

## Research Report

## 도시텃밭과 옥상정원에서 재배되는 농산물의 생물학적 안전성 조사

김진원<sup>1†</sup>, 유용만<sup>2†</sup>, 나원석<sup>1</sup>, Enkhjargar Baljii<sup>1</sup>, 최인욱<sup>3</sup>, 윤영남<sup>2</sup>, 이영하<sup>3\*</sup><sup>1</sup>서울시립대학교 환경원예학과<sup>2</sup>충남대학교 응용생물학과<sup>3</sup>충남대학교 감염생물학교실

## Monitoring of Biosafety of Agricultural Products from Urban Community Gardens and Roof Gardens in Korea

Jin-Won Kim<sup>1†</sup>, Yong-Man Yu<sup>2†</sup>, Won-Seok Na<sup>1</sup>, Enkhjargar Baljii<sup>1</sup>, In-Wook Choi<sup>3</sup>, Young-Nam Youn<sup>3</sup>, and Young-Ha Lee<sup>3\*</sup><sup>1</sup>Department of Environmental Horticulture, The University of Seoul, Seoul 130-743, Korea<sup>2</sup>Department of Applied Biology, Chungnam National University, Daejeon 305-764, Korea<sup>3</sup>Department of Infection Biology, Chungnam National University, Daejeon 301-131, Korea

**Abstract:** Urban farming supplies emotional stability and fresh vegetables to participating persons, however, no information regarding the biosafety of agricultural products from urban farming is available. Here, we collected 260 samples of Chinese cabbages and lettuce from 4 urban community gardens and 6 roof gardens in Seoul from September through October 2012, and monitored the microbiological and parasitological contamination quantitatively and/or qualitatively. The mean counts of total aerobic bacteria and coliforms were  $6.1 \pm 0.8 \log \text{CFU} \cdot \text{g}^{-1}$  (range,  $5.4 \pm 0.6 \sim 7.1 \pm 0.8 \log \text{CFU} \cdot \text{g}^{-1}$ ) and  $4.0 \pm 0.7 \log \text{CFU} \cdot \text{g}^{-1}$  (range,  $2.3 \pm 0.6 \sim 6.1 \pm 0.9 \log \text{CFU} \cdot \text{g}^{-1}$ ), respectively. Coliforms were detected on 59.6% among 260 vegetable samples. There were no significant differences in the contamination levels of total aerobic bacteria and coliforms between the Chinese cabbages and lettuce, whereas both levels of vegetables from urban community gardens were higher than those of roof gardens ( $p > 0.05$ ). *Escherichia coli* was isolated at 3.1% among whole vegetables, and contamination level was  $1.5 \pm 0.2 \log \text{CFU} \cdot \text{g}^{-1}$ . Among foodborne pathogens, *Staphylococcus aureus* was detected in 1.5%, however, *Salmonella* spp., *Listeria monocytogenes* and *E. coli* O157:H7 were not detected on any of the vegetable samples. We also found undefined parasite eggs from two samples of Chinese cabbages (0.8% of total vegetables we tested). From these study, we found the presence of microbial contamination of agricultural products from urban farming, thus we need further concern to improve the biosafety during production of agricultural products.

**Additional key words:** Chinese cabbages, foodborne pathogens, lettuce, microbial contamination

## 서 언

농산물, 특히 과채류는 사람에게 비타민, 미량원소 및 섬유소의 주요 공급원으로 식생활에 없어서는 안될 소중한 먹거리이다. 그렇지만, 이들 농산물의 생산 및 유통 과정 중 세균, 바이러스, 기생충 등이 오염되었을 경우, 농산물이 각

종 감염성 질환의 매개체로서의 역할도 할 수 있다(Berger et al., 2010). 우리나라의 식품 위생수준은 예전에 비해 향상되었음에도 불구하고 식품 안전사고는 계속적으로 발생되고 있다. 우리나라에서 농산물에 의한 식중독이 1988년 119건(발생환자 수 4,577명)에서 2010년 271건(발생환자 수 7,218명)으로 식중독 발생은 해마다 증가하고 사건당 발생

\*Corresponding author: yhalee@cnu.ac.kr

†These authors contributed equally to this work.

※ Received 13 August 2013; Revised 19 December 2013; Accepted 5 February 2014. 본 연구는 농촌진흥청(과제관리번호 PJ9071142012) 및 농촌진흥청(과제관리번호 PJ010043)의 지원에 의하여 수행되었음.

© 2014 Korean Society for Horticultural Science

환자 수가 점차 집단화 및 대형화되고 있다고 하였다(KFDA, 2011). 또한 미국에서 2008년 환자 수를 기준으로 원인 식품 별로 식중독 발생 현황 분석 시, 농산물에 의한 식중독 사례가 가장 많았다고 보고하였다(CDC, 2011). 이와 같이 농산물에 의한 식중독 발생은 농산물의 생산, 유통, 보관, 손질 및 조리 시 취급자 혹은 주변의 다른 재료와의 접촉 등 복합적인 요인에 의해 발생할 수 있다(Forsythe, 2010).

