

국내 유통 중인 혼합채소샐러드 및 신선·냉동과일의 미생물 오염실태 조사

박현진¹ · 이정은¹ · 김솔아¹ · 심원보^{2,3*}

¹경상국립대학교 응용생명과학부, ²경상국립대학교 식품공학과, ³경상국립대학교 스마트팜연구소

Microbial Risk Assessment for Mixed Vegetable Salad and Fresh and Frozen Fruits Distributed in Korea

Hyun-Jin Park¹, Jeong-Eun Lee¹, Sol-A Kim¹, Won-Bo Shim^{2,3*}

¹Division of Applied Life Science, Graduate School, Gyeongsang National University, Jinju, Korea

²Department of Food Science & Technology, Gyeongsang National University, Jinju, Korea

³Institute of Smart Farm, Gyeongsang National University, Jinju, Korea

(Received July 29, 2021/Revised August 25, 2021/Accepted August 25, 2021)

ABSTRACT - In this study, the microbial levels on mixed vegetable salads, fresh fruits, and frozen fruits distributed in Korea were comparatively analyzed by food group, region, and quarter. Samples were collected from big markets in large cities from 2018 to 2019 and used for microbiological analysis. The levels of aerobic bacteria for mixed vegetable salads, fresh fruits, and frozen fruits were 6.48, 5.07, and 3.78 log CFU/g, respectively. As a result of analyzing the quarterly contamination levels of aerobic bacteria, the first quarter contamination level was 5.12 log CFU/g while the second quarter showed 6.26 log CFU/g, the third quarter 5.73 log CFU/g, and the fourth quarter 4.42 log CFU/g. A higher number of aerobic bacteria was observed in the second and third quarters when the temperature was higher. There was no difference in the number of bacteria by region. The levels of the coliform group were 1.98 – 3.93 log CFU/g in all samples, and *Escherichia coli* was detected at 1.38 log CFU/g in 3 out of 27 mixed vegetable salads. Since the mixed vegetable salad and fresh fruit used in this study exceeded the standard (3 log CFU/g) for unheated foods and *E. coli* was detected in three fresh fruits, stricter hygiene management in the manufacturing stage of salads and fresh fruit is required.

Key words : Mixed vegetable salads, Fresh and frozen fruits, Ready to eat (RTE) food, Microorganisms, Food born pathogens

최근 건강 및 편의성을 중요시 하는 소비패턴의 변화로 신선과일 및 채소를 간편하게 섭취할 수 있는 신선편의식품에 대한 수요가 증가하고 있다¹⁾. 신선편의식품의 수요가 증가한 주요한 원인은 고도의 경제성장과 사회발전, 생활수준의 향상, 독신 가구 및 핵가족의 증가로 인하여 식품 소비에서 있어서도 간편하고 편리함을 추구하는 문화의 확산에 따른 것으로 조사되었다²⁾. 또한 신선편의식품의 소비패턴을 살펴보면 연령대가 낮을수록 신선편의식품의 구입 경험률이 높은 것으로 조사되었고, 주 구입자가 기혼인 경우, 미취학 아동이 있는 가구의 비율이 높은 것

으로 나타났다³⁾. 신선편의식품을 구입하는 주된 이유로는 39.3%가 ‘음식을 조리할 시간이 부족해서 시간을 절약하기 위해서’로 가장 높았으며, ‘간편하고 쉽게 한끼를 해결할 수 있어서(26.8%)’, ‘가공식품을 구입하는 것이 식재료를 구입하여 음식을 만드는 것보다 저렴해서(14.1%)’순으로 조사되었다⁴⁾. 신선편의식품의 장점은 간편성과 가열로 인한 영양소의 파괴가 없다는 장점이 있다. 하지만 제품을 개봉 후 별도의 조리과정 없이 바로 섭취하는 제품의 특성상 생산 및 세척, 제조과정, 유통과정에 주의를 요하지 않으면 식중독 발생의 우려가 있어 철저한 위생관리가 필요한 식품군이다⁵⁾.

실제로 식중독 세균에 오염된 신선편의식품에 의한 식중독사고가 지속적으로 보고되고 있고 외국의 경우는 2011년에 미국에서 *Escherichia coli* O157:H7에 오염된 딸기에 의해 10명의 사람이 감염되었고, 1명이 사망하는 사고가 발생하였다⁶⁾. 일본에서는 2004년 300명 정도가 토마토를 먹고 *Salmonella* spp.에 의한 식중독이 발생하였고⁷⁾, 1996

*Correspondence to: Won-Bo Shim, Department of Food Science & Technology, Gyeongsang National University, Jinju, 52828, Korea
Tel: +82-55-772-1902, Fax: +82-55-772-1909
E-mail: wbsim@gnu.ac.kr

Copyright © The Korean Society of Food Hygiene and Safety. All rights reserved. The Journal of Food Hygiene and Safety is an Open-Access journal distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

