

과제구분	기본연구	수행시기		전반기	
연구과제 및 세부과제		연구분야	수행기간	연구실	책임자
농산물 상품성 향상을 위한 안전관리기술 개발		농산물 안전성	'23~'25	환경농업연구과	조동현
지역 농산물 판매장 엽채류 유해미생물 현황조사 및 관리기술 개발		농산물 안전성	'23~'24	환경농업연구과	임성희
색인용어	지역 농산물 판매장, 엽채류, 유해미생물				

ABSTRACT

This study was conducted to establish basic data that can evaluate the potential risk of food poisoning microorganisms on leafy vegetables distributed at local food outlets or produced by growers in Gyeonggi Province.

As a result of quantitative analysis of hygiene indicator bacteria at local agricultural product sales outlets, the concentration of aerobic bacteria and coliform bacteria tended to be lower in perilla leaves than in lettuce. It was higher in samples collected in June than in April and slightly lower in samples collected in September. When compared by year, it showed a tendency to decrease slightly in 2024 compared to 2023. For both lettuce and perilla leaves, the concentration of aerobic bacteria and coliform bacteria at local agricultural product sales outlets was slightly higher than at growers. Analysis of harmful microorganisms for 2 years showed that food poisoning bacteria such as *E. coli* O157:H7, *Salmonella* spp., and *L. monocytogenes* were not detected, and *E. coli* was detected among some hygiene indicator bacteria, but they were all non-pathogenic. Among the harmful microorganisms, *Bacillus cereus* had a high detection frequency but a low average detection concentration, indicating a low risk of food poisoning. The average detection concentration of *Bacillus cereus* was lower in the collected samples in 2024 than in 2023.

The results of the two-year investigation showed that lettuce and perilla leaves distributed in local food or grown in farms were judged to be safe for harmful microorganisms that can cause food poisoning. Most of the local food safety management in cities and counties in Gyeonggi-do was limited to the management of pesticide residues, and only Yongin City started monitoring harmful microorganisms from 2024.

Key words : Local food, Fresh vegetables, Harmful microorganisms

1. 연구목표

로컬푸드 직매장은 2013년 농산물 직거래를 활성화시켜 생산자는 높은 가격에 농산물을 판매하고, 소비자는 낮은 가격에 구입할 수 있는 등 건강하고 지속가능한 유통생태계 조성을 위한 정부 합동 농산물 유통구조개선대책 발표 이후 활성화 되기 시작하였다. 로컬푸드 정책의 성공에는 상품관리, 경영관리, 푸드플랜 연계 등 몇 가지 핵심사업 중 안전성 관리 부분이 중요한 부분을 차지하였으며 안전성 관리를 위해서 유기자재 등 안심 농자재 사용과 화학첨가제 미사용 등 친환경 생산 유도, 지자체 또는 정부 차원의 로컬푸드 인증 및 안전성 검사 지원, 농산물 생산 및 유통과정 중 안정성에 대한 소비자의 이해를 높이는 노력이 강조되었다(윤, 2018). 로컬푸드 등 농산물 직매장의 가치는 신선도와 합리적인 가격으로 인한 신뢰도 제고, 짧은 이동거리로 인한 이산화탄소 배출 저감을 통한 환경보존, 농가소득 증대, 지역경제 활성화 및 지역 일자리 창출 등을 들 수 있다(김, 2021). 2024년 상반기 경기도의 로컬푸드 매장은 93개소, 참여농가는 21,282농가, 매출액은 106,588백만원으로 2013년 5개소, 960농가, 4,992백만원에 비해 규모가 커지면서 활성화 되고 있으며, 로컬푸드에서 판매되는 직접 섭취 가능한 농산물에 대한 유해미생물 오염 위험성을 관리할 필요성이 대두되었다.

신선 섭취 농산물은 생산·수확 후 처리 과정에서 병원성 세균이 농산물에 오염되면 농산물을 매개로 식중독 등 감염성질환이 발생 위험도가 높아진다. 병원성 세균은 작물 생산과정에서 토양, 농업용수, 농자재 등에 의해 농산물로 전이될 수 있고, 수확 후 과정에서도 오염될 수 있다. 농산물에 오염된 이후에는 완전히 없애기가 어려우므로 오염되지 않도록 사전에 관리하는 것이 필요하다. 한국의 경우 Kim 등(2004)이 샐러드에서 *E. coli*, *Salmonella* spp., *Staphylococcus aureus* 등의 검출을 보고한 바 있으며, 외국에서는 우리나라보다 더 빈번하게 새싹 채소, 샐러드, 로메인상추 등에서 유해 미생물로 인한 식중독 사고가 일어나고 있는데 그 원인은 오염된 재배환경에서 기인하는 경우가 많은 것으로 나타났다. 한국은 2007년까지는 채소 샐러드 등과 같은 신선편의 식품을 단순 농산물로 분류하여, 별도의 미생물 품질 기준이 없었으나, 2008년에 즉석섭취, 편의식품 유형에 신선편이 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 1,000CFU/g 이하의 미생물학적 품질 기준이 설정되었다(KFDA, 2009).

이에 본연구는 경기도내 로컬푸드에서 판매되고 있는 엽채류를 대상으로 유해미생물에 대한 안전성을 모니터링 하기 위하여 2023년부터 2년간 로컬푸드, 재배농가 등 5개소 이상에서 엽채류를 수집하여 주요 병원성 미생물의 분포 및 오염수준을 조사하였으며 그 결과를 다음과 같이 보고 하고자 한다.