국토교통부의 통계에 의하면, 우리나라 전체 인구 중 도시에 살고 있는 인구의 비율이 2011년 91.1%까지 증가하였고, 인구의 증가에 따른 환경문제, 생태계 파괴, 녹지공간의 부족을 포함한 도시 문제를 동시에 직면하고 있다(MOLIT, 2012). 한편으로는 도시가 가지고 있는 이러한 문제를 해결하기 위한 방편의 하나로 도시농업을 시도하고 있다. 도시농업은 가족농원, 시민농원, 도시텃밭, 옥상농원 등 다양한 형태로 이루어지고 있으며, 가족과 함께 가까운 거리에서 영농활동을 접할 수 있어 도시민에게 정서적 안정 및 수확의 즐거움을 주어 도시생활의 활력요소로 주목 받고 있다(Carney et al., 2012; Kang et al., 2007).

지금까지 국내 농산물의 생물학적 안전성에 대한 연구로, 유통중인 신선 채소류의 미생물 오염도(Choi et al., 2005; Hong et al., 2012; Jung et al., 2006), 엽채류의 생산환경에 따른 미생물 안전성 평가(Kim et al., 2011, 2012), 과채류의 세균오염도 조사(Yu et al., 2009) 등이 보고되었다. 도시농업은 텃밭이나 옥상 등 다양한 곳에서 소규모로 재배가 이루어지고 있으며, 이곳에서 생산되는 농산물의 대부분은 식탁에 흔히 오르내리는 채소류로 안전성 확보가 요구되나 아직 이에 대한 자료가 없는 상태이다. 이에 본 연구는 대도시 내 도시농업으로 생산되는 농산물의 생물학적 안전성을 평가하기 위한 기초 자료를 확보하기 위하여, 서울시내 도시텃밭 및 옥상농원에서 재배되고 있는 농산물 중 가장 많은 부분을 차지하는 배추와 상추를 채취하여 위생지표세균(총호기성균, 대장균군, 대장균)과 병원성 미생물(황색포도상구균, *Salmonella* spp, *Listeria monocytogenes*, *E. coli* O157:H7)의 오염 수준을 각각 정량적 및 정성적 방법으로 분석하였다.

## 재료 및 방법

### 조사대상

2012년 9월부터 10월까지 서울시 농업기술센터에서 지정 한 도시텃밭 4곳 및 옥상농원 6곳 총 10곳을 조사 대상으로 하였으며, 이들은 서초구에 3곳(도시텃밭 3곳), 노원구(옥상

농원 1곳), 강남구(옥상농원 1곳), 영등포구(옥상농원 1곳), 강북구(옥상농원 1곳), 도봉구(도시텃밭 1곳), 중랑구(옥상농원 1곳)와 성동구(옥상농원 1곳)에 각각 1곳씩 분포하였다. 도시텃밭은 간선도로부터 300m 정도 떨어진 산 아랫마을에 위치하였고, 옥상정원은 유치원 혹은 주민센터의 옥상에 있었으며 대형 목재 화분에서 배추, 상추 등을 재배하고 있었다.

### 농산물 시료(배추와 상추) 채취

서울시내 도시텃밭 4곳 및 옥상농원 6곳을 직접 방문하여 재배되는 농산물 중, 가장 많이 재배되는 배추와 상추를 조사 대상으로 정하였다. 배추와 상추를 채취한 후, 채취한 시료는 즉시 4-10°C의 아이스박스에 보관하였으며, 시료 채취 후 6시간 이내에 실험을 시작하였다.

### 위생지표세균의 정량 분석

총호기성균(total aerobic bacteria)의 정량 분석은 Petrifilm Aerobic Count Plate(3M, USA)를 이용하였다. 즉, 농산물 시료 25g에 225mL의 멸균 buffered peptone water(BPW)를 가한 후 스토마커(BagMixer, Interscience, France)를 이용하여 230rpm에서 2분 동안 균질화시켰다. 균질화한 시료는 BPW로 10배 계열 희석하여, Petrifilm(3M)위에 분주하여 37°C에서 24시간 배양하였다. 배양 후 확산 집락(colony)이 없고 한 Petrifilm 위에 30-300개의 colony가 있는 Petrifilm을 계수하였다. 농산물 1g당 세균 집락 수[colony forming units(CFU)·g<sup>-1</sup>] = petrifilm 위에 형성된 평균 집락 수 × 시료의 희석 배수로 계산하였다.

