pISSN 1229-1153 / eISSN 2465-9223 *J. Food Hyg. Saf.*
Vol. 33, No. 1, pp. 38~43 (2018)
https://doi.org/10.13103/JFHS.2018.33.1.38

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

재배방법별 주요엽채류의 생산단계에서 세척단계까지 미생물상의 변화

오소영 · 남기웅[1] · 윤덕훈*
국립한경대학교 국제농업기술정보연구소, [1]국립한경대학교 원예생명과학과

Changes of Microbial Populations on Major Leafy Vegetables Cultivated by Different Methods from Production to Washing Stages

Soh-Young Oh, Ki-Woong Nam[1], and Deok-Hoon Yoon*
Research Institute of International Agriculture, Technology and Information, Hankyong National University, Anseong, Korea
[1]Department of Horticultural Life Science, Hankyong National University, Anseong, Korea
(Received September 26, 2017/Revised October 16, 2017/Accepted January 10, 2018)

ABSTRACT - A few authors have already investigated microbial contamination of leafy vegetables in distribution condition and examined the effect of temperature abuse on microbial safety or product quality. But this study analyzed proliferation of indicator microorganisms and food poisoning bacteria in real situation in Korean agroindustry and investigated washing effect of micobial contamination on leaf surface. Leafy vegetables were found to be contaminated with aerobic bacteria at 0.1~0.32 × 10^3 CFU/g. *Staphylococcus aureus* and *Bacillus cereus* were detected in leafy vegetables at 0~0.54 × 10^3 CFU/g. However, *Salmonella* spp., Coliforms, *Clostridium* spp. and *Listeria* spp. were not detected in any samples. Indicator microorganisms and food poisoning bacteria on leafy vegetables increased at room temperature when simulatively distributed condition. After clean-up, the indicator microorganisms and food poisoning bacteria of kimchi cabbage, lettuce and perilla leaf were decreased to a very low level. This study suggests that it is necessary to improve the level of hygiene management such as use of cold chain system and hygiene management of transport tools during the distribution process for fresh leafy vegetables.

Key words : Organic, Leafy vegetables, Sanitary indicator microorganisms, Food-borne pathogens

한국인의 식생활에서 배추, 상추 등의 엽채류는 소비가 많은 주요 작물이며, 소비자의 생활수준 향상과 건강한 먹거리에 대한 관심이 높아지면서 최소가공 농산물의 소비가 증가하고 있고 이에 따라 신선채소 섭취에 따른 인체 위해성이 증가되고 있다[1]. 농산물의 안전성은 생산 및 수확후 과정에서 물리적, 화학적, 생물학적 위해요소의 관리가 요구되는데, 친환경농업의 확산에 따라 잔류농약 등 화학적 위해요소는 크게 감소된 반면, 가축분 퇴비 등의 사용이 증가되면서 미생물적 위해요소의 관리가 중요해지고 있다[2]. 국내에서는 신선농산물을 매개로 하는 식중독 사고가 공식적으로 보고된 바는 없다[3]. 그러나, 병원성 미생물은 엽채류의 생산과정에서 토양, 관개용수, 농자재, 야생동물, 작업자 등에 의해 오염될 수 있고, 수확 후 가공, 유통 중 교차오염이 일어날 수 있으며[4], 엽채류에 오염된 병원성미생물은 유통 및 보관과정 중 증식이 가능하다[5]. 엽채류는 가식부위인 잎의 표면구조상 씻는 과정에서 병원성미생물이 쉽게 제거가 되지 않는 특성을 가지고 있어[6] 생식용 채소와 관련된 식중독 사고는 농산물로 인한 식중독 사고의 많은 부분을 차지하고 있다[7]. *Bacillus cereus*는 자연에 널리 분포하며 다양한 식품으로부터 분리될 수 있고 10^5 cells/g 이상이 포함된 식품을 섭취하게 되면 식중독을 유발하는 것으로 알려져 있으며[8] 대장균군은 위생지표균으로 다른 식중독 세균의 감염 가능성을 시사한다[9]. 또한 미국, 유럽 등에서 *Listeria moncytogenes*, *Salmonella* 등에 의한 식중독 발생사례들이 보고되고 있다[10,11]. 시기별로 생산지와 판매지에서 수집한 엽채류의 미생물 오염도를 분석하고 시기별 유통 온습도 조사와 보관온도가 대상 작물에 존재하는 미생물 밀도변화에 미치는 영향을 검정한 결과 생산지와 판매지의 미생물 오염도는 생산지에 비해 판매지에서 높게 나타나는 경우가 많았는데[12], 수확한 엽채류를 5~25°C에서 7일까지 보관하면서 일반세균, 대장균군, 대장균, 식중독 세균 등을 분석한 결과 신선편

*Correspondence to: Deok-Hoon Yoon, Hankyong National University, #327, Jungang-ro, Anseong-si, Gyeonggi-do 17579, Korea
Tel: 82-31-678-4643, Fax: 82-31-678-4644
E-mail: tropagri@hknu.ac.kr

이 엽채류의 오염세균 증식을 저해하기 위하여 가능한 낮은 온도로 보관하는 것이 바람직하다고 하였다[5].