2. 재료 및 방법

가. 조사대상

로컬푸드에서 유통되고 있는 업체류의 유해미생물 오염정도를 모니터링 하기 위하여 2023년에는 로컬푸드 5개소에서, 2024년에는 로컬푸드 3개소와 재배농가 3개소에서 연간 3회 시료를 수집하여 본 실험에 사용하였다. 상추, 깻잎은 2023년부터 2년 간, 양상추는 단경기가 길어 2023년에만 조사하였다. 로컬푸드 제품은 판매되는 형태 그대로 수집하였으며, 재배농가에서 시료를 채취할 경우에는 시료의 종류, 일자, 장소 등을 표기하고 멸균장갑을 착용 후 채취하여 멸균팩에 넣었으며, 장갑과 기구 등은 대상 시료가 바뀔 때 마다 교환하여 사용하였다. 제품 수집 후 시료는 원 상태를 유지할 수 있도록 아이스팩이 담긴 아이스박스를 이용하여 운반하였고 수집 당일 전처리를 수행하였다. 또한, 유해미생물 분석 결과를 현장에 효과적으로 활용하기 위하여 시군별로 운영되고 있는 5개 시군을 방문하여 로컬푸드의 안전성 관리 현황을 면담조사하였다.

나. 유해미생물 정량분석

수집한 업체류 25g을 멸균팩에 넣고 0.1% 펄톤수, 0.85% 생리식염수, 인산완충용액 225ml이 포함된 전처리 용액을 첨가한 후 stomacher로 시료를 2분간 균질화하여 시험에 사용할 수 있도록 준비하였다. 일반세균, 대장균, 대장균군의 정량분석에는 건조필름법을 사용하였는데, 우선 피펫을 이용해 균질화된 시료 1ml를 취하고, 멸균수를 이용하여 10배 단계로 희석하였다. 건조필름 중 일반세균은 AC필름, 대장균과 대장균군은 EC필름을 이용하여 원액 또는 각 단계별 희석액 1ml를 접종하였고 각각 34~36°C에서 46~50시간, 34~36°C에서 22~26시간 배양하여 집락의 수를 계산하였다. 집락수 계산시는 1개의 평판당 15~300개의 집락을 생성한 평판을 선택하였으며 대장균은 TSA 배지에 다시 계대배양하여 Vitek 2 및 Real-time PCR로 균의 종류를 확인하였다.

Staphylococcus aureus, *Bacillus cereus*를 정량분석 하기 위해서는 표면 도말법을 이용하였다. 건조필름법과 같은 방식으로 균질화된 시료 1ml를 멸균수를 이용하여 10배 단계로 희석한 후 원액 또는 각 단계별 희석액 100 μ l를 선택배지에 분주하고 도말하였다. *Staphylococcus aureus*는 BPA 배지를, *Bacillus cereus*는 MYPA배지를 이용하였고, 각각 35~37°C에서 45~51시간, 30°C에서 24시간 배양하여 집락의 수를 계산하였다. 이후 TSA 배지에 다시 계대배양하여 Vitek 2 및 Real-time PCR로 균의 종류를 확인하였다.

다. 유해미생물 정성분석

Escherichia coli, *Salmonella* spp., *Staphylococcus aureus*, *Bacillus cereus*의 정성분석을 위해서 수집한 엽채류 25g을 멸균백에 넣고 TBS 225ml이 포함된 전처리 용액을 첨가한 후 stomacher로 시료를 2분간 균질화하여 전처리 하였으며, *Listeria monocytogenes*를 분석하기 위해서는 TBS 225ml 대신 UVMB 225ml를 전처리 용액으로 이용하였다. 35°C에서 24시간 배양 후 코젠바이오텍사의 Quick Extraction kit를 이용하여 DNA를 추출하였고 병원성대장균은 Diarrheal *E. coli* 4-plex kit I, II를, 그 외 균은 Pathogen kit를 이용하여 Realtime PCR 후 검체를 확인하였다. DNA 추출 및 PCR 방법과 조건은 제조업체 프로토콜에 준하여 수행하였다. 식중독균이 검출된 경우는 해당균을 분리배양하고 선택배지에 도말한 후 Vitek2로 2차 동정을 하였다. 사용된 선택배지는 병원성대장균은 EMBA, *Salmonella* spp.는 XLT4 Agar, *Staphylococcus aureus*는 BPA, *Bacillus cereus*는 MYPA, *Listeria monocytogenes*는 OA 배지를 이용하였다.

3. 결과 및 고찰

가. 시료수집

2023년에는 수원지역 로컬푸드 1개소, 용인지역 로컬푸드 1개소, 화성지역 로컬푸드 3개소에서 상추, 깻잎, 양배추를 수집하여 시험을 추진하였으나 7월과 9월에는 양상추가 로컬푸드 농가에서 재배되지 않는 단경기로 조사에서 제외되었다. 2024년에는 수원, 용인, 화성 각 1개소의 로컬푸드와 용인, 화성지역의 재배농가 5개소를 선정하고 상추, 깻잎 2개 작목에 대해 유해미생물 오염정도를 조사하였다. 재배농가는 용인지역에서 재배하고 있는 깻잎 1농가, 상추 2농가와 화성지역에서 재배하고 있는 깻잎 1농가, 상추 1농가를 로컬푸드 직매장에서 추천받아 선정하였다.

나. 유해미생물 정량분석

2023년 지역 농산물 판매장의 위생지표 세균 분석 결과 5월 상추에서 최대 7.31 log CFU/g로 깻잎과 양상추에 비해 다소 높게 나왔으며, 7월과 9월 분석 결과도 비슷한 경향을 보였다(표 1).