년에는 일본의 학교급식에서 제공한 새싹 무순이 *E. coli* O157:H7에 오염되어 6,000명의 환자를 발생한 식중독 사고 사례가 있다⁸⁾. 우리나라의 경우 2014년부터 2018년까지 국내 여름철 식중독 발생 통계 자료에 따르면 병원성대장균(52%), *Campylobacter jejuni*(12%), *Salmonella*균(11%) 등에 의해 식중독이 발생하고 있고, 원인 식품 중 신선편의식품의 원료가 되는 양상추, 오이, 토마토 등 채소류에서 가장 높은 비율로 식중독이 발생되고 있다⁹⁾. 다른 한편으로는 신선편의식품을 구매 후 바로 섭취하지 않을 경우 외부 온도와 이동 시간에 따라 미생물 오염도가 증가한다는 연구들이 보고되고 있다¹⁰⁾. 이에 우리나라 식약처에서는 신선편의식품에 대한 식중독 세균의 관리기준을 *E. coli* O157: H7와 *Salmonella* spp. 음성, *Clostridium perfringens*, *Staphylococcus aureus*, 그리고 *E. coli* n=5, C=1, m=10, M=100, *Bacillus cereus* 1,000 CFU/g 이하로 마련하였으며, *Vibrio parahaemolyticus*의 경우에만 살균 또는 멸균 처리되지 않은 해산물 함유 제품에 대하여 100 CFU/g 이하로 정의하고 있다¹¹⁾. 국내의 경우 *Listeria monocytogenes*에 대한 기준은 현재 마련되어 있지 않은 반면에 미국은 *Salmonella* 음성, *E. coli* O157:H7 음성, *L. monocytogenes* 음성으로 정하고 있다. *L. monocytogenes*의 경우 4°C 정도의 낮은 온도에서도 증식이 가능하므로 저온에서 유통되는 신선편의식품 혼합채소샐러드, 신선과일과 냉동과일에 오염될 경우 사회적으로 큰 문제가 되는 대형 식중독 사고를 일으킬 수 있기 때문에 *L. monocytogenes*에 대한 관리가 필요한 실정이다^{12,13)}.

따라서 본 연구에서는 전국의 대형마트에 유통 중인 신선편의식품 혼합채소샐러드, 신선과일 및 냉동과일을 2018~2019년도에 걸쳐 분기별, 지역별로 구입하여, 일반 세균수, 대장균군 및 대장균, *S. aureus*, *B. cereus*, *Salmonella* spp.와 냉장 냉동 식품의 식중독 사고를 주로 일으키는 *L. monocytogenes*에 대한 분석을 실시하고, 유통단계의 혼합채소샐러드, 신선과일 및 냉동과일의 미생물 오염도를 확인하고자 하였다.

재료 및 방법

실험재료

위생지표 세균 분석을 위해 3M™ Petrifilm™ Aerobic

Count Plate (3M, St. Paul, MN, USA)와 3M™ Petrifilm™ *E. coli*/Coliform Count Plate (3M)를 사용하였다. 수집된 모든 시료를 균질화하고 회석하기 위해서는 0.85% 멸균 생리식염수를 사용하였다. *B. cereus* 균 분리를 위하여 mannitol-egg yolk polymyxin agar (MYP: Oxoid, Basingstoke, Hampshire, UK)를 사용하였다. *Salmonella* spp. 검출을 위한 1차 증균배지로는 buffered peptone water (BPW: Difco, Sparks, MD, USA), 2차 증균배지로는 rappaport-vassiliadis broth (RV broth: Difco)를 사용하였고, 균을 분리하기 위하여 xylose lysine deoxycholate agar (XLD: Oxoid)를 사용하였다. *L. monocytogenes*의 경우 증균배지로는 listeria enrichment broth (LEB: Difco)를 사용하였고, 분리배지로는 PALCAM agar (Oxoid)를 사용하였다. *S. aureus*는 10% NaCl이 첨가된 trypticase soy broth (TSB: Oxoid)를 이용하여 증균하였고 분리를 위하여 baird-parker agar (BPA: Oxoid)를 사용하였다. 수집된 시료를 분석하기 위해 사용하는 도구 및 용기, 모든 배지는 121°C 에서 15분간 고온 멸균을 진행하여 사용하였다. 또한 시료를 균질화 하기 위하여 Stomacher 80 (Lab-blender, Seward Medical, UK)를 이용하여 120초간 균질화한 후 1 mL를 시험 검액으로 사용하였다.

시료 수집

국내에서 생산·유통되고 있는 혼합채소샐러드, 신선과일 및 냉동과일의 미생물 오염도 조사를 위해 2018년에서 2019년 2년에 걸쳐 전국 권역별(서울, 인천광역시, 대전광역시, 대구광역시, 광주광역시, 부산광역시, 울산광역시)과 계절별로 대형마트에 유통 중인 혼합 채소 샐러드 27종, 신선과일 87종, 냉동과일 50종, 총 164종의 시료를 수집하였다. 수집된 시료는 온도 유지를 위하여 아이스박스에 보관하여 곧바로 실험실의 무균작업대로 옮겨 실험에 사용하였다. 시료 별로 5반복 분석을 실시하여 총 820 건의 분석을 진행하였다(Table 1). 또한 수집된 시료의 각 식품군별 보관온도 및 포장방법을 조사하였다.