최근 엽채류에 대한 미생물상의 변화에 대한 연구가 많이 진행되어 왔으나, 대부분 생산단계, 유통과정 및 소비단계까지의 연결성이 없이 대부분 각 단계별로 수행되어 왔다. 따라서 본 연구에서는 주요 엽채류에 대하여 유기농산물과 관행농산물로 구분하여 생산단계에서 부터 수확 후 모의유통과 세척단계까지 각 단계별 미생물상의 변화를 조사함으로써 단계별 미생물적 안전성 관리방안을 수립하고 개선방안을 도출하는 기초자료로 활용하고자 수행하였다.

Materials and Methods

시료채집

엽채류(배추, 상추, 깻잎)의 위생지표균 및 유해미생물 오염도 조사를 위하여 2015년부터 2016년까지 강원(배추), 충북(상추), 충남(깻잎)의 관행 및 유기농가에서 2주 간격으로 엽채류 시료를 채집하였다. 상추는 매년 6월부터 10월까지 총 18회 시료를 수집하였으며, 깻잎은 매년 6월부터 12월까지 총 24회 시료를 수집하였고, 배추는 매년 4월부터 10월까지 총 18회 시료를 수집하였다. 모든 시료는 유기농가와 관행농가로 구분하여 각각 3농가에서 5개씩 시료를 수집하였으며, 총 시료수는 상추는 540점, 깻잎은 720점, 그리고 배추는 540점 이었다. 모든 시료는 멸균장갑을 끼고 채집하였으며, 채집 직후 멸균백에 담아 아이스박스를 이용하여 실험실로 운반하여 분석에 사용하였다. 유통단계의 미생물오염도를 조사하기 위하여 농가가 직접 수확한 시료를 수확바구니에 담아 상온으로 실험실로 이동하여 포장비닐백 또는 망에 넣어 24시간동안 상온처리 후 4°C에서 10일간 모의유통하며 미생물상을 분석하였다. 소비단계의 미생물상을 조사하기 위하여 모의유통(24시간 상온 후 4°C)을 거친 시료를 흐르는 물에 5~10초간 세척한 후 미생물상 분석에 이용하였다.

위생지표세균 및 유해미생물 오염도 조사

수집한 엽채류의 호기성세균(AC, total aerobic bacteria), 대장균군(CC, coliforms), 효모 및 곰팡이(YM, yeast and mold) 등 위생지표세균과 식중독 유발가능성이 있는 *Bacillus cereus*와 *Staphylococcus aureus*, *Clostridium* spp., *Salmonella* spp., *Listeria* spp.를 정량적으로 분석하였다. 정량적 분석을 위해 각 작물 시료 10 ± 1 g을 stomacher bag에 넣고 1:10(w/v) 비율로 0.1% peptone water를 더해 5분간 고루 문질렀다. 호기성세균은 3M Petrifilm™ aerobic count plate (3M, Maplewood, MN, USA)에 균질화한 시료 1 mL를 분주하여 35°C에서 48시간 배양 후, 형성된 붉은색 집락(colony)을 계수하였다. 대장균군은 3M Petrifilm™ coliform count plate (3M, USA)에 시료 1 mL를 분주하여 35°C에서 24시간 배양 후, 기포를 가진 붉은색 colony를 계수하였다. 효모 및 곰팡이는 3M Petrifilm™ yeast and mold (3M, USA)에 시료 1 mL를 분주하여 25°C에서 48시간 배양 후, 파란색의 colony를 계수하였다. 본 연구에 사용한 3M petrifilm 실험법은 AOAC 및 AFNOR 공인 실험법이다(AOAC Certificate #061301, #2014.01). *B. cereus* 오염도 조사를 위해 균질화한 희석용액 100 uL를 Mannitol Egg Yolk Polymyxin Agar에 각각 분주하여 도말하여 37°C 배양기에서 24시간 동안 배양한 후 분홍색 집락주위에 밝은 환(clear zone)이 나타나는 단일 집락수를 계수하였다. *S. aureus*의 오염도 조사를 위해 균질화한 희석용액 100 uL를 Baird-Parker (BP, Oxoid, Hampshire, UK)에 분주하여 도말한 후 37°C의 배양기에서 48시간 동안 배양 후 검은 집락주위에 밝은 환(clear zone)이 나타나는 단일 집락을 계수하였다. 최종 동정은 계수한 평판에서 전형적인 집락을 선발하여 Nutrient Agar배지에 접종하고 37°C에서 24시간 배양한 후 VITEK (VITEK-2 compact)을 사용하였고 대조군으로 *S. aureus* 표준 균주 ATCC 25923을 사용하였다. *Clostridium* spp. 오염도 조사를 위해 *C. bifermentans, C. perfringens, C. septicum*을 포함한 Clostridium을 확인할 수 있는 선택배지인 Difco Differential Reinforced Clostridial Agar (Difco, USA)에 균질화한 희석용액 100 uL를 분주하여 도말한 후 37°C 배양기에서 72시간 동안 배양한 후 검정색의 반점이 나타나는 단일 집락수를 계수하였다. *Salmonella*의 경우 Salmonella Express Plate (SALX) Petrifilm™ (3M, USA)에 균질화한 희석용액 1 mL씩 치상하여 40°C 배양기에서 24시간 동안 배양한 후 적색콜로니에 황색존이나 가스방울이 있는 집락을 *Salmonella* 종으로 추정하여 계수하였다. 확정실험은 3M petrifilm Salmonella Express Disc와 반응시켜 *Salmonella*로 추정된 집락이 디스크반응 후 진한청색콜로니 또는 붉은 가운데 진청색침전물이 나타나면 *Salmonella*로 확정하여 계수하였다. *Listeria monocytogenes*의 오염도 조사를 위해 균질화한 희석용액 100 uL를 Oxford agar (Oxoid, UK) 배지에 분주하여 도말하여 37°C 배양기에서 48시간 동안 배양한 후 검정색을 중심으로 회색 균체가 나타나는 단일 집락수를 계수하였다.