대장균/대장균군(*Escherichia coli*/coliforms)의 정량 분석은 Petrifilm *E. coli*/Coliform Count Plate(3M)를 이용하여 제조사에서 제공한 실험방법에 따라 시행하였다. 즉, 농산물 시료 25g에 225mL 멸균 생리식염수를 가한 후 스토마커를 이용하여 230rpm에서 2분 동안 균질화시켰다. 균질화한 시료는 생리식염수로 10배 계열 희석하여 Petrifilm *E. coli*/Coliform Count Plate에 분주하여 37°C에서 24시간 배양하였다. 배양 후 기포를 가진 red colony를 대장균군 양성으로 계수하였으며, blue colony는 대장균으로 인정하였다. 세균 집락 수(CFU·g<sup>-1</sup>) = petrifilm 위에 형성된 평균 집락 수 × 시료의 희석 배수로 계산하였다.

### 식중독 유발 세균의 정성 분석

#### 황색포도상구균(*Staphylococcus aureus*) 검출

농산물 시료 25g에 225mL의 10% NaCl이 첨가된 Tryptic

Soy 배지(Oxoid, England)를 가한 후 스토마커를 이용하여 230rpm에서 2분 동안 균질화시킨 후 37°C에서 16시간 증균하였다. 증균배양액을 Baird-Parker agar(Oxoid)에 접종하여 37°C에서 24-48시간 배양한 후 검고 lethicinase 작용으로 밝은 환(clear zone)을 형성하는 집락을 선택하여 확인시험을 하였다. 최종 확인시험은 Petrifilm Staph Express Count Plates and Disk(3M)를 이용하였으며, 제조사에서 제공한 실험방법에 따라 시행하였다.

#### *Salmonella* spp. 검출

농산물 시료 25g과 BPW 225mL을 섞어 37°C에서 24시간 동안 배양(Pre-Enrichment)하였다. 배양액 0.1mL을 Rappaport-Vassiliadis broth(Difco, USA) 10mL에 분주하여 42°C에서 24시간 배양한 다음, 배양액 0.1mL을 선택배지인 XLD agar(Oxoid) 배지에 접종하여 37°C에서 24시간 배양한 후 의심되는 집락을 확인 시험하였다. 최종 확인 시험은 BioSign™ *Salmonella* 키트(Princeton BioMeditech Corporation)를 이용하였으며, 제조사에서 제공한 실험방법에 따라 확인 시험하였다. 양성인 경우는 2개의 밴드(대조부위 밴드와 실험부위 밴드)를 볼 수 있으며, 음성 시에는 1개의 밴드만 볼 수 있다.

#### *E. coli* O157:H7 검출

농산물 시료 25g과 mEC broth(Oxoid) 225mL과 섞어 37°C에서 24시간 배양하였다. 배양액을 sorbitol-MacConkey agar(Oxoid)에 접종한 후 37°C에서 24시간 배양하였다. 무색의 단일 집락을 취하여 Eosin Methylene Blue(EMB) agar(Difco)에 접종하고 37°C에서 24시간 배양한 후, 금속광택의 집락을 확인 시험하였다. 확인 시험은 BioSign™ *Escherichia coli* O157 키트(Princeton BioMeditech Corporation)를 이용하였으며, 제조사에서 제공한 실험방법에 따라 수행하였다.

#### *L. monocytogenes* 검출

농산물 시료 25g을 *Listeria enrichment broth*(Oxoid) 225mL와 혼합한 후 30°C에서 24시간 동안 배양하였다. 배양액 0.1mL를 10mL의 Fraser broth(Difco)에 첨가하여 30°C에서 24시간 동안 다시 배양하였다. 배양액을 PALCAM agar(Difco)에 접종하여 30°C에서 24시간 배양 후 검은색의 집락을 확인 시험하였다. 확인 시험은 BioSign™ *Listeria* spp. 키트(Princeton BioMeditech Corporation)를 이용하였으며, 제조사에서 제공한 실험방법에 따라 수행하였다.

#### 기생충 검사

농산물 시료 25g과 생리시험수 225mL을 섞어 강하게 흔들었다. 그 후 농산물 시료원액을 1,500rpm으로 5분 원심한 후, 침사를 현미경으로 관찰하여 농산물에 존재하는 각종 기생충의 충란(egg), 포낭(cyst)이나 유충(larva) 또는 충체(worms)를 존재 유무를 검사하였다.

#### 통계처리

모든 실험은 2회 이상 중복 실시하였으며, 각 처치군별 차이는 ANOVA t-test로 통계 처리하여 유의성을 검증하였으며,  $p < 0.05$ 를 유의한 것으로 판정하였다.

## 결과 및 고찰

서울시내 도시텃밭 및 옥상농원에서 재배되고 있는 농산물은 배추, 상추, 무, 쑥갓, 갓, 고구마, 부추, 비트, 시금치, 적상추, 치커리, 총각무, 쌈채소 등이 있으며(Fig. 1), 그 중 배추와 상추가 가장 많이 재배되고 있어 본 연구에서는 배추와 상추를 조사 대상으로 하여 이들에 붙어 있는 생물학적 위해 요소의 오염 정도를 평가하였다.



**Fig. 1.** Photographs of roof gardens (A and B) and urban community gardens (C and D) in Seoul. Chinese cabbage is the major agricultural product in urban farming.

