KOREAN J. FOOD SCI. TECHNOL. Vol. 54, No. 2, pp. 235~240 (2022)
https://doi.org/10.9721/KJFST.2022.54.2.235

KOREAN JOURNAL OF
한국식품과학회지
FOOD SCIENCE AND TECHNOLOGY
©The Korean Society of Food Science and Technology

온라인에서 구매한 밀키트 제품의 미생물 오염도 조사

이승훈[1] · 남수진[1] · 김동우[1] · 김기련[1] · 박선정[1] · 이은지[1] · 제현지[1] · 구옥경[2,*]
[1]경상국립대학교 식품영양학과, [2]충남대학교 식품공학과

Investigation of microbial contamination in meal kit products purchased via online shopping

Seung Hun Lee[1], Su Jin Nam[1], Dong Woo Kim[1], Gi Ryeon Kim[1], Seon Jeong Park[1], Eun Ji Lee[1], Hyeon Ji Je[1], and Ok Kyung Koo[2,*]
[1]*Department of Food and Nutrition, Gyeongsang National University*
[2]*Department of Food Science, Chungnam National University*

Abstract In this study, the delivery conditions and microbial contamination in Mille-feuille Nabe and fresh spring roll meal kits purchased online were assessed. The average surface temperature on the product arrival was 14.4°C. The average number of total aerobic bacteria and coliforms in Mille-feuille Nabe was 3.27 log CFU/g and 1.27 log CFU/g, respectively, in meat, and 6.66 log CFU/g and 2.94 log CFU/g, respectively, in vegetables. The average number of total aerobic bacteria and coliforms in fresh spring rolls was 3.82 log CFU/g and 1.93 log CFU/g in meat, and 5.62 log CFU/g and 3.31 log CFU/g in vegetables, respectively. *Escherichia coli* was detected in bok choy and perilla leaves, with an average of 0.86 log CFU/g. *Salmonella* spp. and *E. coli* O157:H7 were not detected in any of the samples; however, *Listeria monocytogenes* was detected in all three beef samples. Therefore, before consuming meal kits, sufficient washing and heating are recommended to prevent occurrences of food poisoning.

Keywords: meal kit, online shopping, foodborne pathogens, total aerobic count, coliform