표 1. 2023년 위생지표세균 정량분석 결과

(단위: log CFU/g)

수집장소	조사시기	조사대상	호기성세균			대장균군		
			평균	최소	최대	평균	최소	최대
수○	5월	깻잎	4.03	4.00	4.08	2.21	2.15	2.30
		상추	6.64	6.57	6.72	4.15	4.14	4.15
		양상추	6.13	6.08	6.18	4.40	4.35	4.44
	7월	깻잎	4.81	4.79	4.83	1.95	1.90	2.00
		상추	6.18	6.12	6.22	2.76	2.74	2.79
		양상추	단경기	-	-	-	-	-
	9월	깻잎	6.81	6.79	6.83	3.98	3.95	4.03
		상추	6.52	6.50	6.53	3.31	3.30	3.32
		양상추	단경기	-	-	-	-	-
용인구○	5월	깻잎	6.56	6.54	6.58	4.38	4.26	4.46
		상추	7.09	7.06	7.12	5.20	5.18	5.23
		양상추	6.04	6.01	6.08	-	-	-
	7월	깻잎	6.37	6.34	6.39	5.35	5.33	5.39
		상추	6.21	6.18	6.23	4.39	4.35	4.41
		양상추	단경기	-	-	-	-	-
	9월	깻잎	4.83	4.78	4.88	4.33	4.30	4.35
		상추	7.06	7.05	7.06	4.30	4.29	4.32
		양상추	단경기	-	-	-	-	-
화성중○	5월	깻잎	5.18	5.15	5.20	3.66	3.64	3.68
		상추	5.99	5.98	6.00	5.30	5.28	5.32
		양상추	6.32	6.28	6.34	4.11	4.02	4.17
	7월	깻잎	4.43	4.41	4.45	3.93	3.90	3.97
		상추	6.73	6.64	6.78	3.76	3.74	3.76
		양상추	단경기	-	-	-	-	-
	9월	깻잎	6.06	5.96	6.15	2.00	1.90	2.11
		상추	7.54	7.50	7.56	6.04	6.01	6.09
		양상추	단경기	-	-	-	-	-
화성금○	5월	깻잎	6.01	5.98	6.04	4.95	4.91	4.98
		상추	6.40	6.39	6.41	4.92	4.85	4.97
		양상추	6.47	6.46	6.48	2.20	2.18	2.23
	7월	깻잎	5.95	5.91	5.98	3.51	3.50	3.53
		상추	7.22	7.19	7.24	4.39	4.37	4.40
		양상추	단경기	-	-	-	-	-
	9월	깻잎	6.36	6.34	6.37	3.23	3.20	3.28
		상추	6.30	6.27	6.32	4.63	4.62	4.63
		양상추	단경기	-	-	-	-	-
화성능○	5월	깻잎	5.34	5.26	5.43	3.22	3.20	3.24
		상추	7.31	7.29	7.34	4.84	4.81	4.89
		양상추	4.95	4.91	4.98	4.01	3.97	4.06
	7월	깻잎	5.03	5.00	5.05	1.60	1.60	1.60
		상추	6.40	6.40	6.40	5.13	5.11	5.14
		양상추	단경기	-	-	-	-	-
	9월	깻잎	6.50	6.47	6.52	2.54	2.49	2.59
		상추	7.14	7.12	7.15	3.36	3.31	3.40
		양상추	단경기	-	-	-	-	-

2024년 지역 농산물 판매장 위생지표 세균 정량분석 결과, 호기성세균은 6월과 9월에 수원(광○)에서 수집한 상추와 평택(오○) 상추에서 농도가 7 logCFU/g 이상으로 높게 나타났으며, 대체적으로 깻잎이 상추보다 호기성세균의 농도가 낮은 경향을 보였다. 대장균군의 농도는 6월에 수집한 평택(오○) 상추에서 가장 높게 나타났으며, 대장균군도 호기성세균과 마찬가지로 깻잎에서의 농도가 상추보다 낮은 경향을 보였다(표 2). 깻잎, 상추 2작목 모두 재배농가보다는 지역농산물판매장에서의 호기성세균과 대장균군의 농도가 다소 높은 것으로 나타났다(그림 1). 로컬푸드별 유해미생물 정량분석 결과, 깻잎의 호기성세균과 대장균군 농도는 평택, 용인, 수원 순으로 높았고 상추의 호기성세균은 수원, 평택, 용인 순, 대장균군은 용인, 평택, 수원 순으로 높았다(그림 2). 깻잎, 상추의 호기성세균과 대장균군의 농도는 4월보다는 6월 수집시료에서 높았고 9월 수집 시료에서는 다소 낮아졌으며(그림 3), 연차별로 비교해 보면 2023년에 비해 2024년에 다소 낮아지는 경향을 보였다(그림 4).

표 2. 2024년 유해미생물 정량분석 결과 (단위: log CFU/g)