**위생지표 미생물의 정량 분석결과**

총호기성균은 식품 미생물 오염의 지표로 사용되는 것으로 검체 중에 존재하는 세균 중 표준 한천배지 내에서 발육할 수 있는 세균을 의미한다. 총호기성균의 검출 유무가 인체에 대한 유해성과 직접적인 관련성은 적지만, 식품의 생산, 가공 및 유통상의 위생조건 및 잠재적 식품 부패 등을 판정할 수 있는 지표로 유용하게 사용될 수 있으며, 대장균/대장균군은 식품위생상 분변오염의 지표로 사용된다(Forsythe, 2010).

서울시내 도시텃밭 및 옥상농원에서 채취한 배추와 상추에 붙어 있는 총호기성균 및 대장균군 수는 각각  $6.1 \pm 0.8$  및  $4.0 \pm 0.7 \log \text{CFU} \cdot \text{g}^{-1}$ 이었다(Table 1). 재배 장소별로 구분 시 도시텃밭 농산물의 총호기성균 및 대장균군 수는 각각  $6.4 \pm 0.8$  및  $4.5 \pm 0.7 \log \text{CFU} \cdot \text{g}^{-1}$ , 옥상농원 농산물은

$5.8 \pm 0.7$  및  $3.7 \pm 0.6 \log \text{CFU} \cdot \text{g}^{-1}$ 으로, 옥상농원 농산물에 비하여 도시텃밭 농산물에서 더 많은 세균 오염을 볼 수 있었다( $p > 0.05$ ). 이러한 차이의 원인으로 옥상농원은 도심 속의 건물 슬라브 지붕에 대형화분이나 상업용 인공토양을 이용하여 영농을 하는 관계로 주변 환경으로부터 격리되어 있어 추가적인 오염이 적을 것으로 판단되나, 도시텃밭은 생활 환경과 밀접하게 연관되어 있어 농산물 오염요인에 항상 노출되어 더 많은 세균이 검출된 것으로 판단된다. 또한 재배 농산물별로 분석 시, 배추에서 검출된 총호기성균 및 대장균군 수는  $6.2 \pm 0.8$  및  $4.2 \pm 0.7 \log \text{CFU} \cdot \text{g}^{-1}$ 이었으나, 상추에서는 총호기성균이  $5.9 \pm 0.7 \log \text{CFU} \cdot \text{g}^{-1}$  대장균군이  $3.8 \pm 0.6 \log \text{CFU} \cdot \text{g}^{-1}$ 이 검출되었다. 이와 같이 상추에 비하여 배추가 세균에 더 많이 오염되었는데( $p > 0.05$ ), 이는 배추가 상추에 비해 표면적이 넓어 재배 과정 중 토양과 먼지

**Table 1.** Levels of sanitary indicative microorganisms in Chinese cabbage and lettuce collected from the urban community gardens or roof gardens in Seoul.

Name of gardens	Sample	Number of samples	Number of microorganisms ( $\log \text{CFU} \cdot \text{g}^{-1}$ )		
			Total aerobic bacteria	Coliforms (% of positive)	<i>Escherichia coli</i> (% of positive)
Urban community garden A	Chinese cabbage	20	$5.6 \pm 0.8$	$4.4 \pm 0.8$ (75)	0
	Lettuce	20	$5.8 \pm 0.7$	$3.7 \pm 0.6$ (50)	0
Urban community garden B	Chinese cabbage	20	$7.1 \pm 0.8$	$6.1 \pm 0.9$ (85)	1.7 (15)
	Lettuce	20	$6.9 \pm 1.1$	$4.9 \pm 0.7$ (65)	1.4 (5)
Urban community garden C	Chinese cabbage	20	$6.3 \pm 0.9$	$4.5 \pm 0.5$ (50)	1.5 (5)
	Lettuce	20	$5.6 \pm 0.7$	$4.6 \pm 0.6$ (70)	1.3 (5)
Urban community garden D	Chinese cabbage	20	$6.8 \pm 0.6$	$4.2 \pm 0.8$ (55)	0
	Lettuce	20	$6.8 \pm 1.2$	$3.6 \pm 0.6$ (75)	0
Roof garden A	Chinese cabbage	10	$5.7 \pm 0.7$	$3.6 \pm 0.7$ (60)	0
	Lettuce	10	$5.4 \pm 0.6$	$2.3 \pm 0.6$ (40)	0
Roof garden B	Chinese cabbage	10	$6.5 \pm 0.9$	$4.1 \pm 0.5$ (60)	1.3 (10)
	Lettuce	10	$5.7 \pm 0.6$	$3.8 \pm 0.6$ (40)	0
Roof garden C	Chinese cabbage	10	$6.3 \pm 0.5$	$2.6 \pm 0.4$ (40)	0
	Lettuce	10	$5.7 \pm 0.8$	$3.9 \pm 0.5$ (60)	0
Roof garden D	Chinese cabbage	10	$5.8 \pm 1.3$	$3.2 \pm 0.6$ (60)	0
	Lettuce	10	$5.4 \pm 0.8$	$3.8 \pm 0.9$ (60)	0
Roof garden E	Chinese cabbage	10	$5.6 \pm 0.9$	$4.1 \pm 0.6$ (60)	0
Roof garden F	Chinese cabbage	10	$6.0 \pm 1.0$	$5.1 \pm 0.7$ (70)	1.2 (10)
Total	Chinese cabbage	140	$6.2 \pm 0.8$	$4.2 \pm 0.7$ (60.7)	$1.5 \pm 0.2$ (4.3)
	Lettuce	120	$5.9 \pm 0.7$	$3.8 \pm 0.6$ (58.3)	$1.4 \pm 0.1$ (1.7)
	Total	260	$6.1 \pm 0.8$	$4.0 \pm 0.7$ (59.6)	$1.5 \pm 0.2$ (3.1)