서 론

최근 식품산업은 1인 가구와 맞벌이 가정 증가, 여성의 사회진출 확대 등의 변화로 시간 대비 노동효율성이 높은 제품에 대한 선호도 증가로 간편하게 조리할 수 있는 가정간편식(Home meal replacement, HMR)의 수요가 증가하였다(Park과 Hwang, 2021). 가정간편식 시장은 2016년에는 2조 8,000억 원 규모를 형성하였고 매년 꾸준히 성장하여 2020년에는 4조 4,000억 원 규모의 시장이 형성되었다(MFDS, 2021a). 식품공전에서 즉석섭취·편의식품류는 '소비자가 별도의 조리과정 없이 그대로 또는 단순조리과정을 거쳐 섭취할 수 있도록 제조·가공·포장한 식품'으로 정의하고 있으며 신선편의식품, 즉석섭취식품, 즉석조리식품, 간편조리세트로 분류하고 있다(MFDS, 2021b). 간편조리세트 제품 중 밀키트(Meal kit)는 식사(meal)와 세트, 키트(kit)가 합쳐진 합성어로 조리하기 편리하도록 손질된 식재료와 분량의 양념, 레시피를 포함하는 반조리 식품이다. 밀키트의 특성은 식재료의 준비 과정이 필요 없고 레시피가 포함 되어있어 조리 과정을 간소화해 편리하게 조리해서 먹을 수 있어 재료 준비 과정에서 오는 스트레스를 줄여준다는 것이다(Cho 등, 2020). 밀키트 시장은 2017년 약 100억 원 규모에서 2019년 약 1,000억 원 규모로 늘어나고 있으며, COVID-19 팬데믹 이후 사회적 거리두기로 인해 외식산업의 축소와 가정 내 식사 비중의 증가로 2020년 2,000억 원 규모로 성장하였다(Eom 등, 2021). 밀키트는 가열 및 살균처리 하지 않은 신선식품 비중이 평균적으로 56%이고 메인 재료 비중은 축산물과 수산물이 약 60%와 26%로 구성되어 있다. 대부분 냉장 방식으로 생산되고 있어 유통기한이 2-7일로 비교적 짧다(MAFRA, 2021). 또한, COVID-19 팬데믹으로 언택트 소비가 증가하면서 온라인 채널을 통한 유통이 증가하고 있다. 식품공전에는 냉장제품 또는 냉동제품을 운반 및 유통할 때 적정 온도 관리를 위해 냉장 또는 냉동 차량 등 규정된 온도로 유지가 가능한 차량을 이용하거나 이와 동등 이상의 효력이 있는 방법을 이용하도록 제시하고 있다(MFDS, 2021b). 하지만 국내 온라인쇼핑몰을 이용하여 배송될 경우 스티로폼 박스 등의 포장용기에 아이스팩, 드라이아이스 등의 보냉제와 함께 배송되고 있으며 콜드체인(Cold chain) 시스템이 갖추어진 냉동·냉장 차량이 아닌 대부분 상온용 택배 차량으로 배송되는 것이 현실이다. 이와 같은 배송방법은 유통 과정에서 미흡한 온도관리로 식품 변질이 발생할 수 있다(Han, 2019). 세균에 의한 밀키트 식중독 사고는 국내에서 보고된 바 없으나, 2002년에서 2021년까지 식중독 발생 원인물질 중 식중독균에 의한 발생건수는 병원성 대장균이 649건으로 가장 많았고 다음으로 *Salmonella*가 431건을 차지하고 있다(MFDS, 2022). *Listeria monocytogenes* 경우, 2018년 같은 급식소를 사용하는 서울의 A중학교, B고등학교에서 집단 식중독이 발생하는 사고가 발생하였다(Han 등, 2019). 또한, 2014에서 2019년 여름철(6-8월) 병원성대장균 식중독 원인 식품으로 채소류(55.2%)와 육류(20.3%)

*Corresponding author: Ok Kyung Koo, Department of Food Science, Chungnam National University, Daejeon 34134, Korea
Tel: +82-42-821-6723
Fax: +82-42-821-8785
E-mail: okoo@cnu.ac.kr
Received January 21, 2022; revised February 22, 2022; accepted February 23, 2022

가 높은 비율을 차지하고 있다(MFDS, 2020). 밀푀유나베와 월남쌈 특성상 육류와 채소류 등의 혼합 재료로 이루어져 있어 식재료 간 교차오염이 발생할 수 있고 신선 채소류 비율이 높아 잠재적인 위험성을 가진다. 특히, 월남쌈은 육류를 제외한 모든 식재료가 가열을 하지 않고 세척 후 바로 섭취하기 때문에 가열 조리식품인 밀푀유나베보다 위생적인 면에서 취약할 수 있다. 또한 채소류와 육류는 한번 오염되는 경우 세척으로 완전히 제거하기 어렵기 때문에 사전에 관리가 필요하다. 따라서 본 연구는 온라인으로 판매되고 있는 밀키트 중 밀푀유나베 및 월남쌈의 미생물학적 위생실태를 확인하고자 위생지표균(일반세균수, 대장균군·대장균)과 식품매개 식인성 질환을 일으킬 수 있는 병원성 미생물(*Salmonella* spp., *Listeria monocytogenes, Escherichia coli* O157:H7)의 오염도를 조사하였다.

재료 및 방법

실험재료

본 실험은 온라인 유통되는 밀키트 중 소고기, 숙주, 배추, 청경채, 깻잎, 버섯류, 소스류(칠리소스 3종, 땅콩소스 2종)가 포함된 밀푀유나베 5종(A-E)과 양념 돼지고기, 파프리카, 당근, 양파, 적채, 칠리소스, 라이스페이퍼가 포함된 월남쌈 3종(F-H)을 각기 다른 업체에서 구매하여 실험에 사용하였다. 실험은 시료 수령과 동시에 재료의 포장재 표면 온도를 IR온도계(gm320, Benetech, Guangdong, China)를 사용해 측정하였으며, 포장상태, 배송소요시간 등의 정보를 기록하였다. 모든 실험은 수령 후 2시간 이내 완료하였으며, 2번 반복 실험이 이루어졌다.

