

엽채류 및 과채류의 재배유형 및 유통경로별 생물학적 위해요소 조사

유용만¹ · 윤영남¹ · 최인욱 · Xianglong Yuan · 이영하[†]
충남대학교 의과대학 감염생물학교실, ¹충남대학교 농업생명과학대학 응용생물학

Biological Hazard Analysis of Leaf Vegetables and Fruits According to Types of Cultivation and Distribution Systems

Yong-Man Yu¹, Young-Nam Youn¹, In-Uk Choi,
Xianglong Yuan and Young-Ha Lee[†]

Department of Infection Biology, College of Medicine, Chungnam National University, Daejeon 301-131

¹Department of Applied Biology, College of Agriculture & Life Sciences, Chungnam National University, Daejeon 305-764

Abstract

As the consumption of environmentally friendly agricultural products increases, food safety is at the forefront of public health concerns. We analyzed the biological hazards of 26 species of leaf vegetables and 4 species of fruits according to types of cultivation (conventional or organic farming) and distribution system (giant retailers or organic food stores) using various culture media, automatic bacterial identification systems, and microscopy. Total bacterial counts of unwashed agricultural products ranged from 5.2×10^3 to 1.5×10^5 CFU/mL (from 0.1 g of agricultural products), and the average count dropped 25-fold (range, 8 - 60-fold) after water washing. Microbial levels of washed organic agricultural products were 6.0×10^2 - 1.9×10^4 CFU/mL, and were not significantly different from the microbial loads on conventionally farmed produce. There was no significant difference in bacterial counts from agricultural products purchased from giant retailers or organic food stores. Total microbial counts of Chinese cabbage, welsh onion, red chicory and kale were comparatively high, and *Enterobacter cloacae* was isolated most frequently. Parasites were detected in agricultural products purchased from conventional farm products in the stores of giant retailers, and in organic food stores, and parasite prevalence was especially high in Chinese cabbages and welsh onion. The study indicated that cultivation methods and distribution systems did not cause significant differences in biological contamination levels of agricultural products. Some vegetables and fruits were highly contaminated effective sanitizing methods to reduce these biological hazards are needed.

Key words : agricultural products, leaf vegetables, garden fruits, food safety, biological hazard analysis

서 론

1)

친환경농업은 화학비료, 유기합성농약, 가축사료첨가제 등 합성 화학 물질을 사용하지 않거나 일정비율 이하로 사용하고 유기물, 자연광석, 미생물 등 자연적인 자재를 사용하여 환경을 보전하고 안전한 농림 축산물을 생산하는 농업을 말한다. 농산물의 생산 방법과 사용 자재 등에 따라 농작물을 1) 전환기간 이상을 유기합성농약과 화학비료를

일체 사용하지 않고 재배한 유기농산물, 2) 1년 이상 유기합성농약과 화학비료를 일체 사용하지 않고 재배한 전환기유기농산물, 3) 유기합성농약은 일체 사용하지 않고 화학비료는 권장 시비량의 1/3이내 사용한 무농약농산물, 4) 화학비료를 권장시비량의 1/2이내 사용한 저농약농산물로 분류된다(1).

친환경농업은 1980년대 후반부터 국내 도입되었으며, 농업에 있어서 환경보전 뿐만 아니라 농촌과 농업인 문제의 사회적, 경제적 측면의 중요성이 동시에 강조되었다. 국내에서는 1990년대 초반까지는 민간단체 위주로 추진되었으나 1990년대 중반 이후 정부 주도로 친환경농업이 본격적

[†]Corresponding author. E-mail : yhalee@cnu.ac.kr,
Phone : 82-42-580-8273, Fax : 82-42-583-8216

으로 추진되기 시작하였다(1). 이를 위해 친환경농자재 사용, 친환경농업 기반확충 및 실천농가 지원, 친환경농산물 유통 활성화 및 소비촉진 유도, 친환경농업 인증제도 개선, 종합 농토배양 추진, 환경오염 경감, 가축분뇨 자원화, 등을 추진하여 왔다(2). 친환경 농산물에 대한 소비자의 관심이 높아짐에 따라 2005년말 친환경인증농산물 생산량은 798,000톤으로 전체 농산물 생산량의 약 4% 수준이며, 친환경인증 농가 수는 53,000호, 재배면적은 50,000 ha이었다(3). 하지만 친환경농산물은 생산 단계에서 동물의 분뇨, 농작물 부산물, 동물의 사체, 등을 이용한 유기질 비료를 많이 사용하므로, 이들 유기질 비료의 퇴비화 정도, 유해 중금속의 유무, 비료 성분의 함유량 등에 따라 토양 오염은 물론 농산물에 오염을 일으킬 수 있다(4-6). 또한 농약의 사용 감소로 농산물의 유통 및 보관단계에 미생물 오염 가능성이 상존하므로 농산물의 재배 과정뿐만 아니라 보관에 특별한 주의가 필요하다(7-10).