수집 장소	조사 시기	대상 채소류	호기성세균			대장균군			<i>Bacillus cereus</i>		
			평균	최소	최대	평균	최소	최대	평균	최소	최대
수원(광○)	4월	깻잎	4.07	4.04	4.08	ND ¹	ND	ND	ND	ND	ND
		상추	5.67	5.64	5.69	ND	ND	ND	ND	ND	ND
	6월	깻잎	4.91	4.89	4.93	1.73	1.60	1.78	ND	ND	ND
		상추	7.30	7.29	7.30	5.57	5.54	5.60	3.33	3.18	3.41
	9월	깻잎	6.09	6.07	6.10	ND	ND	ND	ND	ND	ND
		상추	7.06	7.02	7.14	2.88	2.81	2.93	2.43	ND	2.85
용인(구○)	4월	깻잎	단경기	-	-	-	-	-	-	-	-
		상추	4.70	4.67	4.74	4.28	4.27	4.29	ND	ND	ND
	6월	깻잎	4.93	4.86	4.98	3.87	3.85	3.89	ND	ND	ND
		상추	6.23	6.21	6.25	5.10	5.08	5.12	ND	ND	ND
	9월	깻잎	5.89	5.83	5.93	ND	ND	ND	ND	ND	ND
		상추	5.78	5.76	5.79	5.04	5.00	5.07	ND	ND	ND
평택(오○)	4월	깻잎	단경기	-	-	-	-	-	-	-	-
		상추	6.54	6.51	6.62	2.47	2.41	2.51	ND	ND	ND
	6월	깻잎	5.75	4.71	4.79	4.68	4.62	4.72	ND	ND	ND
		상추	7.34	7.32	7.35	6.14	6.12	6.16	ND	ND	ND
	9월	깻잎	5.87	5.85	5.89	ND	ND	ND	ND	ND	ND
		상추	5.80	5.75	5.83	2.10	2.00	2.18	ND	ND	ND
용인(송○근)	4월	깻잎(관행)	ND	ND	ND	ND	ND	ND	2	ND	2.48
	6월	깻잎(관행)	5.76	5.72	5.79	2.00	1.95	2.08	ND	ND	ND
	9월	깻잎(관행)	5.98	5.94	6.03	ND	ND	ND	1.52	ND	2
화성(서○원)	4월	깻잎(친환경)	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
	6월	깻잎(친환경)	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
	9월	깻잎(친환경)	4.88	4.85	4.89	ND	ND	ND	ND	ND	ND
화성(박○숙)	4월	상추(친환경)	3.88	3.70	4.00	ND	ND	ND	ND	ND	ND
	6월	상추(친환경)	5.38	5.33	5.42	3.63	3.61	3.65	ND	ND	ND
	9월	상추(친환경)	4.64	4.59	4.69	3.65	3.58	3.74	2.52	2.3	2.7
용인(권○일)	6월	상추(관행)	4.71	4.67	4.72	3.44	3.40	3.46	ND	ND	ND
	9월	상추(관행)	ND	ND	ND	ND	ND	ND	2.36	2	2.6
용인(김○숙)	4월	상추(관행)	5.18	5.09	5.23	ND	ND	ND	2.6	2.48	2.7
	6월	상추(관행)	6.15	6.14	6.16	3.79	3.74	3.86	ND	ND	ND

1. ND: Not Detected



(단위: log CFU/g)

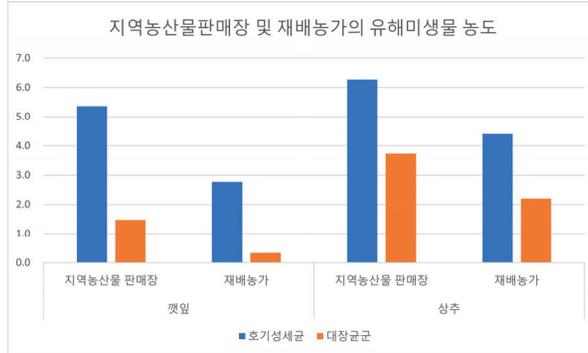


그림 1. 지역농산물판매장 및 재배농가 유해미생물 농도

(단위: log CFU/g)

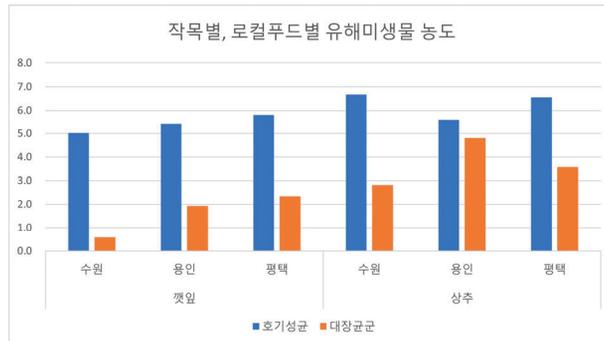


그림 2. 지역농산물판매장별 유해미생물 농도

(단위: log CFU/g)

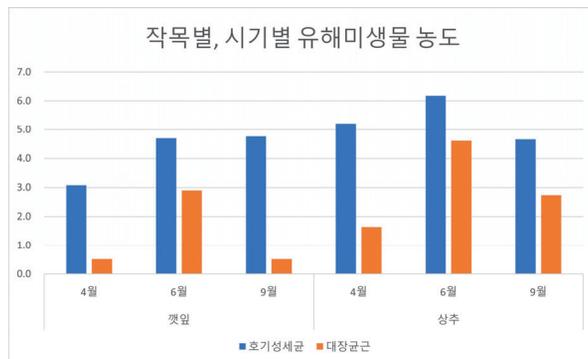


그림 3. 시기별 유해미생물 농도 변화

(단위: log CFU/g)

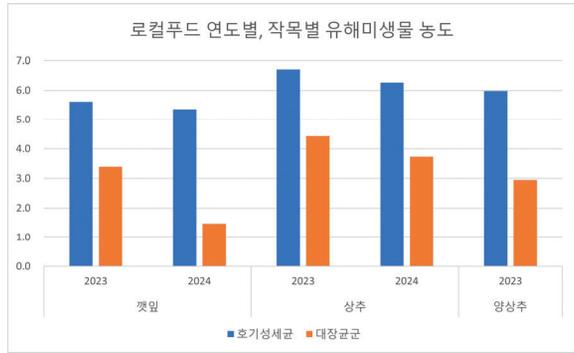


그림 4. 연도별 유해미생물 농도 변화

다. 위생지표세균 정성분석

2023년 유해미생물 정성분석 결과 *E. coli* O157:H7, *Salmonella* spp., *L. monocytogenes* 모두 검출되지 않았으며, *Bacillus cereus*는 화성중○ 로컬푸드와 화성금○ 로컬푸드 양상추를 제외하고 모두 검출되었다(표 3). 검출된 *Bacillus cereus*에 대해 독성검사를 한 결과, 장독소 유전자인 BcET, Ent FM, 용혈성 독소 유전자인 Hbl, 비 용혈성 장독소 유전자인 NheA, 세포독소 유전자인 CytK에 대해 대부분 양성반응을 보였으며, 구토형 독소인 CER은 상추를 제외하고 음성을 나타냈다(표 4).

