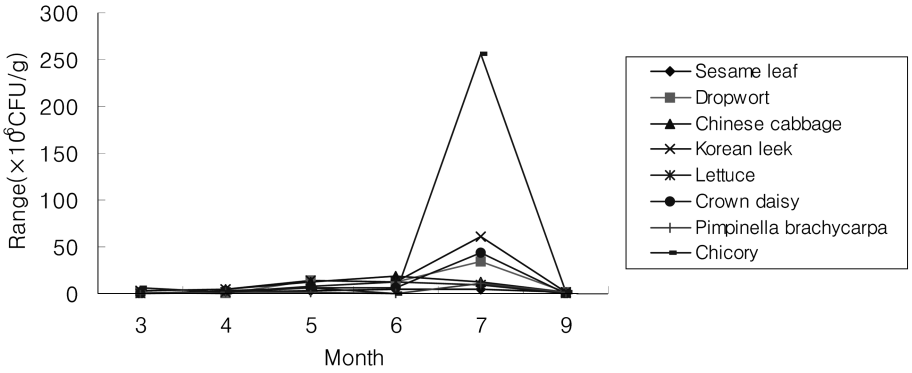

Fig. 1. Monthly variations of total aerobic bacterial counts in individual fresh vegetables.

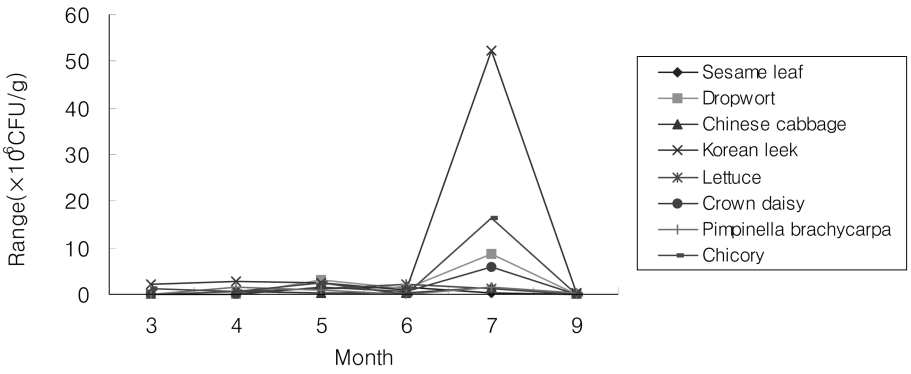

Fig. 2. Monthly variations of coliform bacterial counts in individual fresh vegetables.

g)과 7월(5.2×10^7 CFU/g), 상추는 3월(3.5×10^3 CFU/g)과 6월(2.2×10^6 CFU/g), 쑥갓은 4월(7.3×10^4 CFU/g)과 5월(1.6×10^6 CFU/g), 참나물은 3월(3.5×10^4 CFU/g)과 4월(1.6×10^6 CFU/g), 치커리는 9월(1.0×10^5 CFU/g)과 7월(1.6×10^7 CFU/g)로 나타나 총호기성균수를 월별로 비교했을 때 최저와 최대 수치를 보인 시기와 정확히 일치하지는 않았다(Fig. 2).

Ueda 등은 2월, 6월, 9월에 호기성균수와 대장균군수에 큰 변화 없다고 했고[11], 본 연구에서도 3월, 4월, 5월, 6월에는 큰 변화는 없으나 7월에는 비교적 큰 폭으로 상승된 오염도를 보였고 9월에는 다시 급격히 낮아졌다. 또한, 봄, 여름, 가을, 겨울별로 오염 수준의 차이가 크지는 않지만 겨울에 낮고 여름에 높으며 그 원인을 물의 오염과 세균이 증식하는데 적당한 온도라고 하였다.[10]