우리나라는 최근 1-2년 사이 식품안전 사고가 계속적으로 발생하였으나 관련 부처가 소비자의 왜곡된 인식을 개선하고 오해와 불안을 해소하려는 노력이 부족하였으며, 소비자의 식품에 대한 부정적 이미지 등으로 인하여 식품에 대한 안심도는 낮은 것으로 판단된다(11-13). 지금까지 우리나라에서 농산물에 존재하는 농약 및 중금속 오염 정도에 대한 연구(14)는 많이 이루어 졌으나, 생산단계에서 최종 소비단계까지 생물학적 위해요소에 대한 체계적인 연구는 거의 이루어 지지 않았다.

따라서 본 연구는 친환경 유기농산물의 세균 및 기생충 오염 정도를 재배유형(재래농법 및 유기농법) 별로 조사·분석하기 위하여 유기농법 농가 및 재래농법 농가에서 농산물을 각각 구입한 후 생물학적 위해성을 비교 평가하였다. 또한 유기농산물의 유통 경로에 따른 생물학적 오염 정도를 조사·분석하여, 친환경 농산물의 생물학적 위해요소 관리 체계를 마련하기 위한 기초자료로 활용하고자 한다.

재료 및 방법

재 료

본 실험에 사용된 농산물은 과일 및 과채류 4종(고추, 토마토, 방울토마토, 포도), 쌈 및 엽채류 26종(구루모, 깻잎, 다홍채, 대파, 로메인, 배추, 벨지용, 상추, 샐러리, 신선초, 실크로사, 씬추, 양상추, 올라멘탈, 잎치콘, 적근대, 적치커리, 적치콘, 적코스, 청겨자, 청노메인, 청코스, 치커리, 치콘, 케일, 프라스타)이었다. 위 농산물은 유통경로(대형마트, 유기농 전문상점) 및 재배유형(유기농법 농가, 재래농법 농가)에 따라 각각 다른 곳에서 구입하였다.

검사대상 세균 및 기생충

검사 대상 세균은 인체에 식중독을 일으키는 세균 (*Salmonella typhi*, *Salmonella paratyphi*, *Listeria monocytogenes*, *Shigella dysenteriae*, *Vibrio cholerae*, *Escherichia coli* O157:H7)을 포함한 장내 세균 및 비장내 세균 약 360종을 선택·분리배지 및 "비오메리우(BioMerieux)"사에서 제조한 Vitek2 GN과 GP 카드(bioMerleux, Inc, Durham, NC)를 이용하여 검사하였다(15). 또한 검사대상 기생충은 농산물 매개 기생충(*Giardia lamblia*, *Entamoeba histolytica*, *Cryptosporidium parvum*, *Ancylostoma duodenale*, *Trichuris trichiura*)을 포함한 토양 매개성 기생충을 모두 조사하였다(16).

일반 세균의 정량적 분석

세균의 정량적 분석은 멸균된 브렌더 컵에 채취한 시료 25 g을 넣고 225 mL의 멸균 생리식염수(0.85 % NaCl)를 가하여 2,000 rpm으로 30초 작동시켜 균질화한 것(농산물 균질액)을 시료 원액으로 하였다. 농산물 균질액은 생리식염수로 10배 계열 희석하여 페트리 디시(지름 100 mm)에 1 mL씩 넣은 후, 50°C 한천배지(standard plate count agar, nutrient agar) 9 mL와 혼합 후 균했다. 평판은 32°C(standard plate agar plate) 혹은 37°C(nutrient agar plate)에서 24~48시간 배양 후 확산 집락(colony)이 없고 한 평판에 30~300개의 집락이 있는 평판을 선택하여 집락 수를 산정하였다(16).

농산물 균질액 1 mL당 세균 집락 수 [colony forming units (CFU)/mL] = 측정 평판의 평균 집락 수 × 시료의 희석 배수

세균의 선택·감별배양 및 동정

세균의 동정을 위해, 농산물 균질액을 Tryptic soy broth로 증균시킨 후 선택배지로 옮겨 배양하였다. 사용한 선택배지는 분리하고자 하는 세균의 종류에 따라 Selenite broth, TCBS agar, Sorbitol MacConkey agar, SS agar, PALCAM agar, Brilliant green agar를 사용하였으며, 분주한 후 37°C 배양기에서 24~48시간 배양하였다. 선택배지에 형성된 집락을 분류하여 각 집락의 세균 부유액을 "비오메리우(bioMerieux)"사에서 제작한 VITEK2 GN 및 GP 카드를 이용하여 세균을 동정하였다.

기생충 검사

농산물에 존재하는 각종 기생충은 다음과 같은 방법으로 검사하였다. 농산물 세척액 100 mL를 채취한 후 1,500 rpm으로 5분 원심하였다. 침사를 얻어 생리식염수를 첨가한 후 현미경으로 농산물에 존재하는 각종 기생충의 충란, 포낭, 유충 또는 충체 유무를 검경하였다.