표 3. 2023년 유해미생물 정성분석결과

수집장소	조사시기	대상 채소류	<i>E. coli</i>	<i>E. coli</i> O157:H7	<i>Salmonella</i> spp.	<i>B. cereus</i>	<i>L. monocytogenes</i>
수○	5월	깻잎	-	-	-	+	-
		상추	-	-	-	+	-
	7월	양상추	-	-	-	+	-
		깻잎	-	-	-	+	-
	9월	상추	-	-	-	+	-
		양상추	단경기	-	-	-	+
용인구○	5월	깻잎	-	-	-	+	-
		상추	-	-	-	+	-
	7월	양상추	-	-	-	+	-
		깻잎	-	-	-	+	-
	9월	상추	-	-	-	+	-
		양상추	단경기	-	-	-	+

↓. +: 검출, -: 불검출

수집장소	조사시기	대상 채소류	<i>E. coli</i>	<i>E. coli</i> O157:H7	<i>Salmonella</i> spp.	<i>B. cereus</i>	<i>L. monocytogenes</i>
화성중○	5월	깻잎	-	-	-	+	-
		상추	-	-	-	+	-
	7월	양상추	-	-	-	-	-
		깻잎	-	-	-	+	-
	9월	상추	-	-	-	+	-
		양상추	단경기	-	-	-	+
화성금○	5월	깻잎	-	-	-	+	-
		상추	-	-	-	+	-
	7월	양상추	-	-	-	-	-
		깻잎	-	-	-	+	-
	9월	상추	-	-	-	+	-
		양상추	단경기	-	-	-	+
화성농○	5월	깻잎	-	-	-	+	-
		상추	-	-	-	+	-
	7월	양상추	-	-	-	+	-
		깻잎	-	-	-	+	-
	9월	상추	-	-	-	+	-
		양상추	단경기	-	-	-	+

↓. +: 검출, -: 불검출

표 4. 2023년 작목별 바실러스 세레우스 독성 분석결과

작 목	BcET	CER	HblC	NheA	CytK	Ent FM
깻잎	+	-	+	+	+	+
상추	+	+	+	+	+	+
양상추	+	-	+	+	+	+

↓. +: 검출, -: 불검출

※ 검출키트: Bacillus cereus Toxin ID real-time PCR kit

- BcET(장독소, enterotoxin T), CER(구토형 독소, cereulide), Hbl(용혈성 독소), Nhe(비용혈성 장독소, nonhemolytic enterotoxin), CytK(Cytotoxin K, 세포독소), Ent FM(장독소, enterotoxin FM)

2024년 로컬푸드에서 판매되고 있는 상추와 깻잎의 유해미생물 오염정도를 분석한 결과 *E. coli* O157:H7, *Salmonella* spp., *L. monocytogenes* 등의 식중독 세균은 검출되지 않았으며, 위생지표 세균 중 *E. coli*가 6월에 수집한 평택 로컬 깻잎과 용인(김○숙) 농가의 상추, 9월에 수집한 평택 로컬 깻잎과 수원 로컬 상추에서 검출되었으나 모두 병원성이 없는 균인 것으로 나타났다(표 5). 유해미생물 중 *Bacillus cereus*는 검출빈도는 높았으나 평균 검출 농도는 상추 0.78, 깻잎 0.27 log CFU/g으로 농도는 낮아



식중독 위험성이 적은 것으로 나타났으며(그림 5) 바실러스 세레우스가 검출된 채소류에 대한 독성분석 결과, 장독소 유전자인 BcET, Ent FM, 용혈성 독소 유전자인 Hbl, 비용혈성 장독소 유전자인 NheA, 세포독소 유전자인 CytK에 대해 대부분 양성반응을 보였으며, 구토형 독소인 CER은 검출 빈도가 낮았다(표 6).

표 5. 2024년 유해미생물 정성분석결과

수집 장소	조사 시기	대상 채소류	<i>E. coli</i>	<i>E. coli</i> O157:H7	<i>B. cereus</i>	<i>S. aureus</i>	<i>L. monocytogenes</i>	<i>Salmonella</i> spp.
수원 (광○)	4월	깻잎	-	-	+	-	-	-
		상추	-	-	+	-	-	-
	6월	깻잎	-	-	+	-	-	-
	상추	-	-	+	-	-	-	
	9월	깻잎	-	-	+	-	-	-
		상추	+	-	+	-	-	-
			(비병원성)	-	+	-	-	-
용인 (구○)	4월	깻잎	단경기	단경기	단경기	단경기	단경기	단경기
		상추	-	-	+	-	-	-
	6월	깻잎	-	-	+	-	-	-
	상추	-	-	+	-	-	-	
	9월	깻잎	-	-	+	-	-	-
		상추	-	-	+	-	-	-
평택 (오○)	4월	깻잎	단경기	단경기	단경기	단경기	단경기	단경기
		상추	-	-	+	-	-	-
	6월	깻잎	+	-	+	-	-	-
	상추	(비병원성)	-	-	-	-	-	
	9월	깻잎	+	-	+	-	-	-
		상추	(비병원성)	-	+	-	-	-
			-	-	+	-	-	-
용인 (송○근)	4월	깻잎(관행)	-	-	+	-	-	-
	6월	깻잎(관행)	-	-	+	-	-	-
	9월	깻잎(관행)	-	-	+	-	-	-
화성 (서○원)	4월	깻잎(친환경)	-	-	+	-	-	-
	6월	깻잎(친환경)	-	-	+	-	-	-
	9월	깻잎(친환경)	-	-	+	-	-	-
화성 (박○숙)	4월	상추(친환경)	-	-	+	-	-	-
	6월	상추(친환경)	-	-	+	-	-	-
	9월	상추(친환경)	-	-	+	-	-	-
용인 (권○일)	6월	상추(관행)	-	-	+	-	-	-
	9월	상추(관행)	-	-	+	-	-	-
용인 (김○숙)	4월	상추(관행)	-	-	+	-	-	-
	6월	상추(관행)	+	-	+	-	-	-
			(비병원성)	-	+	-	-	-