잎채소의 종류별 총호기성균과 대장균군의 세척후 감소비율

세척에 의한 미생물 감소율은 Table 2에 제시하였다. 흐르는 수돗물에 5회 세척 후 총호기성균 감소율은 치커리 92.6%, 상추 87.2%, 쑥갓 82.3%, 깻잎 79.0%, 참나물 77.5%, 배추 77.3%, 부추 76.6%, 미나리 71.7%로 나타나 감소율의 차이는 다소 보이지만, 넓은 잎이 감소율이 높을 것이라는 생각과는 반대로 야채별 특성 때문으로는 보이지 않았으며, 평균 81.0% 감소되었다. 이는 상추, 당근을 20회씩 흔들어 5회를 반복했을 때 6~7배 세척효과를 보였다는 결과[2]보다는 높고 양상추를 4×4 cm로 잘라 6 L 수돗물에 담고 플라스틱 페달로 한번에 2초씩 8번 저어 92.4%의 세균수 감소율을 보인 것[12]보다는 다소 낮다. 본 연구에서 사용한 세척법은 실험자에 따른 차이가 있을 수 있지만, 소비자가 가정에서 일상적으로 행하는 수돗물 세척으로 80% 이상의 제거율을 보임으로써 간단한 세척만으로도 오염을 많이 제거할 수 있음을 알려주었다.

Table 2. Reduction in microbial counts after 5 times washing fresh vegetables with tab water

Vegetables	Reduction in total aerobic bacterial counts (%)	Reduction in coliform bacterial counts (%)
sesame leaf	79.0	82.3
Dropwort	71.7	79.2
Chinese cabbage	77.3	92.3
Korean leek	76.6	66.4
Lettuce	87.2	85.0
Crown daisy	82.3	88.4
Pimpinella brachycarpa	77.5	63.8
Chicory	92.6	91.8
mean	81.0	82.5

또한, 수돗물 세척 시 시간을 늘리면 감소 효과가 높아졌다는 연구 결과[12]는 세척에 조금만 더 주의를 기울인다면 오염도를 더 많이 줄일 수 있다는 사실을 보여준다. 시간이 경과될수록 그리고 온도가 높아질수록 미생물수가 증가하므로[13] 되도록 구입 즉시 섭취하거나 냉장 보관하는 것이 좋고, 가정용 세척제를 이용하여 3분간 침지함으로써 세균수가 95.5%의 감소율을 보였다는 연구결과[4]를 적용하여 가정내의 과일, 야채용 세제에 침치 후 수돗물 세척을 한다면 미생물의 오염도를 대부분 제거할 수 있다.

대장균군의 감소율은 배추 92.3%, 치커리 91.8%, 쑥갓 88.4%, 상추 85.0%, 깻잎 82.3%, 미나리 79.2%, 부추 66.4%, 참나물 63.8%로 나타나 역시 야채별 특성별 감소율의 차이로는 보이지 않았으며, 평균 감소율은 총호기성균의 감소율과 비슷하게 82.5% 감소되었다.

이에 본 저자는 병원성이 없는 세균이라 할지라도 다량으로 식품에 존재할 경우 이것이 원인이 되어 직·간접적으로 식중독을 일으킬 가능성이 있음을 생각할 때 세척의 중요성이 크다고 본다.

잎채소의 종류별, 시기별 식중독균 검출율

본 연구에서는 총 124건의 검체를 채취하여 검사를 수행하였고, *Staphylococcus aureus*는 치커리 22.2%, 배추 17.6%, 상추 12.0%, 깻잎 10.0%로 검출되었고 쑥갓, 미나리, 부추, 참나물에서는 검출되지 않았으며 전체 야채에서 8.1%의 검출율을 보였다. 이는 890건의 검체 중 *Staphylococcus* spp.가 딸기와 버섯에서 22.4%, 15.0%로 검출되었으나 *Staphylococcus aureus*는 4건 뿐이었고, 허브, 파슬리, dill, 양상추에서는 불검출이었다는 Norway 논문의 결과[14]와는 상이하였다. 그러나, 상추, 파슬리, 샐러드, 새싹채소에서 분리해 낸 사실이 있고[15] 한국에서도 가공되지 않은 채소는 아니지만, 야채 샐러드류에서 120건중 4건이 분리된 적이 있다.[5]