토양내 기생충 검사 방법

토양내 존재하는 각종 기생충 조사는 Habluetzel 등(17)의 방법에 따라 다음과 같이 실험하였다. 토양 50 g을 포화 설탕-NaNO₃ 용액(1 L의 증류수에 설탕 360 g, NaNO₃ 540 g을 혼합, 비중 1.3) 250 mL와 혼합하였다. 하루 저녁 실온에 방치한 후, 상층액을 제거한 다음 다시 포화설탕-NaNO₃ 용액을 첨가하였다. 상층액을 얻어 2,000 rpm으로 5분 원심한 후 침사를 얻어 생리식염수를 첨가하여 현미경으로 검경하였다.

통계처리

모든 실험은 2회 이상 중복 실시하였으며, 각 처치군 간의 차이는 Mann-Whitney U test 혹은 Students' t-test로 통계 처리하여 유의성을 검증하였다.

결과 및 고찰

수세 유무에 따른 일반 세균 수 검사

일반 세균 수의 관찰은 식품 미생물 오염의 지표로 사용되는 것으로 검체 중에 존재하는 세균 중 표준 한천배지 내에서 발육할 수 있는 세균의 수를 의미한다. 일반 세균 수의 많고 적음이 인체에 대한 유해성과는 직접적인 관련성이 적고, 다만 농산물의 생산, 가공 및 유통상의 위생조건 및 잠재적 식품 부패 등을 결정하는데 사용된다(15). 본 실험에서 조사한 농산물은 조리하지 않고 직접 식용으로 하는 농산물을 주로 조사하였으며, 이들 농산물에 대한 오염 관리가 매우 중요하다.

Table 1. Comparison of total bacterial counts of environmentally friendly agricultural products according to washing by water (mean of 5)

Samples	Growing media	CFU/mL of sample suspension ¹⁾	
		Unwashed	Washed ²⁾
Lettuce	Standard plate count agar	3.2 × 10 ⁴	2.0 × 10 ³
	Nutrient agar	1.3 × 10 ⁴	1.4 × 10 ³
Sesame leaves	Standard plate count agar	5.8 × 10 ⁴	2.0 × 10 ³
	Nutrient agar	1.5 × 10 ⁵	6.2 × 10 ³
Cabbage	Standard plate count agar	9.1 × 10 ³	3.4 × 10 ³
	Nutrient agar	1.8 × 10 ⁴	3.9 × 10 ³
Cherry tomato	Standard plate count agar	6.7 × 10 ³	2.0 × 10 ²
	Nutrient agar	5.2 × 10 ³	2.2 × 10 ²
Grape	Standard plate count agar	5.6 × 10 ⁴	3.0 × 10 ³
	Nutrient agar	1.6 × 10 ⁴	3.6 × 10 ³

¹⁾1 mL of sample suspension is equivalent with 0.1 g of sample.

²⁾Each sample was washed two times using running tap water.

상추, 깻잎, 양상추, 방울토마토, 포도를 대상으로 수세 유무에 따른 일반 세균 수를 정량적으로 조사하였다(Table 1). 또한 수세하지 않은 경우, 조사한 농산물에 부착한 세균 집락 수는 농산물 균질액 1 mL(농산물 0.1 g) 당 5.2×10³~1.5×10⁵ 범위였으며, 깻잎, 상추, 포도, 양상추, 방울토마토 순으로 많이 발견되었다. 따라서, 조사한 일부 친환경 농산물은 일반식품 혹은 녹즙의 위생 기준(100,000 CFU/mL) 이상의 일반 세균이 검출되어 생물학적 오염을 방지하기 위한 위생적인 농산물 생산 및 관리 대책이 요구된다. 흐르는 물로 2회 수세한 경우, 세균 집락 수는 농산물 균질액 1 mL 당 2.0×10²~6.2×10³ 범위였으며, 깻잎, 양상추, 포도, 상추, 방울토마토 순으로 많이 발견되었다. 흐르는 물로 2회 수세한 농산물에 부착한 세균 수는 수세하지 않은 농산물에 존재하는 세균 수보다 8~60배(평균 25배) 감소하였다. 깻잎, 양상추에서 세균이 상대적으로 많이 발견되었는데, 이는 이들 농산물의 구조적 특성 때문으로 생각된다. 즉, 병원균이 양상추의 모서리 부위나 양상추 잎의 기공에 숨어 있을 수 있고 잎이 서로 밀착되어 있어 세척이 쉽지 않으며, 깻잎은 잎 표면이 거칠어 쉽게 떨어지지 않기 때문으로 생각된다(18). 미국의 통계에 의하면, 쇠고기 다음으로 신선채소는 가장 일반적인 식중독의 원인으로 1995년 이래 채소와 연관된 식중독은 최소 19건 이상이며, 2명이 사망하고 425명이 질병으로 고통 받았다고 하였다(19). 이번 조사에서 일부 친환경농산물에 부착되어 있는 일반 세균 집락 수가 식품 혹은 녹즙의 기준치인 mL 당 1×10⁵ 이하보다 많이 발견되어, 신선야채 및 쌈채소의 생물학적 오염을 줄이기 위해 가정에서 위생적인 세척 및 보관이 요구된다.