↓. +: 검출, -: 불검출

표 6. 2024년 작목별 바실러스 세레우스 독성 분석결과

작 목	조사시기	시료수	<i>B. cereus</i> 검출수	독소 유전자					
				BcET	CER	HblC	NheA	CytK	Ent FM
깻잎	4월	3	3	3	ND ¹	3	3	3	3
	6월	5	5	5	2	5	5	5	5
	9월	5	5	5	1	5	5	5	5
	계	13	13	13	3	13	13	13	13
상추	4월	6	6	6	ND	6	6	6	6
	6월	6	5	5	2	5	5	5	5
	9월	5	5	5	ND	5	4	5	5
	계	17	16	16	2	16	15	16	16

1. +: 검출, -: 불검출

※ 검출키트: Bacillus cereus Toxin ID real-time PCR kit

- BcET(장독소, enterotoxin T), CER(구토형 독소, cereulide), Hbl(용혈성 독소), Nhe(비용혈성 장독소, nonhemolytic enterotoxin), CytK(Cytotoxin K, 세포독소), Ent FM(장독소, enterotoxin FM)

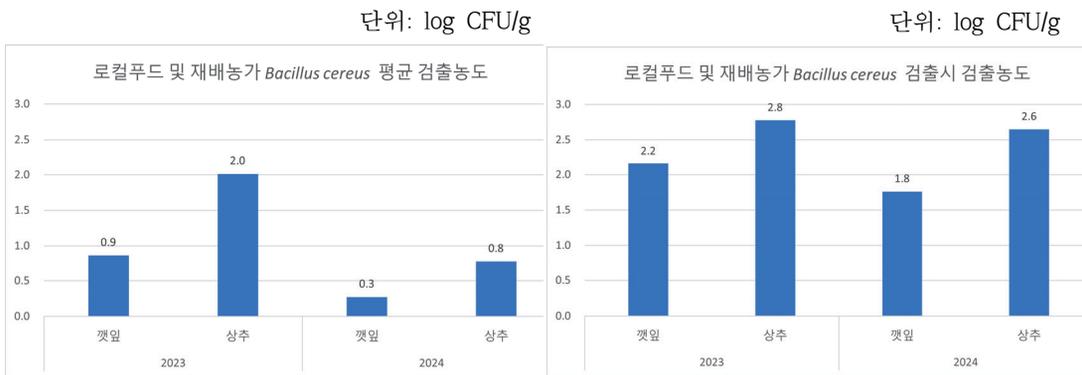


그림 5. *Bacillus cereus* 검출 농도

유해미생물 분석 결과를 현장에 효과적으로 활용하기 위하여 시군별로 운영되고 있는 5개 시군 로컬푸드의 안전성관리 현황을 조사한 결과 대부분 로컬푸드의 안전성 관리는 잔류농약에 한정되어 있었으며, 용인시농업기술센터에서만 2024년부터 유해미생물 모니터링을 시작한 것으로 조사되었다. 용인시는 농가에서 농업기술센터로 직접 의뢰하던 검사체계를 2024년부터 농가는 로컬푸드 매장으로 납품하고 로컬푸드 매장에서 시료를 샘플링해서 의뢰하는 체계로 변경하여 농가 상품판매가 지연되지 않도록 조치하였고 2024년부터 유해미생물 모니터링도 실시하여 교육에 활용하고 있었다. 화성시는 신규농가의 경우는 재배작목중 1개를 필수검사하고 유통단계에서는 랜덤으로 샘플링을 하여 잔류농약 관리를 하고 있었으며, 평택시는 2023년 상반기까지는 전품목에 대해 잔류농약에 대한 안전성 검사를 하였으나 2023년 하반기부터는

1농가당 1품목을 3개월 주기로 검사하여 관리하고 있었다. 성남시는 외부 전문 분석기관을 통해 일부 농산물에 대해서만 잔류농약 분석을 하고 있었으며, 수원시는 대부분 대표 농약성분 65종을 대상으로 간이분석을 하고 연간 80건 정도만 농약성분 463종에 대한 정밀검사를 하고 있었는데 작기 시작 시 또는 6개월 이상 안전성 검사 실적이 없는 농가는 바코드 생성이 불가능하여 판매가 불가하도록 관리하고 있었다(표 7).

시군농업기술센터와 로컬푸드 재단에서는 유해미생물 모니터링을 통해 농가관리가 가능하도록 생산단계 유해미생물 허용기준농도를 제정하고, 품목별로 문제발생 가능성이 높은 유해미생물 검사체계 구축, 잔류농약 부적합률이 높은 작목에 대한 농약 사용관리 교육이 필요하다고 건의하였고, 도시농업 인구와 소규모 농가가 많은 수원시에서는 맞춤형 농약사용 관리방안 교육이 필요하고 기준 수준 이상의 생산 환경에서 재배되는 농산물이 로컬푸드 직매장에 판매될 수 있도록 해야 하며 중금속 기준 제도화 등이 필요하다는 건의가 있었다.