등에 의한 오염 가능성이 더 높았을 것이라고 판단된다.

우리나라에서 유통 중인 상추, 깻잎 및 오이의 총호기성균 및 대장균군의 오염도 분석결과 각각  $3.31\text{-}8.01\log\text{ CFU}\cdot\text{g}^{-1}$  (평균  $5.27\text{-}7.10\log\text{ CFU}\cdot\text{g}^{-1}$ ) 및  $1.60\text{-}7.40\log\text{ CFU}\cdot\text{g}^{-1}$  (평균  $3.65\text{-}6.44\log\text{ CFU}\cdot\text{g}^{-1}$ ) 범위이었고(Choi et al., 2005), 유통 중인 치커리, 미나리, 부추, 배추, 상추, 깻잎, 참나물을 대상으로 한 조사에서 총호기성균은  $2.2 \times 10^6\text{-}6.0 \times 10^7\text{CFU}\cdot\text{g}^{-1}$ , 대장균군은  $4.1 \times 10^5\text{-}9.8 \times 10^6\text{CFU}\cdot\text{g}^{-1}$  범위이었다고 하였으며(Jung et al., 2006), 상추, 시금치, 깻잎, 썩갓, 미나리, 과일(사과, 토마토, 포도, 귤)에 존재하는 총호기성균과 대장균군 분석에서 각각  $5.3\text{-}7.0\log\text{ CFU}\cdot\text{g}^{-1}$  (평균  $3.6\log\text{ CFU}\cdot\text{g}^{-1}$ ) 및  $2.3\text{-}4.2\log\text{ CFU}\cdot\text{g}^{-1}$  (평균  $3.2\log\text{ CFU}\cdot\text{g}^{-1}$ ) 범위였고 보고하였다(Hong et al., 2012). 따라서, 채소류에서 발견되는 총호기성균 수는 일반적으로  $3\text{-}9\log\text{ CFU}\cdot\text{g}^{-1}$  범위이며, 대장균군 수는  $1\text{-}7\log\text{ CFU}\cdot\text{g}^{-1}$  범위임을 알 수 있으며, 본 조사 결과도 이 범위 내에서 세균 오염이 검출되었다. 그렇지만, 농산물별로 분석 시 본 조사에서 배추 및 상추의 대장균군(배추  $4.2 \pm 0.7\log\text{ CFU}\cdot\text{g}^{-1}$ , 상추  $3.8 \pm 0.6\log\text{ CFU}\cdot\text{g}^{-1}$ )의 오염 수준은 Jung et al.(2006)의 보고(배추  $4.1 \times 10^5\text{CFU}\cdot\text{g}^{-1}$ , 상추  $1.2 \times 10^6\text{CFU}\cdot\text{g}^{-1}$ )에 비하여 유의하게 낮은 세균 오염 정도를 보였는데, 이러한 차이의 원인으로 이번 실험에 사용된 농산물은 농장에서 직접 채취한 것으로 유통 및 접촉에 의한 추가적인 오염이 거의 없는 반면, 기존의 보고에서는 시장에서 유통 중인 농산물을 조사하였기 때문에 유통 중 추가적인 오염이 있었을 것으로 판단된다.

이번 조사에서 대장균은 전체 농산물의 3.1%에서 검출되었고, 오염 수준은  $1.5 \pm 0.2\log\text{ CFU}\cdot\text{g}^{-1}$ 이었다(Table 1). 재배 장소별로 분석 시 도시텃밭 농산물의 3.7%에서, 옥상농원 농산물의 2.0%에서 검출되었고( $p < 0.05$ ), 조사 시료별로 분석 시 배추의 4.3%, 상추의 1.7%에서 검출되어( $p < 0.05$ ), 도시텃밭 및 배추에서 상대적으로 더 많은 오염을 보였다. 이러한 대장균 오염 수준은 Choi et al.(2005), Jung et al.(2006), Hong et al.(2012)이 보고한 5.9-33%에 비하여 낮은 오염 수준을 보였다. 그렇지만, 대장균은 미생물 검출 시 식품위생상의 분변오염의 지표세균으로써 식품에 검출 안되어야 하므로 재배과정 중 오염 방지 대책이 요구된다.