재배 유형별로 일반 세균 수 검사

재래농법 농가와 유기농법 농가에서 생산한 친환경농산물 및 신선야채를 흐르는 수도수에 2회 수세한 다음 농산물 균질액 1 mL 당 세균 집락 수를 계산한 결과, 재래농법 농가에서 구입한 신선 야채는 3.0×10²~1.6×10⁴ 범위의 세균 집락 수를 보였다. 이중, 실크로사, 로메인, 쌈추에서 비교적 적은 수의 세균이 발견되었으나, 치콘, 다홍채에서 비교적 많은 수의 세균 집락이 발견되었다. 유기농법 농가에서 구입한 농산물을 수세 후 조사한 결과, 농산물 균질액 1 mL 당 6.0×10²~2.1×10⁴ 범위였으며 치커리, 케일, 청노메인에서 비교적 많은 세균 집락이, 토마토에서 가장 적은 수의 세균 집락이 발견되었다(Table 2). 본 실험에서 재래농법 농가에서 생산한 농산물의 세균 집락 수가 유기농법 농가에서 생산한 농산물의 것과 비교시 유의한 차이는 보이지 않았는데, 이는 재래농법 농가와 유기농법 농가 재배지의 세균학적 특성은 뚜렷한 차이를 보이지 않음을 의미하겠다. 이러한 결과는 Ponce 등(20-22)의 연구 결과와 유사하였다. 즉, 유기농법으로 재배한 근대와 관습농법으로 재

Table 2. Results of total bacterial counts of leaf vegetables and fruits according to types of cultivation (mean of 5, samples were washed by water)

Types of cultivation	Samples	CFU/mL of sample suspension	
		Standard plate count agar	Nutrient agar
Conventional farming	Silk rosa	3.0×10^2	1.2×10^3
	Chicon	1.6×10^4	8.8×10^3
	Romaine	1.1×10^3	1.2×10^3
	Koean cabbage	1.8×10^3	2.0×10^3
	Pakchoi	7.1×10^3	5.2×10^3
	Celery	5.4×10^3	6.2×10^3
	Kale	6.5×10^3	1.1×10^3
Organic farming A	Romaine	3.1×10^3	3.8×10^3
	Red chicory	7.2×10^3	7.0×10^3
	Green cose lettuce	5.4×10^3	4.8×10^3
	Grumo	1.2×10^3	1.1×10^3
	Chicory	1.9×10^4	5.7×10^3
	Kale	2.1×10^4	6.5×10^3
	Belgium endive	8.0×10^2	1.1×10^3
	Oramental kale	6.0×10^2	3.8×10^2
	Green romaine	1.2×10^4	3.4×10^3
	Angelica	2.7×10^3	3.2×10^3
	Cheju dandelion	6.7×10^3	8.8×10^3
Organic farming B	Grumoro	8.3×10^3	2.6×10^3
	Tomato # 1	1.8×10^2	2.0×10^2
	Tomato # 2	2.4×10^2	1.5×10^2
	Tomato # 3	1.1×10^2	1.2×10^2

배한 근대에 부착되어 있는 생물학적 위해요소를 조사한 결과 두 군 간에 뚜렷한 차이가 없었다고 하였다.

일반적으로 친환경 농법을 사용할 때 농약 오염에 대한 불안은 크게 감소하나 농산물의 생산 및 유통과정 중에 생물학적 오염을 염려하고 있는 것으로 조사되었다(20-22). 해외에서는 오래전부터 유기농법 및 재래농법으로 생산한 농작물의 생물학적 위해성, 잔류 농약 분포 등을 조사하여 소비자들에게 이들 정보를 제공하고 있으나(20-22, 23-25), 우리나라는 이에 대한 연구가 거의 없는 실정으로 이에 대한 광범위한 조사가 필요하겠다.

유통 경로별로 일반 세균 수 검사

대형마트와 유기농 전문상점서 판매되는 친환경농산물을 구입한 후 이들을 흐르는 물에 2회 세척후 농산물 균질액 1 mL당 세균 집락 수를 계산하였다. 유기농 전문상점에서 구입한 농산물의 세균 집락 수는 농산물 균질액 1 mL 당 $1.4 \times 10^2 \sim 8.3 \times 10^4$ 범위로 대형마트에서 구입한 농산물과

유사한 세균 집락 분포를 보였다(Table 3). 대형마트에서 구입한 농산물중 배추에서 가장 많은 세균 집락(농산물 균질액 1 mL당 5.6×10^4 CFU)이 검출되었으며, 방울토마토에서 가장 적은 수의 집락이 발견되었다. 또한 유기농 전문상점에서 구입한 농산물중 토마토에서 상대적으로 적은 수의 세균 집락을 형성하였으며, 적치커리에서 많은 수의 세균 집락이 관찰되었다.