Results and Discussion

배추의 단계별 위생지표세균 및 유해미생물 오염도 조사

유기 및 관행 배추의 미생물상을 생산과정, 모의유통(상온 24시간 후 4°C 10일), 세척 후 까지 단계별로 각각 분석하였다. 생산과정 중에는 생육기간 중 온도 등의 환경조건에 따라 미생물의 증식에 대한 영향을 최소화하기 위하여 정식 후 4주 후부터 수확기까지 2회를 조사하였으며, 모의유통은 실제 유통조건과 비슷하게 유지하기 위하

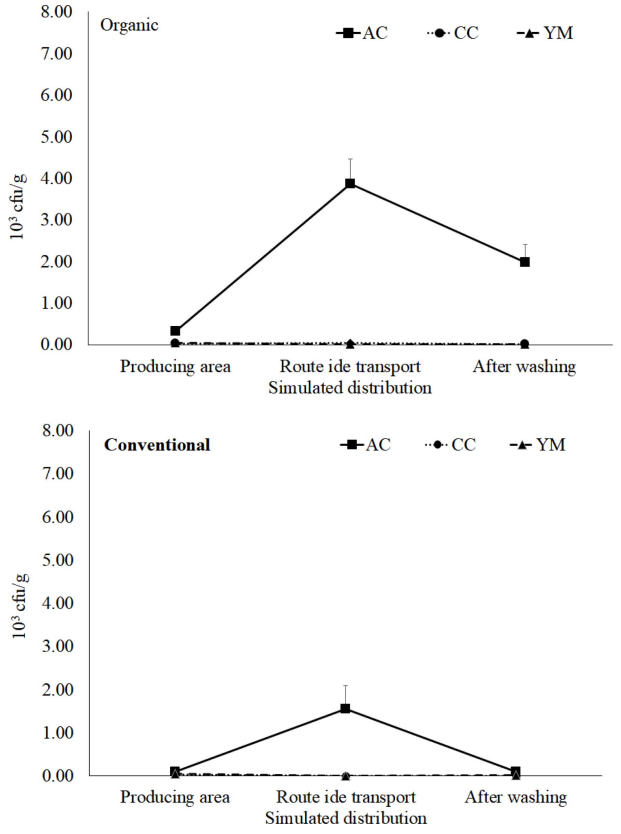

Fig. 1. Change of sanitary indicator bacteria from leaf surface of Kimchi cabbage from different locations by organic and conventional farming. AC: Total Aerobic Bacteria, CC: Coliforms, YM: Yeast & Molds.