위생지표세균의 측정

수집된 시료 중 일반세균수 분석은 식품공전의 방법에 따라 실시하였다¹⁴⁾. 시료 25 g을 멸균생리식염수 225 mL

Table 1. Sample numbers of mixed vegetable salad, fresh fruit and frozen fruit collected for microbiological analysis from 2018 to 2019

Foods	Regions						Total
	Seoul	Daejeon	Daegu	Gwangju	Ulsan	Busan	
Vegetable salad	4	4	5	5	3	6	27
Fresh fruit	18	12	14	13	18	12	87
Frozen fruit	7	8	8	9	9	9	50
Total	29	24	27	27	30	27	164

와 혼합하고 2분간 균질화 하였고, 균질화된 시료액을 10⁻¹-10⁻⁴배까지 희석한 후 각 1 mL를 3MTM PetrifilmTM Aerobic Count Plate에 분주하였다. 누름판으로 눌러준 후 37°C에서 48시간 배양하였고, 유효범위 15-300개 이내의 집락 수를 계수하였다. 대장균 및 대장균군 분석의 경우도 일반 세균과 동일한 방법으로 준비된 시료액 1 mL를 3MTM PetrifilmTM E.coli/Coli form Count Plate에 분주하고 37°C에서 48시간 배양한 후 기포를 동반하는 집락의 수를 계수하였다.

식중독 균 오염도 조사

각 분기별과 지역별로 수집된 혼합채소샐러드, 신선과일 및 냉동과일 시료를 식품공전상의 방법에 따라 *B. cereus*와 *S. aureus*는 정량과 정성분석, *Salmonella* spp.와 *L. monocytogenes*는 정성분석을 실시하였다. 먼저 정량분석을 위해 *B. cereus*와 *S. aureus*는 일반세균과 동일한 방법으로 균질화된 시료를 10⁻¹-10⁻⁴배까지 희석한 후 각 희석액을 MYP agar와 BPA agar에 1 mL 분주 후 도말하였고, MYP agar는 30°C에서 24시간 동안 배양 동안 배양하여 혼탁한 환을 갖는 분홍색 단일 집락을 계수하였고, BPA agar는 37°C에서 48시간 배양하여 투명한 띠로 둘러싸인 광택이 있는 검은색 단일 집락을 계수 하였다. *B. cereus*의 정성분석은 시료 25 g을 225 mL의 멸균생리식염수와 혼합한 후 MYP agar에 획선도말 하였고, 30°C에서 24시간, 배양하여 집락 형성 유무를 확인하였다. *S. aureus*는 시료 25 g을 10% NaCl이 함유된 TSB 225 mL과 혼합하고 37°C에서 24시간 증균배양 후 증균액을 BPA agar에 획선도말 하였고, 37°C에서 24시간 배양하여 집락 형성 유무를 확인하였다. *Salmonella* spp.는 시료 25 g을 BPW 225 mL과 혼합하여 37°C에서 24시간 1차 증균하였다. 1차 증균액

0.1 mL을 RV broth 10 mL에 접종하여 42°C에서 24시간 증균하고, 2차 증균액을 XLD agar에 획선도말하여 37°C에서 24시간 동안 배양 하였다. 배양 후 가운데가 검거나 혹은 검지않은 붉은집락의 형성 유무를 확인하였다. *L. monocytogenes*는 시료 25 g을 LEB 225 mL과 혼합하여 30°C에서 48시간 동안 1차 증균 하고, 증균액을 PALCAM agar에 획선도말하였다. 37°C에서 24시간 동안 배양하여 생성된 집락 중 검은색 단일집락을 확인하였다.

결과 및 고찰

식품군별 포장방법 및 진열온도

대형마트에서 유통 중인 혼합채소샐러드류, 신선과일 및 냉동과일의 시료 수집 시 식품군별 보관 온도를 확인한 결과 혼합채소샐러드류, 신선과일류는 0-10°C로 냉장진열 되고 있었으며, 냉동과일류의 경우에는 -18~-20°C로 냉동 상태로 진열되고 있는 것으로 확인되었다. 포장 방법은 대부분 단순포장의 형태로 유통되고 있었으며, 신선편의식품류 중 신선과일은 갈변억제를 위하여 modified atmosphere packaging (MAP) 또는 진공포장 형태로 유통되는 품목으로 확인되었다.