Table 3. Results of total bacterial counts of environmentally friendly agricultural products (leaf vegetables and fruits) according to distribution systems (mean of 5, samples were washed by water)

Sites of sampling	Samples	CFU/mL of sample suspension	
		Standard plate count agar	Nutrient agar
Giant retailer A	Lettuce	2.0×10^3	1.4×10^3
	Sesame leaves	2.0×10^3	6.2×10^3
	Cabbage	3.4×10^3	3.9×10^3
	Cherry tomato	2.0×10^2	2.2×10^2
	Grape	3.0×10^3	3.6×10^3
Giant retailer B	Lettuce	4.0×10^3	4.6×10^3
	Sesame leaves	7.6×10^3	1.2×10^4
	Cabbage	2.1×10^3	9.3×10^3
	Cherry tomato	8.0×10^2	1.6×10^2
	Grape	6.0×10^3	6.0×10^3
	Chinese cabbage	5.6×10^4	1.2×10^5
	Welsh onion	6.2×10^3	4.6×10^3
	Chicory	7.6×10^3	8.3×10^3
	Lettuce	2.2×10^3	4.0×10^3
	Spinach beet	1.6×10^3	1.5×10^3
	Tomato	2.9×10^2	1.4×10^2
Organic food store A	Sesame leaves	3.1×10^3	6.0×10^3
	Angelica	2.6×10^3	3.5×10^3
	Kale	1.8×10^3	2.1×10^3
	Pepper	3.0×10^3	3.4×10^3
	Celery	3.4×10^3	7.8×10^3
	Grape	1.3×10^3	2.7×10^3
	Leaf mustard	1.5×10^3	2.8×10^3
	Red chicory	7.3×10^3	6.2×10^3
	Treviso	2.1×10^3	2.8×10^3
	Treviso	5.2×10^3	8.0×10^3
Organic food store B	Chicory	6.4×10^3	4.5×10^3
	Kale	2.1×10^3	2.3×10^3
	Tomato	1.9×10^2	9.0×10^2
	Pepper	2.1×10^2	3.5×10^2
	Grape	4.8×10^3	3.5×10^3
Celery	3.8×10^3	4.1×10^3	

최근 웰빙을 추구하고 편리성을 찾는 식생활 경향에 따라 가정에서 조리하지 않고 간편하게 먹을 수 있는 신선야채의 소비가 늘어나고 있는데, 이들 농산물은 유통과정에서 미생물 오염 가능성이 상존하므로 유통 단계에서 미생물 번식을 억제하고 신선한 상태를 유지할 수 있도록 해야 한다. 식품에 붙어 있는 미생물은 온도에 매우 민감하여, 5°C에 보관된 채소의 세균 증식은 억제되었지만 15°C에 보관된 채소에서는 세균이 급속히 증가하므로(15), 생산·제조·포장 등 제조과정뿐 아니라 운송·보관·판매 등 유통과정에서도 5°C 이하를 유지하게 하는 쿨드체인시스템을 도입하는 것이 필요하겠다. 노르웨이의 시장에서 구입한 채소와 과일을 대상으로 세균학적 및 기생충학적 검사를 시행한 결과 출혈성 대장균, 장티푸스 및 리스테리아균은 발견되지 않았으나 조사한 농산물의 24%에서 세균학적 오염이 있었으며, 10%에서 기생충이 발견되어(26), 본 연구 성적과 유사한 결과를 나타냈다.

친환경 농산물 및 신선야채에 흔히 존재하는 세균의 동정

친환경 농산물 및 신선야채에 흔히 부착되어 있는 세균을 동정하기 위하여 선택·감별배지에서 7개의 집락을 확보하였다. 이들 집락을 그람 염색한 결과, 6개의 집락은 Gram 음성균, 1개의 집락은 Gram 양성균이었다. 대부분의 집락은 MacConkey agar에 증식하였으며, 일부 집락은 S-S agar와 TCBS agar에서 증식하였다. 이들 집락을 대상으로 생화학적 검사를 시행한 결과, 주로 발견되는 세균 종은 *Pantoea* spp (Gram 음성균), *Enterobacter cloacae* (Gram 음성균), *Sphingomonas paucimobilis* (Gram 음성균), *Klebsilla oxytoca* (Gram 음성균), *Pseudomonas aeruginosa/putida* (Gram 음성균), *Staphylococcus sciuri* (Gram 양성균) 및 *Aeromonas hydrophila/caviae* (Gram 음성균) 이었으며, 인체에 식중독을 일으키는 장티푸스균, 비브리오 콜레라균, 장출혈성대장균, 리스테리아균, 세균성이질균 등은 발견되지 않았다 (data were not shown).