### 식중독 유발 세균의 정성 분석결과

일반적으로 채소류에서 발견되는 대표적 식중독 세균은 황색포도상구균, *Bacillus cereus*, *L. monocytogenes*, *Clostridium perfringens*, *Salmonella*, *E. coli* O157:H7, *Yersinia enterocolitica*

및 *Campylobacter jejuni* 등이다(Forsythe, 2010). 유치원생, 초·중·고등학생 및 일반인을 대상으로 손의 위생 상태를 조사한 결과 총 검사대상자의 9.4%에서 황색포도상구균이 검출되어(Jung et al., 2008), 얼굴이나 신체부위를 만진 후 반드시 손을 세척하는 습관이 필요하겠다. *Salmonella* spp.는 식중독의 가장 흔한 원인균으로 여러 식품에서 검출되었고, *Listeria*는 토양이나 물에서도 발견되는 미생물로 농산물에 쉽게 전파될 수 있다(Forsythe, 2010).

본 조사에서는 도시텃밭 혹은 옥상농원에서 채취한 농산물에 부착되어 있는 식중독 유발 세균을 검사한 결과, 황색포도상구균은 전체 농산물 중 1.2%에서 검출되었고 배추에서만 분리되었다. 그러나 *Salmonella* spp., *L. monocytogenes*, *E. coli* O157:H7은 분리되지 않았다(Table 2). 국내 농산물의 식중독 원인균 조사 보고에 의하면, Jung et al.(2006)은 유통중인 농산물에서 황색포도상구균이 8.1%, *B. cereus*가 14.5%, *C. perfringens*이 5.6% 검출되었으나, *E. coli* O157:H7, *Salmonella* spp., *Vibrio parahaemolyticus*, *L. monocytogenes*, *Y. enterocolitica*, *C. jejuni*는 검출되지 않았다고 하였고, Hong et al.(2012)은 유통 중인 농산물에서 *C. perfringens*는 10.7%, 황색포도상구균은 8.0%, *Salmonella* spp.는 2.7%, *L. monocytogenes*는 0.5% 검출되었으나 *E. coli* O157:H7은 검출되지 않았다고 보고하여, 본 조사 성적에 비하여 더욱 다양한 병원성 세균의 분리되었고 검출율도 높았다. 이러한 이유로, 기존 보고들은 시장에서 판매되는 농산물을 조사 대상으로 하였기 때문에 유통과정 중 추가적인 오염이 계속적으로 발생하였으나, 본 조사 표본은 농장에서 직접 채취하여 검사한 표본으로 농산물 처리 과정중의 추가 오염이 거의 없었기 때문으로 판단된다. 이와 같이 농산물을 대상으로 한 미생물 오염조사는 조사표본의 채취 장소, 채취 시기, 채취 방법, 표본의 상태, 검사 방법 등 다양한 원인에 의해 차이가 발생할 수 있겠다.

### 기생충 검사 결과

농산물을 통해서 인체에 감염될 수 있는 대표적인 농산물 매개기생충으로 *Giardia lamblia*, *Entamoeba histolytica*, *Cryptosporidium parvum*, *Ancylostoma duodenale*, *Trichuris trichiura*, 등이 있을 수 있다(U.S. FDA, 2012). 본 조사에서는 도시텃밭에서 재배 중인 배추 2 샘플에서 미확인 기생충란이 검출되었으나, 옥상농원 농산물에서는 검출되지 않았다. 이번에 발견된 충란은 인체에 직접적인 감염을 일으키는 기생충 종은 아니고, 동물 유래 기생충 충란으로 판단된다. 그

**Table 2.** Levels of foodborne bacteria in Chinese cabbage and lettuce collected from the urban community gardens or roof gardens in Seoul.

Name of gardens	Sample	Number of samples	No. of positive samples (%)			
			<i>Staphylococcus aureus</i>	<i>Salmonella</i> spp.	<i>Listeria moocytoenes</i>	<i>E. coli</i> O157:H7
Urban community garden A	Chinese cabbage	20	0	0	0	0
	Lettuce	20	0	0	0	0
Urban community garden B	Chinese cabbage	20	1 (5) <sup>z</sup>	0	0	0
	Lettuce	20	0	0	0	0
Urban community garden C	Chinese cabbage	20	1 (5) <sup>y</sup>	0	0	0
	Lettuce	20	0	0	0	0
Urban community garden D	Chinese cabbage	20	0	0	0	0
	Lettuce	20	0	0	0	0
Roof garden A	Chinese cabbage	10	0	0	0	0
	Lettuce	10	0	0	0	0
Roof garden B	Chinese cabbage	10	0	0	0	0
	Lettuce	10	0	0	0	0
Roof garden C	Chinese cabbage	10	0	0	0	0
	Lettuce	10	0	0	0	0
Roof garden D	Chinese cabbage	10	0	0	0	0
	Lettuce	10	0	0	0	0
Roof garden E	Chinese cabbage	10	0	0	0	0
Roof garden F	Chinese cabbage	10	1 (10) <sup>x</sup>	0	0	0
Total	Chinese cabbage	140	3 (1.9)	0	0	0
	Lettuce	120	0 (0.0)	0	0	0
	Total	260	3 (1.2)	0	0	0

<sup>z</sup>The mean numbers of sample was 1.8 log CFU·g<sup>-1</sup> respectively.