유통단계에서의 혼합채소샐러드, 신선과일 및 냉동과일류의 위생지표세균 분석

2018년과 2019년 수집한 혼합채소샐러드, 신선과일 및 냉동과일 시료의 위생지표세균 분석 결과는 Table 2에서 보는 바와 같이 혼합채소샐러드의 평균 일반세균수는 6.48 log CFU/g, 신선과일은 5.07 log CFU/g, 마지막으로 냉동과일은 3.78 log CFU/g으로 확인되었다. Abadias등¹⁵⁾이 스페인에서 유통중인 샐러드류를 분석한 결과 혼합 채소 샐

Table 2. Analysis of sanitary indicator bacteria in vegetable salad, fresh and frozen fruit

		Result of microbial analysis*						
		<1	<3	3-5	5<	Min	Max	Initial
		log CFU/g	log CFU/g	log CFU/g	log CFU/g	log CFU/g	log CFU/g	microorganism
Aerobic bacteria	Vegetable Salad	0/27	1/27	15/27	11/27	2.92	7.07	6.48
	Fresh fruit	0/87	48/87	29/87	10/87	1.43	6.81	5.07
	Frozen fruit	0/50	46/50	3/50	1/50	1.03	6.94	4.78
Coliform	Vegetable Salad	14/27	12/27	1/27	0/27	ND	4.49	3.93
	Fresh fruit	66/87	19/87	2/87	0/87	ND	3.34	3.26
	Frozen fruit	47/50	3/50	0/50	0/50	ND	2.53	1.98
<i>E. coli</i>	Vegetable Salad	27/27	0/27	0/27	0/27	ND	ND	ND
	Fresh fruit	84/87	3/87	0/87	0/87	ND	1.47	1.38
	Frozen fruit	50/50	0/50	0/50	0/50	ND	ND	ND

ND: Not detected (limit of detection<1.0 log CFU/g)

*Number of samples within the range/total samples

**B. cereus*, *L. monocytogenes*, *Salmonella*, and *S. aureus* were not detected

러드의 일반세균수는 5.4-8.5 log CFU/g으로 본 실험의 결과와 비슷한 수치를 보고하였다. Song 등¹⁶⁾도 서울지역에 유통중인 신선편의식품의 일반세균을 분석한 결과 4.47 log CFU/g으로 보고하여 본 연구의 결과보다는 낮은 수치로 확인되었다.

대장균군은 혼합채소샐러드 3.93 log CFU/g, 신선과일 3.26 log CFU/g, 마지막으로 냉동과일에서 1.98 log CFU/g 수준으로 나타났다. Jo 등¹⁷⁾의 연구에서는 대장균군이 혼합채소샐러드에서 3-5 log CFU/g의 범위로 검출되었고, 과채류에서 가장 낮은 3.8 log CFU/g으로 보고하였다. 또한 Lee 등¹⁸⁾의 연구에서는 과채가공품에서 1.18-5.72 log CFU/g으로 보고하였다. 이러한 결과를 볼 때 본 실험에서 진행한 혼합채소샐러드, 신선과일 및 냉동과일의 대장균군 수준과 유사한 것으로 확인되었다. 대장균은 수집된 혼합채소 샐러드 3점의 시료에서 검출되었고, 평균 1.38 log CFU/g 확인되었다. 대장균은 분변오염의 지표세균으로 식품공전법 상에 샐러드에서는 대장균검출을 n=5, C=1, m=10, M=100으로 규제하고 있으나, 채소를 포함한 농산물 원료 자체에 대한 법적인 미생물 규정은 아직 재정되지 않았다. Kang 등¹⁹⁾의 연구에서 샐러드에서 대장균이 평균 2.21 log CFU/g으로 확인되었고, 30점 제품 중 8점의 제품에서 대장균이 검출되었다고 보고하였다. Seo 등²⁰⁾의 연구에서도 혼합샐러드 25점 제품 중 8점의 제품에서 대장균이 검출되었고, 평균 2.26 log CFU/g으로 검출이 확인되었다. 본 실험에서 혼합채소샐러드 3점의 제품에서만 대장균이 검출되었고, 평균 대장균 검출량도 1.38 log CFU/g 앞선 실험들 보다는 낮게 검출되었다. 그러나 신선편의식품 원료의 세척과 가공, 유통 단계에 있어 위생 관리가 미흡한 것으로 확인되었다. 이상의 결과로 볼 때 본 연구에서 사용된 시료 중 냉동과일을 제외한 신선편의식품과 혼합채소 샐러드에서는 Solberg 등²¹⁾이 규정한 비가열 식품에 대한 대장균군의 안전 기준치인 3 log CFU/g 이상으로 확인되었다. 냉동과일에서도 대장균군이 3 log CFU/g 이하의 오염도를 보였을 지라도 대장균군은 장내세균과에 속하며 *Salmonella*와 *Shigella*와 같은 병원성이 있는 미생물의 존재 가능성을 가지기 때문에 보다 철저한 위생관리를 통해 제어할 필요가 있다고 판단된다. 또한 혼합채소샐러드 3점에서 대장균이 검출되었기 때문에 신선편의식품 생산현장에서의 미생물학적 안전관리에 보다 철저한 위생관리가 필요할 것으로 판단된다.