본 연구에서 토마토, 방울토마토, 고추 등은 다른 농산물에 비해 적은 3~4종의 세균이 동정되었으나, 배추, 대파, 다홍채, 케일 등에서는 많은 5~6종의 세균이 발견되었으며, 가장 흔히 발견되는 세균 종은 *Enterobacter cloacae* 이었다. *Enterobacter cloacae*는 사람의 장내에는 적으나 토양, 물, 식품 중에는 대장균보다 넓게 분포하고 있으며, 특히 일부 *Enterobacter*속 균에는 저온성 균주가 있어 0~4°C 전후에서 증식하는 것이 있어 저온 저장의 포장식품에서 문제가 될 수 있다(15). *Enterobacter*속 균은 대장균과 유사하여 비병원성이나, 때로는 요로감염, 창상감염, 수막염, 폐혈증 등 기회감염을 일으킬 수 있으며(27), 외국에서는 *Enterobacter cloacae*에 오염된 농산물에 의한 창궐(outbreak) 사례가 보고되었다(28).

친환경 농산물 및 신선야채의 기생충 검사

재래농법 농가에서 구입한 신선야채 중 치콘, 씬추에서 동물 회충란이 발견되었으나, 유기농법 농가에서 구입한 농산물에서는 기생충이 발견되지 않았다. 대형 마트에서 구입한 농산물 중 깻잎, 포도, 배추, 및 대파에서 미확인 충란 혹은 유충이 발견되었으며, 유기농 전문 상점에서 구입한 농산물중 치커리, 깻잎, 상추에서 동물 충란이 검출되었다. 특히 조사한 농산물중 배추와 대파에서는 2종 이상의 기생충이 발견되어 꺾절이나 생채로 먹을시 철저한 세척이 필요하겠다(Table 4, Fig. 1).

Table 4. Results of parasitological examination of leaf vegetables and fruits

Sites of sampling	Samples	Results
Conventional farming	Silk rosa, Romaine, Pakchoi, Celery, Kale	ND ¹⁾
	Chicon, Korean cabbage	<i>Ascaris</i> eggs
Organic farming A	Romaine, Red chicory, Green cose lettuce, Grunoro, Chicory, Kale, Belgium endive, Oramental kale, Green romaine, Angelica, Cheju dandelion,	ND
Organic farming B	Tomato #1, Tomato #2, Tomato #3	ND
Giant retailer A	Sesame leaves	Unidentified eggs
	Lettuce, Cabbage, Cherry tomato, Grape	ND
Giant retailer B	Lettuce, Sesame leaves, Cabbage, Cherry tomato	ND
	Grape	Unidentified eggs
	Chinese cabbage	<i>Ascaris</i> eggs, Unidentified larvae
Organic food store A	Chicory, Lettuce, Sesame leaves	Unidentified eggs
	Red chicory, Spinach beet, Tomato, Angelica, Kale, Pepper, Celery, Grape, Leaf mustard, Treviso	ND
Organic food store B	Treviso, Chicory, Kale, Tomato, Pepper, Grape, Celery	ND

¹⁾ND: not detected.

이번 조사에서 유기농법 농가에서 구입한 농산물에서는 기생충의 충란 혹은 씨스트가 발견 되지 않았으나, 유기농 전문 상점에서 구입한 농산물에서는 기생충의 충란 혹은 유충이 발견되었다. 이는 친환경 농산물의 생산자 및 재배지에 따라 생물학적 오염 정도에 많은 차이가 있음을 알 수 있겠다.

재래농법 농가와 유기농법 농가의 밭 토양 모두에서 동물 회충란 및 미확인 충란이 발견되어 재배지의 오염 방지 노력이 충분히 이루어지지 않고 있음을 알 수 있겠다. 또한 지력 증진을 위해 토양에 뿌리는 토양 양액 및 퇴비에서

동물 회충란 및 미확인 충란이 발견어 토양 양액이나 퇴비 제조시 유기질비료 원료 부산물의 충분한 숙성이 필요하겠 다. 식료품을 통해서 감염될 수 있는 기생충으로 *Toxoplasma gondii*, *Giardia lamblia*, *Ascaris spp.*, *Entamoeba histolytica*, *Gnathostoma spinigerum*, *Cryptosporidium parvum*, *Clonorchis spp.*, *Taenia spp.*, *Ancylostoma duodenale*, *Toxocara spp.*, *Trichuris trichiura*, *Anisaki simplex* 등이 있으며(16), 외국에서의 조사에 의하면 사람에서 유충이행증을 일으키는 개회충(*Toxocara canis*)은 사육하고 있는 개의 33.6%에서 감염되어 이들이 잠재적인 토양 오염원이 될 수 있다고 하였다(17).

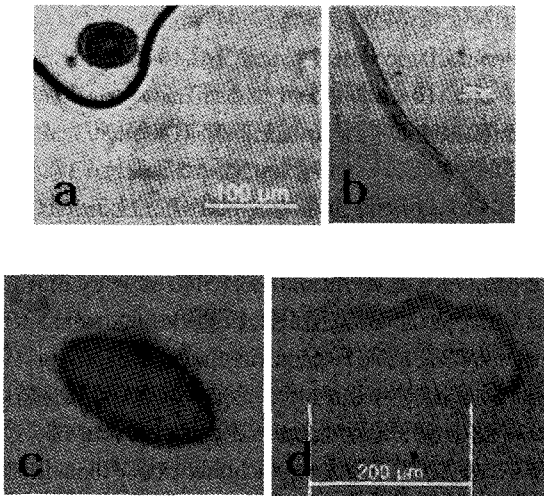


Fig. 1. Eggs and larvae were found in various leaf vegetables and fruits.

a : *Ascaris* egg b : unidentified larvae c : unidentified eggs d : unidentified larvae.