<sup>y</sup>The mean numbers of sample was 1.4 log CFU·g<sup>-1</sup> respectively.

<sup>x</sup>The mean numbers of sample was 1.6 log CFU·g<sup>-1</sup> respectively.

렇지만 외국에서의 보고에 의하면, 노르웨이의 시장에서 구입한 채소와 과일을 대상으로 기생충학적 검사를 시행한 결과 조사한 농산물의 6%에서 기생충이 발견되었으며(Robertson et al., 2001), 사우디아라비아에서는 엽채류의 13-27%가 기생충에 오염되었다고 보고하여(Al-Binali et al., 2006), 신선 과채류 혹은 엽채류 섭취 시 철저한 세척이 필요하겠다.

농산물의 생물학적 위해 요소 오염 원인으로는 가축, 야생동물 분변, 자연재해, 하수, 논밭의 위생관리 부족, 운송 수단, 취급자에 의한 오염 등이 있을 수 있다(Magkos et al., 2006). 본 연구에서는 서울시내 도시텃밭 및 옥상농원에서 수거한 배추 및 상추를 대상으로 생물학적 위해 요소를 조사한 결과, 일부 농산물에서 황색포도상구균 및 대장균이

발견되어 생산 과정 중 오염 경감을 위한 노력이 필요하며 또한 먹기 전 철저한 세척이 요구된다. 이번 연구를 통하여, 도시농업으로 생산된 농산물의 생물적 안전성에 관한 기초 자료의 일부를 확보할 수 있었고, 앞으로 추가적인 조사가 요구된다.

## 초 록

도시농업은 정서적 안정뿐만 아니라 수확의 즐거움을 제공하는 곳으로, 생산되는 농산물의 안전성 확보가 요구되나 이에 대한 자료가 없다. 본 과제에서는 2012년 9월부터 10월 사이에 서울시내 도시텃밭 4곳과 옥상농원 6곳에서 채취

**Table 3.** Results of parasite examination in Chinese cabbage and lettuce collected from the urban community gardens or roof gardens in Seoul.

Name of gardens	Sample	Number of samples	Results of examination
Urban community garden A	Chinese cabbage	20	Undefined eggs
	Lettuce	20	ND <sup>z</sup>
Urban community garden B	Chinese cabbage	20	Undefined eggs
	Lettuce	20	ND
Urban community garden C	Chinese cabbage	20	ND
	Lettuce	20	ND
Urban community garden D	Chinese cabbage	20	ND
	Lettuce	20	ND
Roof garden A	Chinese cabbage	10	ND
	Lettuce	10	ND
Roof garden B	Chinese cabbage	10	ND
	Lettuce	10	ND
Roof garden C	Chinese cabbage	10	ND
	Lettuce	10	ND
Roof garden D	Chinese cabbage	10	ND
	Lettuce	10	ND
Roof garden E	Chinese cabbage	10	ND
Roof garden F	Chinese cabbage	10	ND
Total	Chinese cabbage	140	2 (1.4%)
	Lettuce	120	0 (0.0%)
	Total	260	2 (0.8%)

<sup>z</sup>Non-detected.

한 배추 및 상추 260 표본을 대상으로 세균 및 기생충 오염 수준을 정량적으로 혹은 정성적으로 평가하였다. 조사한 농산물에 부착되어 있는 총호기성균과 대장균군의 수는 각각  $6.1 \pm 0.8 \log \text{CFU} \cdot \text{g}^{-1}$  (범위,  $5.4 \pm 0.6 - 7.1 \pm 0.8 \log \text{CFU} \cdot \text{g}^{-1}$ ) 및  $4.0 \pm 0.7 \log \text{CFU} \cdot \text{g}^{-1}$  (범위,  $2.3 \pm 0.6 - 6.1 \pm 0.9 \log \text{CFU} \cdot \text{g}^{-1}$ ) 이었다. 대장균군은 전체 표본의 59.6%에서 발견되었다. 농산물별로 분석 시 배추와 상추의 총호기성균 및 대장균군 오염 수준은 유의한 차이를 보이지 않았으나, 농산물 재배 장소별로 분석 시 옥상농원에 비하여 도시텃밭에서 더 많이 검출되었다( $p > 0.05$ ). 대장균은 전체 야채의 3.1%에서 발견되었으며, 오염수준은  $1.5 \pm 0.2 \log \text{CFU} \cdot \text{g}^{-1}$  이었다. 식중독 유발 세균 중 황색포도상구균은 조사한 농산물의 1.5%에서 검출되었으나, 그 외의 *Salmonella* spp., *Listeria monocytogenes*, *E. coli* 0157:H7은 모든 표본에서 검출되지 않았다. 또한 2개의 배추 표본(전체 농산물의 0.8%)에서 미

확인된 기생충란이 발견되었다. 이상의 결과로 보아, 서울 시내 도시농업으로 생산되는 농산물에서 세균학적 오염이 있는 것이 확인되어, 재배 과정 중 생물학적 오염을 줄이기 위한 노력이 요구된다.