*Bacillus cereus*는 치커리 22.2%, 쑥갓 29.4%, 미나리 20.0%, 부추 15.4%, 상추 16.0%, 깻잎 10.0% 검출되었고 배추, 참나물에서는 검출되지 않았으며 전체 야채에서 14.5%의 검출율을 보였다. 이는 채소에서 36%를 분리했다는 Ueda[11]의 결과보다는 낮으나 이는 검액 채취량의 차이에 의한 것으로 사료된다. 한편 양배추에서 *Bacillus cereus*가 검출됨을 제시한 논문도 있었다.[13]

*Clostridium perfringens*는 미나리 13.3%, 부추 23.1%, 상추 8.0%로 검출되었고 치커리, 배추, 쑥갓, 참나물, 깻잎에서 검출되지 않았으며 전체 야채에서 5.6%의 검출율을 보였다. 이는 우리나라 유기농 채소 중 10.0%, 엽채류 중

Table 3. Bacterial species isolated from fresh vegetables

Vegetables	No. of Isolates(%)			
	Staphylococcus aureus	*Bacillus cereus*	*Clostridium perfringens*	*Escherichia coli*
Chicory	22.2	22.2	0.0	11.1
Chinese cabbage	17.6	0.0	0.0	5.9
Crown daisy	0.0	29.4	0.0	17.6
Dropwort	0.0	20.0	13.3	13.3
Korean leek	0.0	15.4	23.1	7.7
Lettuce	12.0	16.0	8.0	32.0
Pimpinella brachycarpa	0.0	0.0	0.0	0.0
sesame leaf	10.0	10.0	0.0	35.0
Total	8.1	14.5	5.6	18.5

10.0%, 상추 8.0%, 배추 8.0%, 미나리 28.0%라는 연구 결과[6] 보다는 낮았고, 그 이유를 미나리의 경우 윗부분을 주로 채취하고 배추의 경우도 겉잎이 제거된 상태에서 채취했기 때문인 것으로 보인다.

*Escherichia coli*는 치커리 11.1%, 배추 5.9%, 쑥갓 17.6%, 미나리 13.3%, 부추 7.7%, 상추 32.0%, 깻잎 35.0%로 검출되었고 참나물에서는 검출되지 않았으며 전체 야채에서 18.5%의 검출율을 보였다. 외국의 사례와 비교해 볼 때 스페인에서 MacConkey broth MPN법과 Teague Levine agar(BBL)를 써서 보인 86.1%의 분리율[10]과 인도에서 시장에서 채취한 검체를 MacConkey broth MPN법으로 65.6%의 분리율을 보인 것[16]보다 낮다. 그러나 원영준 등[2]에 의하면 우리나라 유기농 채소에서 23.2%로 본 연구에서보다 높게 분리되었지만, 근채류인 당근과 감자에서 분리율이 높은 것을 감안해야 할 것이다. 우리나라의 대형매장과 재래시장에서 3M Petrifilm *E. coli* count로 시험한 결과는 30% 이상이었으나 이는 유통단계의 차이와 생화학 검사 없이 blue colony를 양성으로 간주했다는데서 그 이유를 찾을 수 있을 것이다. 또한, 일본에서 보인 11%의 분리율[11]은 지리적으로 우리나라에서 먼 나라에서의 결과[10,16]에 비한다면 유의한 수치이다.

*Escherichia coli*는 지표세균으로서 실험 방법의 차이로 인해 병원균의 분리율이 차이가 있을 수 있으나, 원산지인 나라에 따라 야채 오염도의 차이가 있다는 보고와 같이[7] 실제로 지역적 차이, 유통상의 단계 혹은 위생상태에 따라서 검출률이 다를 수 있다고 사료된다.

복합 오염은 *Bacillus cereus* + *Escherichia coli*가 7건, *Clostridium perfringens* + *Bacillus cereus*가 2건, *Staphylococcus aureus* + *Escherichia coli*가 1건, *Staphylococcus aureus* + *Bacillus cereus*가 1건으로 총 11건이었으며, 야채별로는 복합오염건수/오염건수(%)로 보았을 때 치커리 66.7%, 배추 0.0%, 쑥갓 33.3%, 미나리 40%, 부추 20.0%, 상추 13.3%, 깻잎 22.2%로 0.0% ~ 66.7%로 다양한 비율을 보여서 야채유래의 식중독이 있을시 한 가지 이상의 원인체가 관련될 수 있다고 생각된다.