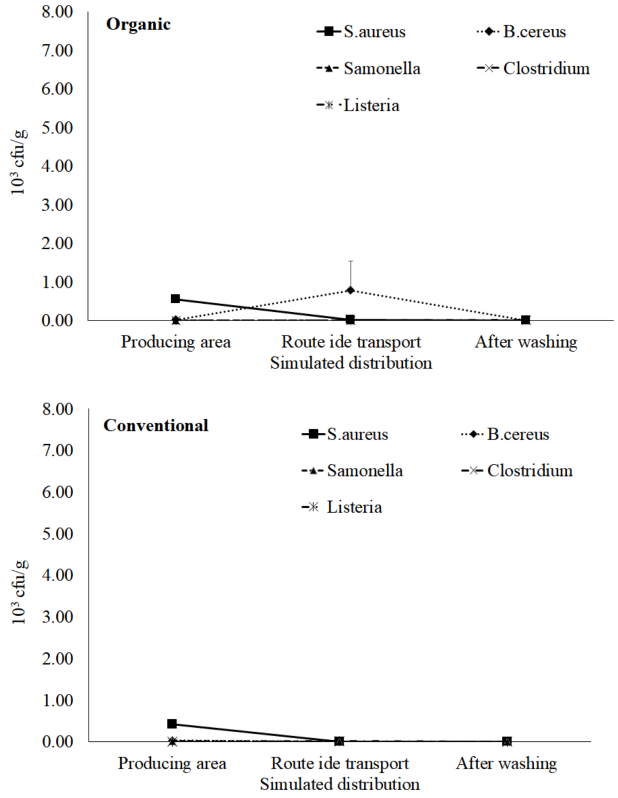

Fig. 2. Change of food poisoning bacteria from leaf surface of Kimchi cabbage from different locations by organic and conventional farming.

여 배추를 수확하여 산지에서 실험실까지 상온으로 이동하여 24시간 후 4°C에서 10일간 보관하면서 2일 간격으로 표면미생물을 조사하였다. 그리고 모의유통에 이어서 흐르는 물에서 10초간 세척한 후 풍건하여 미생물상을 조사하였다. 사전연구를 통해 흐르는 물(5, 10, 15초)과 고인물(1회, 2회, 3회)로 표면미생물의 세척효과를 시험한 결과 미생물 제거효과가 가장 우수한 조건은 흐르는 물에서 5초(깻잎)와 10초(배추, 상추)로 세척하는 것이었다(Data not Shown). 각 단계의 미생물 검출량은 전체 조사한 값의 평균값으로 나타내었다.

유기 및 관행 배추의 생산단계부터 세척 후까지 위생지표균의 밀도를 분석한 결과는 Fig. 1과 같다. 위생지표세균은 인체의 유해성과 직접적 연관성은 적으나 생산, 유통 등의 위생조건 등을 결정하는 미생물 오염의 지표로 사용된다. 생산단계에서 호기성 세균의 밀도는 0.1~0.32 × 10^3 CFU/g 이었으나 모의유통과정에서는 1.55~3.37 × 10^3 CFU/g로 증가되었는데, 이는 생산 후 유통단계에서 저온저장고에 들어가기 전 상온으로 이동 및 보관을 한 결과로 판단된다. 모의유통 후 흐르는 물에 10초간 세척한 후 호기성 세균은 0.1~1.98 × 10^3 CFU/g로 다시 감소하였다. 대장균군과 곰팡이는 0.05 × 10^3 CFU/g이하로 생산, 유통, 세척까지 모든 단계에서 매우 낮은 수준이었으며, 유기와 관행 배추간의 차이는 없었다. Yu 등[13]은 세척 전·후 농산물 표면의 세균수는 재배농법과 상관없이 평균 25배 감소한다고 하였다.

유기 및 관행 배추의 생산단계부터 세척 후까지 식중독 유발 가능성이 있는 *S. aureus, B. cereus, Salmonella, Clostridium,* 그리고 *Listeria*의 밀도 변화를 분석하였다(Fig. 2). *B. cereus*는 10°C이하의 온도에서는 거의 증식하지 않는데[14], 유기 배추의 생산지에서 *S. aureus*와 *B. cereus*의 검출량은 0~0.54 × 10^3 CFU/g이었으며 모의유통중에는 0.01~0.77 × 10^3 CFU/g이 검출되었다. 관행 배추의 경우 생산단계에서 *S. aureus*와 *B. cereus*의 검출량은 0.03~0.42 × 10^3 CFU/g이었으며 모의유통중에는 검출되지 않았다. *Salmonella, Clostridium*은 유기, 관행 모두 전 단계에서 검출되지 않았고, *Listeria*는 유기, 관행 모두 모의유통과정에서 0.01~0.02 × 10^3 CFU/g이 검출되었다. 이는 수확 후 교차오염에 의한 결과로 예상된다. *Salmonella*의 경우 생장가능 온도범위가 7~45.6°C로 알려져 있고, *Clostridium*은 15°C이하에서는 증식이 불가능 한 것으로 알려져 있는 반면 *Listeria*는 −0.4~45°C 범위에서 증식이 가능한 것으로 알려져 있다[17]. 따라서 본 연구에서는 모의유통중 4°C로