유통단계에서의 혼합채소샐러드, 신선과일 및 냉동과일 중 식중독 세균 분석

수집한 시료에 대해 식중독 세균 *S. aureus*, *B. cereus*, *L. monocytogenes* 그리고 *Salmonella* spp.의 오염여부를 분석한 결과 수집된 모든 시료에서 식중독 세균은 검출되지 않았다. 냉동과일은 과채 가공품으로 분류되며 식품공전

상에서 과채가공품에 대한 미생물 검출 기준은 대장균 n=5, C=1, m=0, M=10, *B. cereus*를 1000 CFU/g 이하, *S. aureus*는 n=5, c=0, m=0/25g으로 규제하고 있다. 그 외 *Salmonella*, *L. monocytogenes*, *E. coli* O157:H7은 음성으로 규제하고 있다. 혼합채소샐러드와 신선과일은 즉석섭취식품으로 분류되며, 식중독 세균의 기준은 *B. cereus*를 1000 CFU/g 이하, *S. aureus*는 100 CFU/g 이하로 규제하고 있다. 정성분석을 실시해야 하는 *Salmonella* spp.는 음성으로 규제하고 있다.

*B. cereus*의 경우 토양세균의 일종으로 토양 및 하수 등 자연계에 널리 분포하여, 농작물과 대부분의 식품에 쉽게 오염되어 식중독을 유발시키기도 한다. Lim 등²²⁾의 연구에서는 혼합채소샐러드에서 *B. cereus*가 평균 1.18 log CFU/g이며 표준편차 0.71 log CFU/g으로 나타났다고 보고하였다. *S. aureus*는 인간이나 동물의 피부, 소화관에 존재하며, 각종 화농성 질환과 수막염 및 폐렴 등을 일으키는 원인균이다. 특히 상처부위를 통해 체내에 침입할 경우 발병하는 경우가 많은 것으로 알려져 있다. Shim 등²³⁾이 혼합채소샐러드 120건 중 4건에서 *S. aureus*가 기준치 이상으로 검출되었다고 보고한 바가 있고, Kim 등²⁴⁾의 연구에서는 *S. aureus*가 신선편의식품에서 평균 2.78 log CFU/g의 오염도를 보였다고 보고하였다. 이러한 결과를 볼 때 신선편의식품 생산현장의 개인위생과 시설 및 도구 위생 관리의 강화가 필요한 것으로 판단된다.

본 실험의 시료의 특성상 구입 후 별도의 처리 없이 바로 섭취하는 것으로 식중독 세균에 대한 오염은 확인되지 않았으나, 혼합채소샐러드에서는 일반세균이 평균 6.48 log CFU/g으로 나타났고, 3점의 시료에서 대장균이 검출되어 충분한 미생물학적 안전관리가 수반되지 않는다면 식중독 사고의 가능성은 여전히 존재하는 것으로 판단되었다. 따라서 신선편의식품 원료의 안전성을 확보하기 위해 생산현장에서는 토양, 관개용수와 같은 농업환경, 상토 등 농작물의 위생관리를 시작으로 최종 가공-유통현장에서는 제조업체의 세척 과정과 전체 공정에 대한 관리, 제조 및 유통단계에서 철저한 위생관리가 적용되어야 할 것으로 판단된다.

분기별, 지역별 혼합채소샐러드, 신선과일 및 냉동과일의 위생지표세균 분석

본 연구에서 확인된 혼합채소샐러드, 신선과일 및 냉동과일의 일반세균 분석결과를 토대로 분기별과 지역별로 비교 분석하였다. Table 3에서 보는 바와 같이 지역별로 위생지표균을 분석한 결과 지역에 관계없이 모두 5 log CFU/g 수준으로 오염도를 확인 할 수 있었다. Choi 등²⁵⁾의 연구에서 신선채소류를 서울과 경기 남부의 15개의 대형마트와 21개의 재래시장에서 구입하여 미생물오염도를 분석한 결과에서도 대형마트와 재래시장의 일반세균 및 대

Table 3. Regional comparison of aerobic bacterial contamination on vegetable salads, fresh and frozen fruits collected for 2 years

Bacteria	Samples	Regions					
		Seoul	Daejeon	Daegu	Gwangju	Ulsan	Busan
Aerobic bacteria (log CFU/g)	Vegetable Salad	6.43±0.26	6.61±0.34	6.94±0.76	6.44±0.58	7.01±0.44	6.19±0.48
	Fresh fruit	6.01±0.32	5.37±0.44	5.06±0.21	6.27±0.24	5.48±0.57	5.94±0.47
	Frozen fruit	3.97±0.34	4.34±0.57	4.08±0.32	3.07±0.43	3.47±0.39	4.19±0.66
	Total	5.47±0.31	5.44±0.45	5.36±0.49	5.26±0.41	5.32±0.46	5.44±0.53
Coliform (log CFU/g)	Vegetable Salad	2.28±0.37	2.53±0.57	3.51±0.84	3.34±0.55	2.49±0.67	1.30±0.71
	Fresh fruit	3.38±0.14	1.32±0.66	1.91±0.77	1.27±0.64	2.27±0.47	2.62±0.58
	Frozen fruit	ND	ND	1.14±0.32	1.17±0.11	ND	ND
	Total	1.88±0.17	1.28±0.41	2.18±0.64	1.59±0.43	1.58±0.38	1.30±0.43