일반세균, 대장균군 및 대장균 정량분석

일반세균수 분석을 위해 생물안전작업대에서 밀키트 내에 소분되어 있는 각 시료를 멸균된 가위와 집게를 이용하여 시료 25 g을 멸균팩에 취한 후 0.1% peptone water (PW, MB cell, Seoul, Korea) 225 mL를 가하여 균질기(BagMixer® 400, Interscience, Saint-Nom la Bretèche Arpents, France)를 이용해 2분간 균질화하였다. 검액 1 mL를 0.1% PW로 10진 희석한 후, 3M Petrifilm (Aerobic Count Plate, 3M, St. Paul, MN, USA)에 분주하여 35±1°C에서 48시간 배양하였다. 15-300개 범위 내에 생성된 붉은색 콜로니를 계수하여 log CFU/g으로 나타냈다. 대장균군 및 대장균수 분석을 위해서 일반세균수와 동일한 방식으로 희석한 후 3M Petrifilm (Coliform/*E. coli* Count Plate, 3M)에 분주하여 35±1°C에서 48±4시간 배양하였다. 15-150개 범위에서 대장균군은 기포를 형성한 붉은 집락과 푸른 집락을 계수하고, 대장균은 기포를 형성한 푸른 집락의 수를 계수하여 log CFU/g으로 나타냈다.

Salmonella spp. 정성분석

병원성 미생물 분석은 식품공전(MFDS, 2021b)의 실험법을 바탕으로 수정하여 진행하였다. 각 시료 25 g과 0.1% PW 225 mL를 가하여 균질기를 이용해 2분간 균질화한 후, 35°C에서 24시간 배양하였다(Shim 등, 2015). Buffered Peptone Water (MB cell) 10 mL에 증균액 1 mL를 더해 35°C에서 24시간 배양한 뒤, 증균한 배양액 1 mL를 Rappaport-Vassiliadis Broth (MB cell) 10 mL에 넣어 42°C에서 24시간 동안 2차 증균을 하였다. 그 후 Xylose Lysine Desoxycholate Agar (MB cell)에 획선도말 후 35°C에서 24시간 배양하여 빨간색 혹은 무색 테두리의 검은색 집락 형성여부를 확인하였다.

Listeria monocytogenes 정성분석

0.1% PW에 증균한 시료 1 mL를 *Listeria* enrichment broth (MB cell) 10 mL에 더해 30±2°C에서 24시간 배양한 뒤, 증균한 배양액 1 mL를 Fraser *Listeria* broth (MB cell)에 넣고 36±1°C에 48시간 동안 배양하여 2차 증균을 하였다. 그 후 Oxford agar (MB cell)에 획선도말 후 36±1°C에서 24-48시간 배양하여 검은색 환에 회색 집락 형성여부를 확인하였다.

Escherichia coli O157:H7 정성분석

0.1% PW에 증균한 시료 1 mL를 mEC broth (MB cell) 10 mL에 더해 36±1°C에서 24시간 배양하여 증균을 한 뒤, MacConkey Sorbitol Agar (MB cell)에 획선도말 후 37°C에서 24시간 배양하여 Sorbitol을 분해하지 않는 무색집락 형성여부를 확인하였다. 그 후 후보 균주에 대한 항원항체 반응에 의한 응집여부를 통해 O157과 H7 항체 유무를 파악하는 RIM *E. coli* O157:H7 (Remel, Lenexa, Kans, USA)를 이용해 Latex agglutination test 실시하였다.