본 연구에서는 *Staphylococcus aureus, Bacillus cereus, Clostridium perfringens, Escherichia coli*의 4가지 균주에 대해 총 142검체에서 47주를 분리하였다. 월별 검출률은 높은 순서대로 분리주/검체수가 6월에 8/15로 53.3%, 5월에 23/48로 47.9%, 4월에 8/21로 38.1%, 7월에 6/18로 33.3%, 9월에 2/15로 13.3%, 3월에 0/7로 0.0%이었다. 3월에는 검출되지 않았고 9월은 비교적 낮고 5,6월이 비교적

Table 4. Sample Numbers of overlapped isolation in fresh vegetables

vegetables	*B. cereus* + *E. coli*	*C. perfringens* + *B.cereus*	*S. aureus* + *E. coli*	*S. aureus* + *B. cereus*	Total
sesame leaf	2	0	0	0	2
Dropwort	0	2	0	0	2
Chinese cabbage	0	0	0	0	0
Korean leek	0	0	1	0	1
Lettuce	2	0	0	0	2
Crown daisy	2	0	0	0	2
Pimpinella brachycarpa	0	0	0	0	0
Chicory	1	0	0	1	2
Total	7	2	1	1	11

Table 5. Isolation rates of *Staphylococcus aureus, Bacillus cereus, Clostridium perfringens, Escherichia coli* monthly

Month	No. of isolates	Total	No. of isolates(%)
3	0	7	0.0
4	8	21	38.1
5	23	48	47.9
6	8	15	53.3
7	6	18	33.3
9	2	15	13.3
Total	47	124	37.9

높은 편이어서 총호기성균과 대장균군과는 일치하지는 않지만, 기온이 높은 시기에 검출률이 높아지고 기온이 낮아지는 시기에 낮아지는 경향은 동일한 것으로 보인다.

Escherichia coli O157:H7, *Salmonella* spp., *Vibrio parahaemolyticus, Listeria monocytogenes, Yersinia enterocolitica, Campylobacter jejuni* 분리 및 동정

Escherichia coli O157:H7 는 미국의 경우 브로콜리나 샐러드용 야채에서 분리된 예[17]가 있었지만 노르웨이에서 870개의 농산물을 대상으로 한 연구에서는 검출되지 않았고[14] 우리나라 유기농채소를 대상으로 한 실험에서도 분리되지 않았으며[2] 본 연구에서도 검출되지 않았다.

Salmonella spp.는 스페인에서 양상추, 양배추 등의 신선 채소에서 검출된 적이 있고[10] 한국에서도 유기농 채소에서 3.0%의 검출률을 보인 연구결과[2]가 있지만 본 연구에서는 검출되지 않았으며, 이는 일본의 밭작물, 노르웨이의 농산물에서의 연구결과[11,14]와 동일하다.

염도를 필요로 하는 *Vibrio parahaemolyticus*의 경우 채소에서는 연구된 논문이 없었지만, 재배 단계에서의 물의 오염, 수확·포장 등 사람측 요인에 의한 오염의 여지가 있다고 판단되어 연구에 포함하였으나 검출되지 않았다.

*Listeria monocytogenes, Yersinia enterocolitica*의 경우는 저온에서도 생존력이 좋은 균으로 알려져 많이 연구되고 있다. 노르웨이의 경우 상추에서 0.5% 검출율을 보인 연구결과[14]도 있었지만 한국에서 유기농 채소와 신선 채소류에서 불검출 되었다는 연구결과[2,3]처럼 본 연구에서도 검출되지 않았고, *Yersinia enterocolitica*의 경우도 역시 검출되지 않았다.

미호기균으로서 기본적으로 동물의 병원체이나 환경이나 야생동물 등에 의한 오염 가능성이 있는 균으로 알려져 있는 *Campylobacter jejuni*는 본 연구에서는 검출되지 않았다.