**추가 주요어 :** 배추, 식중독 유발 병원체, 상추, 미생물오염

## 인용문헌

- Al-Binali, A.M., C.S. Bello, K. El-Shewy, and S.E. Abdulla. 2006. The prevalence of parasites in commonly used leafy vegetables in South Western, Saudi Arabia. *Saudi Med. J.* 27:613-616.
- Berger, C.N., S.V. Sodha, R.K. Shaw, P.M. Griffin, D. Pink, P. Hand, and G. Frankel. 2010. Fresh fruit and vegetables as vehicles for the transmission of human pathogens. *Environ.*

- Microbiol. 12:2385-2397.
- Carney, P.A., J.L. Hamada, R. Rdesinski, L. Sprager, K.R. Nichols, B.Y. Liu, J. Pelayo, M.A. Sanchez, and J. Shannon. 2012. Impact of a community gardening project on vegetable intake, food security and family relationships: A community-based participatory research study. *J. Commun. Health* 37:874-871.
- Centers for Disease Control and Prevention (CDC). 2011. Surveillance for foodborne disease outbreaks-United States. *MMWR Morb. Mortal. Wkly. Rep.* 60:1197-1202.
- Choi, J.W., S.Y. Park, J.H. Yeon, M.J. Lee, D.H. Chung, K.H. Lee, M.G. Kim, D.H. Lee, K.S. Kim, and S.D. Ha. 2005. Microbial contamination levels of fresh vegetables distributed in markets. *J. Food Hyg. Safety* 20:43-47.
- Forsythe, S.J. 2010. *Microbiology of safe food*. 2nd ed. Wiley-Blackwell, Oxford, United Kingdom.
- Hong, C.K., Y.H. Seo, C.M. Choi, I.S. Hwang, and M.S. Kim. 2012. Microbial quality of fresh vegetables and fruits in Seoul, Korea. *J. Food Hyg. Safety* 27:24-29.
- Jung, S.H., M.J. Hur, J.H. Ju, K.A. Kim, S.S. Oh, J.M. Go, Y.H. Kim, and J.S. Im. 2006. Microbiological evaluation of raw vegetables. *J. Food Hyg. Safety* 21:250-257
- Jung, J.K., M.J. Kim, H.Y. Kee, M.H. Choi, J.Y. Seo, S.H. Kim, J.T. Park, M.G. Kim, and E. Kim 2008. Prevalence of food poisoning bacteria on hands in various age groups. *J. Food Hyg. Safety* 23:40-50.
- Kang, K.N., J.K. Lee, K.H. Kim, and M.H. Lee. 2007. Revitalization planning of urban farming based on vegetable gardens. *J. Inst. Construct. Technol.* 26:167-176.
- Kim, S.R., J.Y. Lee, S.H. Lee, W.I. Kim, K.H. Park, H.J. Yun, B.S. Kim, D.H. Chung, J.C. Yun, and K.Y. Ryu. 2011. Evaluation of microbiological safety of lettuce and cultivation area. *J. Food Hyg. Safety* 26:289-295.
- Kim, W.I., H.M. Jung, S.R. Kim, K.H. Park, B.S. Kim, J.C. Yun, and K.Y. Ryu. 2012. Investigation of microbial contamination levels of leafy greens and its distributing conditions at different time-focused on perilla leaf and lettuce. *J. Food Hyg. Safety* 27:277-284.
- Korea Food & Drug Administration (KFDA). 2011. Food & drug statistical yearbook. <http://www.mfds.go.kr/>
- Magkos, F., F. Arvaniti, and A. Zampelas. 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.
- Ministry of Land, Infrastructure and Transport (MOLIT). 2012. Urban planning statistics. <http://www.molit.go.kr/>
- Robertson, L.J. and B. Gjerde. 2001. Occurrence of parasites on fruits and vegetables in Norway. *J. Food Prot.* 64:1793-1798.
- Food and Drug Administration (U.S. FDA). 2012. Foodborne pathogenic microorganism and natural toxins handbook. <http://www.cfsan.fda.gov/cgi-bin/>
- Yu, Y.M., Y.N. Youn, Q.J. Hua, G.H. Cha, and Y.H. Lee. 2009. Biological hazard analysis of paprikas, strawberries and tomatoes in the markets. *J. Food Hyg. Safety* 24:174-181.