Table 4. Quarterly comparison of aerobic bacterial contamination on vegetable salads, fresh and frozen fruits collected for 2 years

Samples	Aerobic bacteria (log CFU/g)				Coliform (log CFU/g)			
	Quarter				Quarter			
	1	2	3	4	1	2	3	4
Vegetable salad	6.44±0.57	7.07±0.88	6.84±0.75	5.97±0.47	2.49±0.93	4.52±1.03	3.53±0.78	2.33±0.43
Fresh fruit	5.19±0.84	6.81±0.71	6.3±0.31	4.51±0.55	1.14±0.54	3.59±0.77	2.67±0.53	ND
Frozen fruit	3.73±0.15	4.9±0.32	4.05±0.28	2.78±0.17	ND	2.53±0.17	1.25±0.11	ND
Total	5.12±0.51	6.26±0.63	5.73±0.44	4.42±0.49	1.21±0.39	3.54±0.96	2.48±0.47	0.77±0.14

장균군의 오염 수위는 큰 차이가 없는 것으로 보고하였다.

다른 한편으로 분기별로 일반세균수의 차이를 비교 분석한 결과 Table 4와 Fig. 1에서와 같이 1분기의 평균 일반세균 오염도는 5.12 log CFU/g, 2분기는 6.26 log CFU/g, 3분기는 5.73 log CFU/g, 4분기는 4.42 log CFU/g으로 확인되어 평균기온이 높은 2,3분기에 더 많은 일반세균이 검출되는 것으로 확인되었다. 이는 외부 온도가 유통중인 식품에 영향을 미치는 것으로 판단되며, 대형마트 내부의 온도와 진열장의 유리문 존재 여부에 따라 차이가 나타나는 것으로 판단되었다. Park 등²⁶⁾의 연구에서도 외부온도에 따른 신선편의식품의 미생물 수를 확인한 실험 결과와 외부 온도가 높은 여름이 다른 계절에 비해 일반세균수의 오염도가 높게 나타난다고 보고 하였다. 본 실험에서도 분기별로 확인하였을 때 2,3분기의 일반세균수가 다른 분기에 비해 높게 나타나는 것으로 확인되었다. 실제 대형마트 내부의 냉·난방기의 가동 여부와 혼합채소샐러드를 구입 후 이동에 소요되는 시간에 따라 식품의 품온 변화가 발생할 수 있고 일반세균의 오염도 차이가 나타날 수 있다. Jung 등²⁷⁾의 연구에서는 채소류의 일반세균수를 측정된 결과 3월, 4월, 9월에 낮은 오염도를 나타내었고, 6,7월에 가장 높은 오염 수준을 보였다고 하였다. 이러한 결과를 볼 때 혼합채소샐러드와 신선과일등의 신선편의식품에 대해 전반적으로 유통과정에서 적절한 온도 관리는 필수적이며, 특히 구입 후 바로 섭취하지않을 경우를 위한 적절한 온도관리를 통해 대형마트의 진열온도와 비슷한 품온을 유

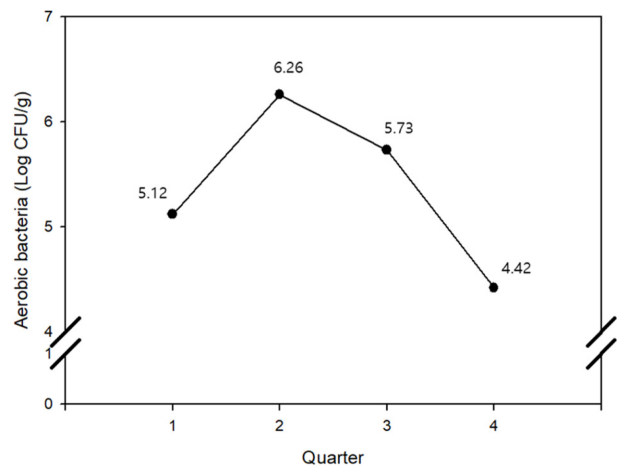


Fig. 1. Quarterly comparison of aerobic bacterial contamination on vegetable salads, fresh and frozen fruits.

지한다면 미생물의 증식에 의한 식중독 사고의 위험을 줄일 수 있을 것이라고 생각된다. 본 연구결과를 종합해보면 지역별로 수집된 시료의 미생물 오염 수준은 비슷하였고, 외부 온도에 따라 혼합채소샐러드, 신선과일 및 냉동 과일 중 일반세균수의 차이는 확인할 수 있었다, 특히 외부 온도가 높은 2,3분기에 일반세균수가 높은 것으로 확인되었다.