채소의 오염 요인으로는 가축, 야생동물 분변, 홍수 등에 의해 오염된 물, 비료, 하수, 논밭의 위생관리 부족, 운송수단, 취급자에 의한 오염 등 많은 요소들이 개입되어 있다.[7] 재배, 수확, 유통, 가공, 소비양상, 지역의 변화는 오염을 증가시키며[15]오염도가 수확직후, 수확 5일후, 시판품의 순으로 높다.[13] 결국, 채소의 오염을 줄이기 위해 생산, 가공, 분배, 이용의 모든 면을 컨트롤하는 체계가 필요하며 생산자와 가공자의 위생 교육, 소비자와 음식업 종사자들의 적절한 저장과 취급에 대한 교육의 필요성도 제기된다.[7] 각 단계마다 개입되는 불확정요소(사람측, 푸드시스템, 소비자의 기호성의 변화, 병원체의 변화)가 많으므로 100%의 보장은 어렵지만, 푸드체인 전체와 환경에 대한 이해를 동반한다면 오염 위험을 최소화할 수 있다.[18]

본 연구에서는 생식하는 채소의 총호기성균과 대장균군의 수를 계절별로 파악하여 기본적인 오염도를 제공하고자 하였으며, 채소 유래의 식중독균 및 오염의 가능성을 보여주는 대장균의 검출을 시도하였다. 이는 야채로 인한 식중독에 대한 재인식으로 식품위생에 대한 경각심과 식중독의 가능성을 보여주는 자료를 축적하여 식중독균 검출 및 예방의 기초 자료로 활용하기 위함이다. 또한, 이 연구를 통하여 소비자들이 가장 쉽게 접할 수 있는 방법인 수돗물 세척만으로도 오염도를 많이 줄일 수 있음을 보여주고자 하였다. 병원성균의 존재가 항상 병을 의미하지는 않지만[7] 균의 양이 적더라도 증식이 되면 식중독의 위험이 있음을 인식하고, 균이 검출되었다고 해서 채소를 생식하는 것이 위험하다는 생각보다는 각 단계별 개입하는 요소들을 인위적으로 사람이 조절하여 안전한 식생활을 유도해야 할 것으로 판단된다.

감사의 말씀

본 연구는 인천보건환경연구원 미생물과 연구사업으로 수행되었다.

국문요약

이 연구의 목적은 잎채소의 미생물 오염을 평가하는 것이다. 신선한 채소에서 미생물 오염정도를 알아보기 위하여 총호기성균수와 대장균군수 및 *Staphylococcus aureus, Bacillus cereus, Clostridium perfringens, Escherichia*

coli, *Escherichia coli* O157:H7, *Salmonella* spp., *Vibrio parahaemolyticus, Listeria monocytogenes, Yersinia enterocolitica, Campylobacter jejuni*와 같은 식중독균을 검사하였다. 또한 총호기성균수와 대장균군수를 일반 소비자들에 의해 행해지는 수돗물 세척이 얼마나 효과적인지를 알아보기 위해 세척전후로 검사하였다. 깻잎, 미나리, 배추, 부추, 상추, 쑥갓, 참나물, 치커리의 8종류의 야채 124건을 인천 도매시장에서 채취하였다. 야채 각각에 대해 총호기성균의 평균은 2.2×10^6 CFU/g 부터 6.0×10^7 CFU/g이고, 총대장균군은 4.1×10^5 CFU/g부터 9.8×10^6 CFU/g으로 나타났다. 두가지 모두 3월부터 9월의 기간 중 여름철에 최고수치를 보였다. 수돗물로 세척한 후 감소율은 총호기성균은 81.0%이고 대장균군은 82.5%이었다. 식중독균은 *Staphylococcus aureus* 8.1%, *Bacillus cereus* 14.5%, *Clostridium perfringens* 5.6%, *Escherichia coli* 18.5%로 검출되었다. 이 중에서 11가지 검체에서는 두가지 균이 검출되었다. 각각의 야채에 대해서는 *Staphylococcus aureus*가 최고 검출율과 최저 검출율이 0.0% 에서 22.2%, *Bacillus cereus*가 0.0%에서 29.4%, *Clostridium perfringens*는 0.0%에서 23.1%, *Escherichia coli*는 0.0%에서 35.0%로 검출되었다. *Escherichia coli* O157:H7, *Salmonella* spp., *Vibrio parahaemolyticus, Listeria monocytogenes, Yersinia enterocolitica, Campylobacter jejuni*는 검출되지 않았다. 이 연구는 신선한 야채에서의 병원체에 대한 기초자료로 활용 가능할 것이라 기대된다.