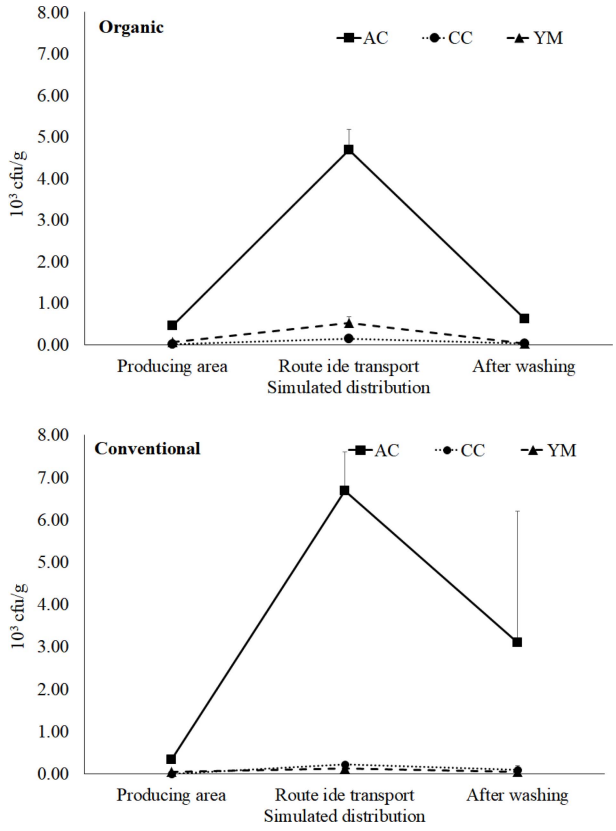

Fig. 3. Change of sanitary indicator bacteria from lettuce surface from different locations. AC: Total Aerobic Bacteria, CC: Coliforms, YM: Yeast & Molds.

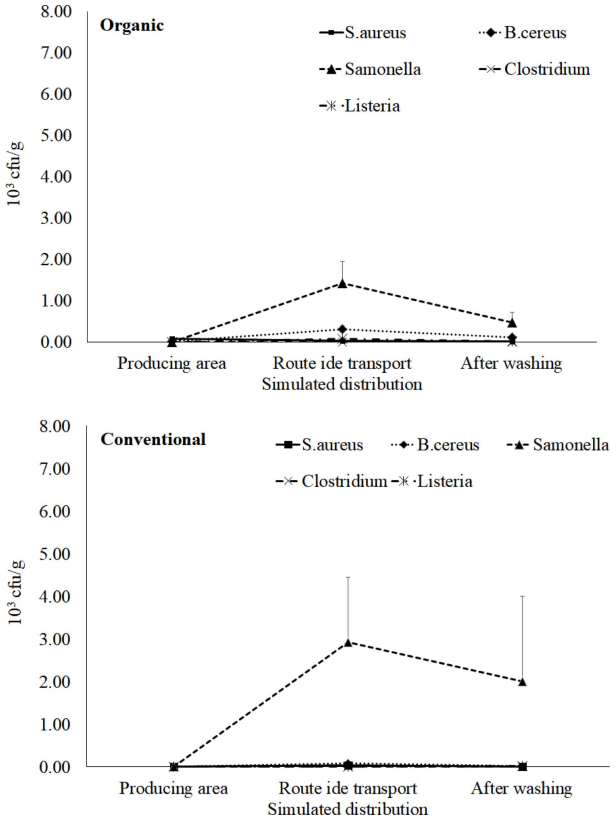

Fig. 4. Change of food poisoning bacteria from lettuce surface according to the type of cultivation method.

유지 하였으므로 *Listeria*만 유통 중 증식, 검출된 것으로 판단된다.

상추의 단계별 위생지표세균 및 유해미생물 오염도 조사

생산현장에서 수집한 유기 및 관행 농산물에서의 일반성 세균과 병원성 세균의 오염정도는 거의 차이가 없고[15], 유통중인 채소류에서 일반세균은 유기와 관행 농산물 사이에 비슷한 경향을 보이며 병원성 미생물은 검출되지 않는다[16]. 유기 및 관행 상추의 위생지표균을 조사한 결과(Fig. 3) 생산단계에서는 0.33~0.45 × 10^3 CFU/g이었으며 모의유통중에는 4.69~6.68 × 10^3 CFU/g로 크게 증가하였다가 세척 후에는 0.62~3.10 × 10^3 CFU/g로 감소하였다. 대장균군과 곰팡이는 0.5 × 10^3 CFU/g 이하로 검출되어 매우 낮은 수준이었으며 생산단계에서 세척까지 증가와 감소 경향은 호기성균과 유사하였다. 배추와 마찬가지로 유기 및 관행의 차이는 없었다.