Acknowledgement

본 논문은 농촌진흥청 공동연구사업(과제번호: PJ015283)과 2020년도 중소벤처기업부의 기술개발사업 지원에 의한 연구임[S2901659] 연구개발비 지원에 의해 수행되었으며 이에 감사드립니다.

국문요약

국내에서 유통되고 있는 혼합채소샐러드류, 신선과일 및 냉동과일에 대해 미생물 오염 도를 식품군별, 지역별, 분기별로 비교 분석하였다. 식품군 별로 일반세균수는 혼합채소샐러드에서 가장 높은 6.48 log CFU/g, 신선과일은 5.07 log CFU/g, 냉동과일은 3.78 log CFU/g 수준으로 나타났다. 분기별 일반세균수를 비교 분석한 결과에서는 1분기 오염도는 5.12 log CFU/g, 2분기는 6.26 log CFU/g, 3분기는 5.73 log CFU/g, 4분기는 4.42 log CFU/g으로 확인되어 외부온도가 높은 2,3분기에서 조금 더 높은 일반세균수가 관찰되었다. 지역별 일반세균수의 오염은 5.26-5.47 log CFU/g으로 수준으로 지역별 차이는 확인되지 않았다. 대장균군의 경우 1.98-3.93 log CFU/g으로 나타났고, *E. coli*의 경우 혼합채소샐러드 27점 중 3점에서 평균 1.38 log CFU/g으로 검출되었다. 이러한 결과를 종합할 때 혼합채소샐러드와 신선과일은 Solberg 등²⁾이 제시한 비가열 식품의 일반세균 기준치(3 log CFU/g)를 초과한 것으로 확인되었고, 3점의 신선과일 시료에서 대장균이 검출되어 샐러드류 및 신선과일의 원료의 안전성과 제조 및 유통 단계에서의 위생관리가 보다 철저히 수행되어야 할 것으로 판단된다.

Conflict of interests

The authors declare no potential conflict of interest.

ORCID

Hyun-Jin Park <https://orcid.org/0000000162400833>
 Jeong-Eun Lee <https://orcid.org/0000000207908578>
 Sol-A Kim <https://orcid.org/0000000240557511>
 Won-Bo Shim <https://orcid.org/0000000318006091>

References

- Kim, H.Y., Oh, S.W., Chung, S.Y., Choi, S.H., Lee, J.W., Yang, J.Y., Seo, E.C., Kim, Y.H., Park, H.O., Yang, C.Y., Ha, S.C., Shin, I.S., An investigation of microbial contamination of ready-to-eat products in Seoul, Korea. *Korean J. Food Sci. Technol.*, **43**, 39-44 (2011).
- Park, G.J., Chun, S.J., Park, K.H., Hong, C.H., Kim, J.W., Survey on the foodborne illness experience and awareness of food safety practice among Korean consumers. *J. Food Hyg. Saf.*, **18**, 139-145 (2003).
- Kim, T.S., Kim, M.J., Kang, Y.M., Oh, G.N., Choi, S.Y., Oh, M.S., Yang, Y.S., Seo, J.M., Ryu, M.G., Kim, E.S., Ha, D.R., Cho, B.S., Molecular characterization and toxin profile of bacillus cereus strains isolated from ready-to-eat foods. *Korean J. Food Sci. Technol.*, **46**, 334-340 (2014).
- Alves, D., McEwen, B., Hazlett, M., Maxie, G., Anderson, N. Trends in bovine abortions submitted to the Ontario Ministry of Agriculture, Food and Rural Affairs, 1993-1995. *The Canadian Veterinary Journal*, **37**, 287 (1996).
- Shin, S.W., Rew, K., Kwak, T.K., Hazard analysis of packaged meals (Dosirak) during delivery. *J. Food Hyg. Saf.*, **5**, 85-98 (1990).
- Heaton, J.C., Jones, K., Microbial contamination of fruit and vegetables and the behaviour of enteropathogens in the phyllosphere: A review. *J. Appl. Microbiol.*, **104**, 613-626 (2008).
- Park, S.Y., Yeon, J.H., Choi, J.W., Lee, M.J., Lee, D.H., Kim, K.S., Park, K.H., Ha, S.D., Assessment of contamination levels of foodborne pathogens isolated in major RTE foods marketed in convenience stores. *Korean J. Food Sci. Technol.*, **37**, 274-278 (2005).
- Sivapalasingam S., Friedman, C.R., Cohen, L., Tauxe, R.V., Fresh produce: A growing cause of outbreak of foodborne illness in the United States, 1973 through 1997. *J. Food Prot.*, **67**, 2342-2353 (2004).
- Jung, J., Oh, K.K., Seo, S.M., Yang, S., Jung, K.S., Roh, E., Ryu, J.G., Distribution of Foodborne Pathogens from Garlic Chives and Its Production Environments in the Southern Part of Korea. *J. Food Hyg. Saf.*, **35**, 477-488 (2020).
- Kim, S.J., Sun, S.H., Kim, G.C., Kim, H.R., Yoon, K.S., Quality changes of fresh-cut leafy and condiment vegetables during refrigerated storage. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.*, **40**, 1141-1149 (2011).
- Centers for Disease Control and Prevention, (2021, JULY 15). Multistate outbreak of *E. coli* O157:H7 infections linked to romain lettuce. Retrieved from: www.cdc.gov/ecoli/2018/0157h7-04-18
- Soriano, J.M., Rico, H., Molto, J.C., Manes, J., Incidence of microbial flora in lettuce, meat and Spanish potato omelette from restaurants. *Food Microbiol.*, **18**, 159-163 (2001).
- Oh, D. H., Ding, T., Ha, S. D., Bahk, G. J., The risk estimation of *Listeria monocytogenes* for ready-to-eats fresh cut-vegetables. *J. Food Hyg. Saf.*, **24**, 50-55 (2009).
- Minsistry of Food and Drug Safety, (2021, JULY 15). microbiological test method, http://www.foodsafetykorea.go.kr/foodcode/01_03.jsp?idx=362.
- Abadias, M., Usall, J., Anguera, M., Solsona, C., Vinas, I., Microbiological quality of fresh, minimally-processed fruit and vegetables, and sprouts from retail establishments. *Int. J. Food Microbiol.*, **123**, 121-129 (2008).
- Song, B.R., Kim, S.H., Kim, J.K., Han, J.A., Kwak, H.S., Chung, K.T., Heo, E.J., Establishment of microbial criteria