참고문헌

1. 박희옥, 김창민, 우건조, 박선희, 이동하, 장은정, 박기환: 최근 한국에서 발생한 식중독 모니터링 및 추이 분석, *J. Fd Hyg. Safety*, **16**(4): 280-294(2001),
2. 원영준, 윤창용, 서일원, 남혜선, 이동미, 박동희, 이향미, 김세실, 이계융: 유기농 채소에서 식중독 원인균의 오염도조사, 광주지방식품의약품안전청, 21(2002),
3. 최진원, 박신영, 연지혜, 이민정, 정덕호, 이규호, 김민곤, 이동하, 김근성, 하상도: 유통 중인 신선 채소류의 미생물 오염도 평가, *J. Fd Hyg. Safety*, **20**(1): 43-47 (2005),
4. 김진숙, 방옥균, 장해춘: 즉석 섭취 야채샐러드의 미생물 오염조사, 한국식품위생안전성학회지, **19**(2): 60-65 (2004).
5. 심선보, 함수남, 권필수, 이선옥, 김소희, 이길웅, 방옥균: 시중에 유통중인 야채 샐러드류의 식중독균 오염실태조사 및 감소방안 연구, *The Annual Report of KFDA*, **7**: 364~365 (2003).
6. 조정곤: 식중독저감화사업 연구보고서, 유기농(무농약)채소에서 Clostridium perfringens의 오염도 조사 및 신속 진단법, *KFDA*, 14 (2002).
7. Brackett,R.E.: Incidence, contributing factors, and control of bacterial pathogens in produce. *Postharvest Biology and Technology*, **15**(3): 305-31 (1999).
8. 식품의약품안전청: 식품공전, 식품의약품안전청, 78-115 (2005).
9. Aycicek,H., Oguz,U.,Karci,K.: Determination of total aerobic and indicator bacteria on some raw eaten vegetables from wholesalers in Ankara, Turkey. *International Journal of Hygiene and Environmental Health*, **209**(2): 197-201 (2006).
10. Garcia-Villanova,R.B. and Galvez,V.R.: Contamination on fresh vegetables during cultivation and marketing. *International Journal of Food Microbiology*, **4**(4): 285-29 (1987).
11. Ueda, S. and Kuwabara, Y.: Bacteriological study on fresh vegetables. *Journal of Antibacterial and Antifungal Agents, Japan*, **26**(12): 673-67 (1998).
12. Adams,M.R., Hartley,A.D. and Cox,L.J.: Factors affecting the efficacy of washing procedures used in the production of prepared salads. *Food Microbiology*, **6**(2): 69-67 (1989),
13. 草刈眞一: 야채의 재배와 미생물 제어, 食品加工技術, **23**(2): 55-60 (2003).
14. Johannessen,G.S., Loncarevic,S. and Kruse,H.: Bacteriological analysis of fresh produce in Norway. *International Journal of Food Microbiology*, **77**(3): 199-204 (2002).
15. Burnett,S.L. and Beuchat,L.R.: Human pathogens associated with raw produce and unpasteurized juices and difficulties in decontamination. *Journal of Industrial Microbiology & Biotechnology*, **25**(6): 281-287 (2000).
16. Kiran,P.A., Kamat,D.B.: Microbiological quality of fresh leafy vegetables, salad components and ready-to-eat salads: an evidence of inhibition of Listeria monocytogenes in tomatoes. *International Journal of Food Sciences and Nutrition*, **52**(1): 15-23 (2001).
17. Hammond, R.M., Bodager, D., Ward, K.V. and Rowan, A.: Case studies in foodborne illness in Florida from fresh produce. *HortScience*, **36**(1): 22-25 (2001).
18. 一色賢司: 생식되는 야채・과일의 위생 관리에 대한 고찰, 防菌防黴, **31**(1): 13-18 (2003).