유기 및 관행 상추의 단계별 식중독균 오염도를 조사한 결과 생산단계에서 *S. aureus*는 0.01~0.07 × 10^3 CFU/g, *B. cereus*는 0~0.01 × 10^3 CFU/g이 검출되었고, *Salmonella, Clostridium, Listeria*는 검출되지 않았다(Fig. 4). 모의유통 중 *S. aureus*는 0.03~0.04 × 10^3 CFU/g, *B. cereus*는 0.08~0.31 × 10^3 CFU/g이었으며 세척후 각각 0~0.01 × 10^3 CFU/g, 0.01~0.11 × 10^3 CFU/g로 감소하였다. *Clostridium*은 유기 및 관행 모두에서 전 과정에서 검출되지 않았으며, *Salmonella*와 *Listeria*는 생산지에서는 검출되지 않았으나 유통과정 중 각각 1.42~2.92 × 10^3 CFU/g, 0~0.07 × 10^3 CFU/g이 검출되었고 세척 후 0.02~2.0 × 10^3 CFU/g이하로 감소하였다.

깻잎의 단계별 위생지표세균 및 유해미생물 오염도 조사

유기 및 관행 깻잎의 위생지표세균을 단계별로 분석한 결과(Fig. 5) 호기성 세균의 경우 생산단계에서는 0.01~0.33 × 10^3 CFU/g이 검출되었으며, 모의유통중에는 1.87~2.08 × 10^3 CFU/g이 검출되었으나 세척 후에는 0.06~1.77 × 10^3 CFU/g로 감소되었다. 깻잎에서 대장균군과 곰팡이는 전 단계에서 0.1 × 10^3 CFU/g이하로 검출량이 매우 낮은 수준이었다.

유기 및 관행 깻잎에서 식중독균의 오염도를 조사한 결과(Fig. 6), 유기 깻잎의 경우 생산단계에서 *S. aureus, Salmonella, Clostridium, Listeria*는 검출되지 않았으나 *B. cereus*만 0.24 × 10^3 CFU/g 수준으로 검출되었다. 모의유통 중에는 *S. aureus*와 *Listeria*가 0.01 × 10^3 CFU/g 수준으로 검출되었으나 매우 낮은 수준이었고, 세척 후에는 검출되

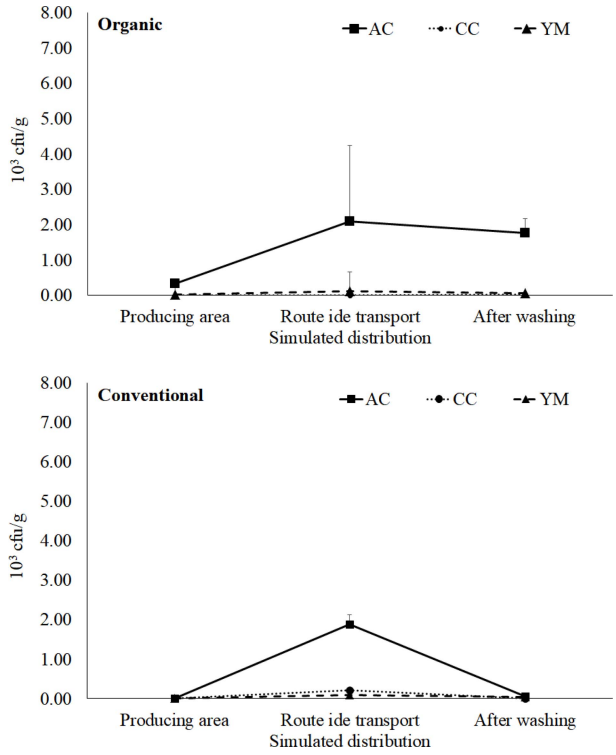

Fig. 5. Change of sanitary indicator bacteria from perilla leaf surface from different locations. AC: Total Aerobic Bacteria, CC: Coliforms, YM: Yeast & Molds.