- by investigation of microbial contamination in ready-to-eat foods. *J. Food Hyg. Saf.*, **32**, 348-354 (2017).
17. Jo, M.J., Jeong, A.R., Kim, H.J., Lee, N.R., Oh, S.W., Kim, Y.J., Koo, M.S., Microbiological quality of fresh-cut produce and organic vegetables. *Korean J. Food Sci. Technol.*, **43**, 91-97 (2011).
 18. Lee, B.H., Kim, I.H., Huh, K.S., Cho, K.D., Application of HACCP system on establishing hygienic standards in pizza specialty restaurant-focused on salad items. *J. Korean Home Econ. Assoc.*, **41**, 101-116 (2003).
 19. Kang, T.M., Cho, S.K., Park, J.Y., Song, K.B., Chung, M.S., Park, J.H., Analysis of microbial contamination of sprouts and fresh-cut salads in a market. *Korean J. Food Sci. Technol.*, **43**, 490-494 (2011).
 20. Seo, K.Y., Lee, M.J., Yeon, J.H., Kim, I.J., Ha, J.H., Ha, S.D., Microbiological contamination levels of in salad and side dishes distribution in markets. *J. Food Hyg. Saf.*, **21**, 263-268 (2006).
 21. Solberg, M., Buchalew, J.J., Chen, C.M., Schaffner D.W., O'Neill, K., McDowell, J., Post, L.S., Boderck, M., Microbial safety assurance system for foodservice facilities. *Food Technol.*, **44**, 68-73 (1990).
 22. Lim, G.S., Koo, M.S., Kim, H.J., Kho, Y.H., Park, K.S., Oh, S.W., Determination of statistical sampling plans for bacillus cereus in salad and Kimbab. *J. Food Hyg. Saf.*, **29**, 16-20 (2014).
 23. Shim, S.B., Ham, S.N., Kwoun, P.S., Lee, S.O., Kim, S.H., Lee, G.W., Bang, O.K., Monitoring contamination of vegetable salad and study in reduction for food poisoning. *Annu. Rep. KFDA*, **7**, 364-365 (2003).
 24. Kim, H.K., Lee, H.T., Kim, J.H., Lee, S.S., Analysis of microbiological contamination in ready-to-eat foods. *J. Food Hyg. Saf.*, **23**, 285-290 (2008).
 25. Choi, J.W., Park, S.Y., Yeon, J.H., Lee, M.J., Chung, D.H., Lee, K.H., Kim, M.G., Lee, D.H., Kim, K.S., Ha, S.D., Microbial contamination levels of fresh vegetables distributed in markets. *J. Food Hyg. Saf.*, **20**, 43-47 (2005).
 26. Park, H.J., Lee, J.E., Kim, S.A., Shim, W.B., Changes in internal and external temperature and microbiological contamination depending on consumer behavior after purchase of fresh-cut produces. *J. Food Hyg. Saf.*, **35**, 459-467 (2020).
 27. Jung, S.H., Hur, M.J., Ju, J.H., Kim, K.A., Oh, S.S., Go, J.M., Im, J.S., Microbiological evaluation of raw vegetables. *J. Food Hyg. Saf.*, **21**, 250-257 (2006).