최근 중국산 김치 및 국산 김치의 기생충란 사건에서 볼 수 있듯이 우리의 먹거리에 대한 불안이 날로 증가되고 있는 실정이다. 이번 조사에서 재배유형 및 유통경로별로 구입한 친환경 농산물에 존재하는 세균의 종류 및 밀도를 비교할 때 두 군간에 뚜렷한 차이가 없었다. 또한 조사한 친환경 농산물의 일부에서 기생충 충란 혹은 유충이 발견되어, 추가적인 역학조사 뿐만 아니라 이에 대한 체계적인 대책이 요구된다. 이와 같은 연구를 통하여, 국내에서 생산 판매되고 있는 농산물의 생물적 위해 요인을 규명하고, 우리 농산물의 소비자 신뢰도 향상 및 안전한 농산물 공급을 통한 국민 보건향상에 기여할 수 있다.

요 약

최근 친환경 농산물에 대한 소비자의 관심이 높아짐에 따라서 이들 친환경 농산물의 안전성에 대한 검증 요구가 증대되고 있다. 본 연구는 26종의 엽채류 및 4종의 과채류를 대상으로, 재배유형(재래농법 및 유기농법) 및 유통 경로

(대형마트 및 유기농전문점)에 따른 세균 및 기생충의 오염을 선택·감별배지, 자동 세균 동정 시스템, 현미경 관찰로 조사하였다. 수세하지 않은 농산물에 부착한 세균 집락 수는 농산물 균질액 1 mL(농산물 0.1 g) 당 $5.2 \times 10^3 \sim 1.5 \times 10^5$ CFU/mL 범위였으나, 흐르는 물로 2회 수세시 농산물에 부착되어 있는 세균 수가 8~60배(평균 25배) 감소하였다. 유기농법 농가에서 구입한 농산물을 2회 수세한 후 조사한 세균 집락 수는 $6.0 \times 10^2 \sim 2.1 \times 10^4$ CFU/mL 범위로, 재래농법 농가에서 생산한 농산물과 유사한 수의 세균 집락을 형성하였다. 또한 유통 경로별로 분석시, 대형마트에서 구입한 농산물의 세균 집락 수($1.4 \times 10^2 \sim 8.3 \times 10^3$ CFU/mL)는 유기농 전문매장에서 구입한 농산물의 세균 집락 수와 유의한 차이를 보이지 않았다. 조사한 농산물중 배추, 치콘, 치커리, 케일 등에서 상대적으로 많은 수의 세균이 검출되었으며, 가장 흔히 발견되는 세균 종은 *Enterobacter cloacae* 이었다. 재래농법 농가에서 구입한 치콘, 쌈추에서 기생충이 발견되었으나, 유기농법 농가에서 구입한 농산물에서는 발견되지 않았다. 또한 대형 마트 및 유기농 전문상점에서 구입한 일부 농산물에서 기생충이 발견되었으며, 특히 배추 및 대파에서 높은 빈도로 검출되었다. 이상의 결과로 보아, 엽채류 및 과채류의 세균 및 기생충의 오염도 정도는 재배유형 및 유통경로에 따른 뚜렷한 차이를 보이지 않았으나, 조사한 일부 농산물은 식품의 일반 기준 이상의 세균 및 기생충이 검출되어 생물학적 오염 방지를 위한 위생적인 생산 및 관리 대책이 요구된다.

감사의 글

본 연구는 농촌진흥청의 2005, 2006년도 농업특정연구과제의 일환으로 수행되었으므로 이에 감사를 드립니다.

참고문헌

1. 농림부 (2001) 친환경 농업육성 5개년계획, 과천
2. Lee J.S., Oh J.S., Ha S.Y., Yang W.J., Chung W.B., Chung D.S., and Jeong S.J. (2002) An analysis of production of environmental friendly agriculture in Korea. Korean J. Organic Agric., 10, 29-50
3. 농림부. 친환경농업. <http://www.maf.go.kr>
4. Richard, T. and Chadsay, M. (1990) Environmental impact of yard waste composing. Biocycle, 31, 42-46
5. Hwang, K.S. and Chang, K.W. (1996) Changes of microflora in livestock manure during composting process. Kor. Soc. Soil Sci. Fert., 29, 303-311
6. Kwon, S.I., Jung, K.Y., Jung, G.B. and Park, B.K. (2000)