경기도에는 18건의 시군별 로컬푸드 조례가 제정되어 있는데 그중 안전성과 관련된 내용이 포함된 조례가 9건이었고 그중 잔류농약 기준이 구체적으로 명시된 조례는 6건, 기준이 명시되지 않은 조례는 3건이었으며 유해미생물 기준이 포함된 조례는 없었다(표 8). 우리나라에는 생식용 농산물에 대한 미생물 기준은 없지만 외국에서의 생식용 식품에 대한 국가별 미생물 기준을 조사한 결과 일본, 미국, EU에서 일반세균수는 10^5 cfu/g 이하, 대장균군은 세척 후 불검출~ 10^2 cfu/g, 리스테리아 모노사이토제네스는 10^2 cfu/g 이하, 대장균, 살모넬라균, 황색포도상구균은 불검출 이었으며, 바실러스 세레우스는 EU에서만 10^3 cfu/g 이하를 권장하고 있었다(표 9). 위와 같은 결과를 토대로 유해미생물 관리를 시작한 용인시를 대상으로 ‘용인시 로컬푸드 육성 및 지원에 관한 조례’에 제0조(안전성 기준)을 포함시켜 달라는 정책제안을 하였다. 정책제안 내용은 로컬푸드에 유통되는 농산물은 다음 각 호의 유해성분에 대한 안전성 기준을 충족하여야 하는데 1. 농산물우수관리인증(GAP)의 잔류농약 허용기준 이하일 것. 2. 식품의약품안전처 고시 식품공전(가열조리를 하지 않고 그대로 섭취하는 가공식품)에 따라 생산단계에서 식중독균이 검출되지 않거나 기준농도 이하일 것이다.



표 7. 시군별 로컬푸드 농산물 안전관리 현황

시군 안전성관리 로컬푸드수 운영주체			특이사항	
용인	잔류농약, 유해미생물	7	농협	<ul style="list-style-type: none"> - 검사 체계: 기존) 농가에서 직접 의뢰 → 변경) 농가는 로컬에 납품, 로컬에서 시료를 샘플링 의뢰(' 24.1.1이후) - 분석량: 농협별 1회/1주일, 10~15점/회 - 센터자체 유해미생물 분석 업무 시작
화성	잔류농약	11	재단7, 농협4	<ul style="list-style-type: none"> - 신규농가 재배작목 중 1개 필수 검사 + 유통단계 랜덤 검사 - 생산단계 잔류농약 부적합시 출하지연 - 신선식품 밀키트 사업장 준공예정(' 24년) : 단기)학교급식 농산물 전처리, 장기) 캠핑용 밀키트사업 등
평택	잔류농약	6	재단4, 농협2	<ul style="list-style-type: none"> - 재단 자체 안전성 분석 예산 확보(300점) - '23년 상반기) 전품목 → '23년 하반기) 1농가당 1품목, 3개월 주기 - 먹거리안전관리사(도 농농케어사업) 2개소 배치
성남	잔류농약	2	농협	<ul style="list-style-type: none"> - 검사 체계: 정부합동지표 달성을 위해 일부만 안전성 검사 의뢰 ※ 안전성관리 체계 부족
수원	잔류농약	1	수원시	<ul style="list-style-type: none"> - 검사 체계: 간이) 대표 농약성분 65종에 대해 간이분석 정밀) 80건/년 인증기관검사(463종, 먹거리안전관리사 주관) - 분석주기: 작기 시작 시, 6개월 이상 안전성 검사 실적이 없는 농가는 바코드 생성이 불가능하여 판매할 수 없음

표 8. 시군별 로컬푸드관련 조례 내용

시 군	안전성 내용	농 약	유해미생물
가평	-	-	-
고양(규칙)	○	○(GAP 인증기준 이하)	-
광주	○	○(GAP 인증기준 이하)	-
김포	○	○(기준표시 없음)	-
남양주	-	-	-
수원	○	○(기준표시 없음)	-
안산	-	-	-
안성	○	○(GAP 인증기준 이하)	-
양주	○	○(GAP 인증기준 이하)	-
양평	-(인증기준만 표시)	-	-
연천	-	-	-
오산	-	-	-
용인	-	-	-
파주	-	-	-
평택	○	○(기준표시 없음)	-
포천	-	-	-
하남	○	○(GAP 인증기준 이하)	-
화성	○	○(식품위생법 제7조)	-
18개소	9개소	9개소 (기준표시 6, 미표시 3)	-

표 9. 국가별 생식용 식품(과일, 채소, 샐러드)에 대한 미생물 관리 기준

구 분	한국	일본	미국	EU
일반세균수	-	10 ⁵ cfu/g 이하 (세척후)	10 ⁵ cfu/g 이하	10 ⁵ cfu/g 이하
대장균군	-	불검출 (세척후)	10 ² cfu/g 이하 (세척후)	10 ² cfu/g 이하 (세척후)
장출혈성 대장균	불검출/25g	불검출	불검출	불검출
살모넬라균	불검출/25g	불검출/25g	불검출/25g	불검출
황색포도상구균	불검출/25g	불검출	-	-
리스테리아 모노사이토제네스	불검출/25g	10 ² cfu/g 이하	10 ² cfu/g 이하	10 ² cfu/g 이하
바실러스 세레우스	10 ³ cfu/g 이하	10 ⁴ cfu/g 이하	10 ⁴ cfu/g 이하	10 ³ cfu/g 이하

※ 한국: 대한민국 식품공전 ‘식품일반의 기준 및 규격 중 가열조리를 하지 않고 그대로 섭취하는 가공식품’ / 일본: 후생노동성 / 미국: 식품의약국(FDA) 가이드라인, FSMA(Food Safety Modernization Act)의 Produce Safety Rule / EU: 식품 위생 및 안전 규정(Regulation (EC) No 178/2002)

4. 적요

경기도내 로컬푸드 직매장에서 유통되거나 재배농가에서 생산되는 즉시 섭취 가능한 업체류에 대한 식중독 미생물의 잠재적인 위험성을 평가할 수 있는 기초자료로 활용하고자 유해미생물 오염정도를 모니터링하고 정량 및 정성 분석한 결과는 다음과 같다.