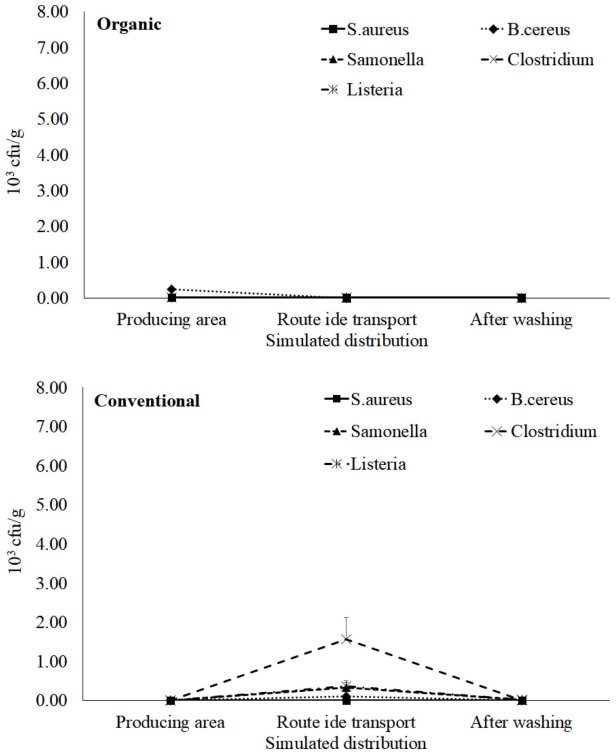

Fig. 6. Change of food poisoning bacteria from perilla leaf surface according to the type of cultivation method.

지 않았다. 관행 깻잎의 경우 생산단계에서는 조사 대상인 모든 식중독균이 검출되지 않았으며, 모의유통중 *B. cereus, Salmonella, Clostridium, Listeria*가 각각 0.1×10^3 CFU/g, 0.33×10^3 CFU/g, 1.56×10^3 CFU/g, 0.37×10^3 CFU/g이 검출되었고, 세척 후에는 모두 0.01×10^3 CFU/g 이하로 검출되었다.

유기 및 관행 엽채류의 생산 유통 단계별 미생물상 변화

유기 및 관행 농법으로 생산된 주요 엽채류를 대상으로 생산단계에서부터 모의유통을 거쳐 세척 후까지 위생지표균 및 식중독균의 밀도 변화를 조사한 결과, 재배방법과 엽채류의 종류에 관계없이 생산단계에서보다 유통과정에서 크게 증가하였으며 세척 후에는 감소하는 경향을 나타내었다. Kim 등[12]과 Cho 등[5]은 신선엽채류에서 미생물은 유통기간 중 검출량이 증가하였다고 하였으며, Kim 등[12]은 5, 10, 20, 30, 37°C의 일정한 온도조건에서 24시간 보관하였을 때 20°C미만의 온도에서는 미생물 검출량이 변화가 없다고 하였는데 이는 본 연구에서 저온의 모의유통 중 미생물량의 증감이 나타나지 않았던 결과와 일치한다. *S. aureus, B. cereus, Sallmonella, Listeria, Clostridium* 등의 식중독균의 최소발병량은 사람의 건강상태에 따라 차이는 있으나 일반적으로 10^5~10^8 cells/g으로 알려져 있는데[17], 본 연구에서 생산단계 및 유통 중 검출량은 최소발병량 이하로 안전한 수준이었다. 그러나 모의유통 중 검출량의 증가는 수확후 상온으로 운반하고 포장재 내부 습도가 90% 이상으로 24시간 이상 유지되었기 때문으로 유통 중 교차감염 또는 생산단계에서 낮은 수준으로 검출되었던 미생물의 증식으로 판단되는 바 신선 엽채류는 수확 후 저온을 유지시킨 상태로 유통을 하는 저온유통시스템(cold chain) 등의 유통시스템 관리가 필요할 것으로 사료된다. 또한 신선 엽채류의 수확시에는 작업도구 등의 위생관리가 필요하며 유통단계에서는 운반도구, 운반차량 등에 대한 위생관리수준의 향상이 필요하다.

Acknowledgement

본 연구는 농촌진흥청 공동연구사업(과제번호: PJ010820)의 지원에 의해 이루어진 것입니다.

국문요약

본 연구에서는 농법별 주요 엽채류의 생산단계에서 부터 수확된 농산물의 모의유통과 세척단계까지 동일 개체를 대상으로 미생물상의 변화를 비교하여 단계별 미생물적 안전성 관리방안을 수립하고 개선방안을 도출하고자 수행하였다. 생산 및 유통중 위생지표균 및 식중독 균의 검출

량을 조사한 결과 호기성 세균을 제외한 조사대상 미생물은 발병량 이하로 안전한 수준이었다. 생산단계에서 검출되지 않거나 낮은 수준이었던 위생지표균 및 식중독균의 검출량은 엽채류의 종류, 재배방법에 관계없이 생산단계보다 모의유통 중 증가하였으나, 세척단계에서 다시 감소하는 경향을 나타내었다. 생산과정에서 검출되지 않았던 미생물이 모의유통중 검출된 것은 수확후 처리과정 중 교차오염으로 예상되며, 생산단계에서 낮은 수준으로 검출되었던 미생물의 증가는 유통과정 중 증식한 결과로 판단된다. 따라서 유통단계에서는 저온유통시스템의 확대 적용과 운반도구 등에 대한 위생관리 수준을 향상시키기 위한 노력이 필요하다.