- Distribution of chromium in radish and soil by successive leather processing sludge treatment. *Kor. J Environ. Agric.*, 19, 20-25
7. Beuchat, L.R. (1996) *Listeria monocytogenes*: incidence on vegetables. *Food Control*, 7, 223-228
 8. Valero, M., Hernández-Herrero, L.A., Fernández, P.S. and Salmerón, M.C. (2002) Characterization of *Bacillus cereus* isolates from fresh vegetables and refrigerated minimally processed foods by biochemical and physiological tests. *Food Microbiol.*, 19, 491-499
 9. Aguado, V., Vitas, A.I. and Garcia-Jalon, I. (2004) Characterization of *Listeria monocytogenes* and *Listeria innocua* from a vegetable processing plant by RAPD and REA. *Int. J. Food Microbiol.*, 90, 341-347
 10. Johnston, L.M., Jaykus, L.A., Moll, D., Martinez, M.C., Anciso, J., Mora, B. and Moe, C.L. (2005) A field study of the microbiological quality of fresh produce. *J. Food Prot.*, 68, 1840-1847
 11. Bae, S.E., Yoon, J.S., Lee, J.S., Kim, C.H. and Yoon, G.S. (2004) Analysis on the characterization of consumer's consumption types of environmentally friendly agricultural products. *Kor. J. Commun. Living Sci.*, 15, 149-163
 12. 한국소비자보호원 소비자안전센터 위해 분석팀. (2004) 유기채소류 안전 실태 조사결과. 서울, p.18-21
 13. Choe, J.S., Chun, H.K., Hwang D.Y. and Nam H.J. (2005) Consumer perceptions of food-related hazards and correlates of degree of concerns about food. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.*, 34, 66-74
 14. Lee, K.S. (1997) Evaluation of the effects of pesticide residues to agroecosystem in Korea. *Korean J. Environ. Agri.*, 16, 80-93
 15. 강성태, 윤재영 (2004) 식품미생물학. 형설출판사. 서울, p.414-430
 16. Pozio, E. (2003) Foodborne and waterborne parasites. *Acta Microbiol. Pol.*, 52 Suppl, 83-96
 17. Habluetzel, A., Traldi, G., Ruggieri, S., Attili, AR., Scuppa, P., Marchetti, R., Menghini, G. and Esposito, F. (2003) An estimation of *Toxocara canis* prevalence in dogs, environmental egg contamination and risk of human infection in the Marche region of Italy. *Vet. Parasitol.*, 113, 243-252
 18. Warriner, K., Ibrahim, F., Dickinson, M., Wright, C. and Waites, W.M. (2003) Internalization of human pathogens within growing salad vegetables. *Biotechnol. Genet. Eng. Rev.*, 20, 117-34
 19. Jablasone, J., Warriner, K., Griffiths, M. (2005) Interactions of *Escherichia coli* O157:H7, *Salmonella typhimurium* and *Listeria monocytogenes* plants cultivated in a gnotobiotic system. *Int. J. Food Microbiol.*, 99, 7-18
 20. Ponce, A.G., Roura, S.I., del Valle, C.E. and Fritz, R. (2002) Characterization of native microbial population of Swiss chard (*Beta vulgaris*, type cicla). *Food Sci. Technol.*, 35, 331-337
 21. Ponce, A.G., Roura, S.I., del Valle, C.E. and Fritz, R. (2003) Characterization of native microbial populations on Swiss chard (*Beta vulgaris*, type cicla) cultivated by organic methods. *Food Sci. Technol.*, 36, 183 - 188
 22. La Torre, A., Leandri, A., Lolletti, D. (2005) Comparison of health status between organic and conventional products. *Commun. Agric. Appl. Biol. Sci.*, 70, 351-363
 23. Fischer, A.R., de Jong, A.E., de Jonge, R., Frewer, L.J. and Nauta, M.J. (2005) Improving food safety in the domestic environment: the need for a transdisciplinary approach. *Risk Anal.*, 25, 503-517
 24. U.S. Food and Drug Administration. Foodborne pathogenic microorganismal and natural toxins handbook. <http://www.cfsan.fda.gov/cgi-bin/>
 25. Magkos, F., Arvaniti, F. and Zampelas, A. (2006) Organic food: Buying more safety or just peace of mind? A critical review of the literature. *Crit. Rev. Food Sci. Nutr.*, 46, 23-56
 26. Robertson, L.J., Johannessen G.S., Gjerde, B.K. and Loncarevic S. (2002) Microbiological analysis of seed sprouts in Norway. *Int. J. Food Microbiol.*, 75, 119-126
 27. Breathnach, A.S., Riley, P.A., Shad, S., Jownally, S.M., Law, R., Chin, P.C., Kaufmann, M.E. and Smith, E.J. (2006). An outbreak of wound infection in cardiac surgery patients caused by *Enterobacter cloacae* arising from cardioplegia ice. *J. Hosp. Infect.*, 64, 124-128
 28. Boehme, S., Werner, G., Klare, I., Reissbrodt, R. and Witte, W. (2004) Occurrence of antibiotic-resistant enterobacteria in agricultural foodstuffs. *Mol. Nutr. Food Res.*, 48, 522-531