- 가. 지역 농산물 판매장의 위생지표 세균 정량분석 결과 호기성세균과 대장균군의 농도는 깻잎이 상추보다 낮은 경향이었으며, 4월보다는 6월 수집시료에서 높았고 9월 수집 시료에서는 다소 낮아졌으며 연차별로는 2023년에 비해 2024년에 다소 낮아지는 경향을 보였다.
- 나. 상추와 깻잎 모두 재배농가보다는 지역농산물 판매장에서의 호기성세균과 대장균군의 농도가 다소 높았다.
- 다. 2년간 유해미생물 분석결과 *E. coli* O157:H7, *Salmonella* spp., *L. monocytogenes* 등의 식중독 세균은 검출되지 않았으며, 일부 위생지표 세균 중 *E. coli*가 검출되었으나 모두 비병원성이었다.
- 라. 유해미생물 중 *Bacillus cereus*는 검출빈도는 높았으나 평균 검출 농도는 낮아 식중독 위험성이 적은 것으로 나타났으며 2023년에 비해 2024년 수집시료에서 평균 검출농도가 낮았다.
- 마. 바실러스 세레우스가 검출된 채소류에 대한 독성분석 결과, 장독소 유전자인 BcET, Ent FM, 용혈성 독소 유전자인 Hbl, 비용혈성 장독소 유전자인 NheA, 세포독소 유전자인 CytK에 대해 대부분 양성반응을 보였으며, 구토형 독소인 CER은 검출 빈도가 낮았다.
- 바. 2년간 조사결과를 종합하면 로컬푸드와 재배농가에서 재배되고 있는 상추, 깻잎은 식중독을 일으킬 수 있는 유해미생물에 대해 안전한 수준인 것으로 판단되었다.
- 사. 시군의 로컬푸드 안전관리 현황을 조사한 결과, 대부분 잔류농약에 대한 안전관리에 한정되어 있었고, 용인시농업기술센터만 2024년부터 유해미생물 모니터링을 시작하였으며, 유해미생물에 대한 농가관리가 가능하도록 생산단계 유해미생물 허용기준농도 제정, 도시농업과 소규모 농가 대상 농약사용 관리방안 교육, 중금속 항목 제도화, 기준 수준 이상의 생산 환경 유도 등이 필요하다는 건의가 있었다.
- 아. 시군별 로컬푸드관련 조례를 조사하고 생식용 식품의 국가별 미생물 기준을 조사한 결과 유해미생물 안전관리를 위한 생산단계 미생물 허용기준 설정이라는 내용으로 용인시에 정책제안을 하였다.

5. 인용문헌

- Bennett, S.D., Walsh, K.A. and Gould, L.H. 2013. Foodborne disease outbreaks caused by *Bacillus cereus*, *Clostridium perfringens*, and *Staphylococcus aureus* United States, 1998-2008. *Clin Infect Dis. an official publication of the Infectious Diseases Society of America*, 57: 425-433.
- Berger, C.N., Sodha, S.V., Shaw, R.K., Griffin, P.M., Pink, D., Hand, P. and Frankel, G. 2010. Fresh fruit and vegetables as vehicles for the transmission of human pathogens. *Environ Microbiol*, 12:2385-2397
- Harris L, Farber J, Beuchat L, Parish M, Suslow T, Garrett E, Busta F. 2003. Outbreaks associated with fresh produce: incidence, growth, and survival of pathogens in fresh and fresh cut produce. *Compr. Rev. Food Sci. Food Saf.* 2: 78-141
- Jo M.J., Jeong A.R., Kim H.J., Lee N.R., Oh S.W., Kim Y.J., Chun H.S., and Koo M.S. 2011. Microbiological Quality of Fresh-Cut Produce and Organic Vegetables. Korea. *J. Food sci. technol.* 43(1): 91-97
- Kim J.S., Bang O.K., and Ghang H.C. 2004. Examination of microbiological contamination of ready-to-eat vegetable salad. *J. Fd Hyg. Safety* 19:60-65.
- Kim M.J., and Cheigh C.I. 2021. Microbiological quality of fresh cut fruits in Korea. Korea. *J. Food sci. technol.* 53(6): 809-814
- Kim W.I., Gwak M.G., Jo A.R., Ryu S. D., Kim S.R., Ryu S.H., Kim H.Y., and Ryu J.G. 2017. Investigation of Microbiological Safety of on-farm Produce in Korea. *J. Food Hyg. Saf.* 32(1): 20-26
- KFDA, Food Code. 10-3-1-43. 2009. Korea Food and Drug Administration. Seoul, Korea
- Painter, J.A., Hoekstra, R.M., Ayers, T., Tauxe, R.V., Braden, C.R., Angulo, F.J. and Griffin, P.M. 2013. Attribution of foodborne illnesses, hospitalizations, and deaths to food commodities by using outbreak data, United States, 1998-2008. *Emerg Infect Dis*, 19:407-415
- 김영범. 2021. 로컬푸드 직매장 운영 활성화 방안. 한국식품유통학회 하계학술발표논문집. 291-304
- 윤도연. 2018. 로컬푸드 추진현황과 과제. 한국식품유통학회 하계학술발표논문집. 311-322. <https://www.gg.go.kr/contents/contents.do?cidx=987077&menuId=266027>



6. 연구결과 활용제목

- 선도적인 시군센터를 중심으로 지역농산물 판매장 업체류 및 재배농가 유해미생물 안전관리 내용이 포함된 조례개정 건의(정책제안)

7. 연구원 편성

세부과제	구분	소속	직급	성명	수행업무	참여년도	
						'23	'24
지역농산물 판매장 업체류 유해미생물 현황조사 및 관리기술 개발	책임자	환경농업 연구과	농업연구관	임성희	시험추진 및 결과정리	-	○
	공동연구자	〃	농업연구사	한정아	유해미생물 분석자료 수집	○	○
	〃	〃	〃	윤승환	유해미생물 자료 수집	○	○
	〃	〃	〃	조동현	분석장비 운영 자료수집	○	○
	〃	〃	〃	최종인	분석방법 자료수집	○	
	〃	〃	농업연구관	심상연	시험추진 및 결과정리	○	-
〃	〃	〃	박중수	과제 관리 및 추진방향 설정	○	○	