References

1. Beuchat L.R.: Ecological factors influencing survival and growth of human pathogens on raw fruits and vegetables. *Microbes and Infection*, **4**, 413-423 (2002).
2. Kang TM, Cho SK, Park JY, Song KB, Chung MS, Park JH.: Analysis of microbial contamination of sprouts and fresh cut salads in a market. *Korean J. Food Sci. Technol.*, **43**, 490-494 (2011).
3. Kim, W.I., Gwak, M.G., Jo, A.R., Ryu, S.D., Kim, S.R., Ryu, S.H., Kim, H,Y, Ryu, J.G.: Investigation of microbiological safety of on-farm produce in Korea. *J. Food Hyg. Saf.*, **32**, 20-26 (2017).
4. Koseki, S., Isobe, S.: Prediction of pathogen growth on iceberg lettuce under real temperature history during distribution from farm to table. *Int. J. Fd. Microbiol.*, **104**, 239-248 (2005).
5. Cho, S.K., Kwon, H.S., Park, J.H.: Microbe and quality changes of ready-to-eat lettuce during storage at different temperatures. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.*, **39**, 1867-1872 (2010).
6. Burnett S.L., Beuchat L.R.: Human pathogens associated with raw produce and unpasteurized juices, and difficulties in decontamination. *J. Ind. Microbiol. Biotechnol.*, **27**, 104-110 (2001).
7. Beuchat, L.R.: Pathogenic microorganisms associated with fresh produce. *J. Food Prot.*, **59**, 204-216 (1996).
8. Goepfert J.M., Spira W.M., Kim, H.U.: *Bacillus cereus*: Food poisoning organism. A review. *J. Milk Food Technol.*, **35**, 213-231 (1972).
9. Jung D.W., Kim Y.W., Shon J.R., Byeon, S.H.: The degree to which publicly circulated ice creams are contaminated with general bacteria and E. coli bacteria. *J. Health Sci. Med. Technol.*, **29**, 56-61 (2003).
10. Sagoo S.K., Little C.L., Ward L., Gillespie I.A., Mitchell R.T.: Microbiological study of ready-to-eat salad vegetables from retail establishments uncovers a national outbreak of Salmonellosis. *J. Food Prot.*, **66**, 403-409 (2003).
11. FDA, CFSAN, Office of Plant and Dairy Foods and Beverages: FDA survey of imported fresh produce. http://www.cfsan.fda.gov/Food (2001).
12. Kim, W.I., Jung, H.M., Kim, S.R., Park, K.H., Kim, B.S., Yun, J.C., Ryu, K.Y.: Investigation of microbial contamination levels of leafy greens and its distributing conditions at different time - focused on perilla leaf and lettuce. *J. Food Hyg. Saf.*, **27**, 277-284 (2012).
13. Yu, Y.M., Youn, Y.N., Choi, I.U., Yuan, X., Lee, Y.H.: Biological hazard analysis of leaf vegetables and fruits according to types of cultivation and distribution systems. *Korean J. Food Preserv.*, **14**, 35-41 (2007).
14. Gilbert, R.J., Stringer, M.F., Peace, T.C.: The survival and growth of *Bacillus cereus* in boiled and gried rice in relation to outbreaks of food poisoning. *J. Hyg., Camb.*, **73**, 433-444 (1974).
15. Park, W.J., Ryu, H.Y., Lim, G.Y., Lee, Y.D., Park, J.H.: Microbial prevalence and quality of organic farm produce from various production sites. *Korean J. Food Sci. Technol.*, **46**, 262-267 (2014).
16. Jung, K.S., Roh, E.J., Ryu, K.Y., Kim, W.I., Pakr, K.H., Lee, D.H., Kim, K.H., Yun, J.C., Heu, S.G.: Monitoring of pathogenic bacteria in organic vegetables from Korean market. *Korean J. Soil Sci. Fert.*, **45**, 560-564 (2012).
17. Shin, D.H., Oh, D.H., Woo, G.J., Jung, S.H.: Food Hygiene and Safety, 2nd, 44-68 (2014).