식중독 병원성균 동정

식중독 병원성균 3종에서 양성균주로 의심되는 것을 AccuPrep® Genomic DNA Extraction kit (Bioneer, Daejeon, Korea)를 사용해 DNA를 추출하고, 16S rRNA 유전자 증폭을 위해 universal primer인 27F, 1492R을 이용하였다. 16S rRNA 유전자 염기서열 분석을 마크로젠(Macrogen, Seoul, Korea)에 의뢰하여 염기서열 분석을 통해 최종적으로 확인하였다.

통계적 분석 방법

실험결과 통계 분석은 샘플을 각각 2개씩 구매하여 시료별 3반복을 시행한 실험결과를 SPSS ver. 25 (IBM Corp., Armonk, NY, USA) 프로그램을 이용하여 일원 분산분석을 실시하였으며, Duncan's Multiple Range Test로 통계적 유의성을 검증하였다. 모든 유의적 차이는 $p<0.05$ 수준에서 분석하였다.

결과 및 고찰

온라인 밀키트 배송 시 제품 온도

본 실험이 진행된 2021년 7-8월 경남지역의 평균 기온은 26.2°C였다(KMA, 2021). 배송 형태는 보냉제 없이 냉장 탑차로 판매처에서 바로 배송된 A제품을 제외한 다른 제품들은 스티로폼 박스에 보냉제(아이스팩) 1-4개를 동봉하여 일반 택배로 배송되었다. 배송소요시간은 평균 24시간으로 배송 받은 밀키트 제품의 1차 실험과 2차 실험의 제품별 표면 온도는 Table 1과 같다. 표면 온도 범위는 7.5-23.1°C로 측정되었으며, 평균 14.4°C였다. 식품 공전에 따르면 냉장식품은 냉장온도인 0-10°C에서 보존 및 유통하여야 한다고 정의하고 있다(MFDS, 2021b). Kim(2021)의 보고에서 여름철 택배 탑차 내부 최고 온도는 38°C, 최저 온도는 24°C였으며, 아이스팩이 7개 들어갈 수 있는 스티로폼 상자의 내부온도를 아이스팩의 개수에 따라 10°C에 도달하는 시간을 분석한 결과 6개 이상일 때 20시간 이상 10°C 이하로 유지할 수 있다고 보고하였다. 본 연구 결과 온라인에서 구매한 밀키트 제품은 기준 온도보다 높게 나타났는데 이는 여름철 택배 탑차 내부 온도 상승, 제품의 포장형태, 배송 소요시간 등에 따른 영향으로 사료된다. 따라서 배송 받은 뒤 냉장보관을 하고 가능한 빨리 섭취하는 것이 권장된다.

Table 1. Surface temperature of meal kit product

	Temperature (°C)							
	A	B	C	D	E	F	G	H
1st trial	12.4±0.36	12.6±0.26	11.9±0.46	23.1±0.10	16.6±0.62	9.3±0.92	12.5±0.61	22.0±0.62
2nd trial	13.9±0.70	7.5±0.56	13.0±0.72	20.3±1.48	14.8±0.44	15.4±0.53	12.4±0.36	12.9±0.20

Table 2. Concentration of total aerobic counts in mille-feuille nabe

Samples	Total aerobic counts (log CFU/g)					
	Average	A	B	C	D	E
Beef	$3.27±0.67^{C}$	$3.23±0.21^{Cb}$	$2.97±0.59^{Cb}$	$2.88±0.44^{Db}$	$4.39±0.05^{Da}$	$2.88±0.27^{Db}$
Mushroom	$6.39±0.93^{B}$	$7.23±0.33^{ABa}$	$4.85±0.59^{Bc}$	$6.52±0.20^{Bb}$	$6.89±0.67^{Bb}$	$6.46±0.29^{Cb}$
Chinese cabbage	$6.15±0.82^{B}$	$6.04±0.09^{Ba}$	$6.21±1.95^{Ba}$	$5.85±0.26^{Ca}$	$6.27±0.33^{Ca}$	$6.40±0.12^{Ca}$
Green bean sprouts	$7.91±0.44^{A}$	$7.90±0.25^{Ab}$	$7.89±0.52^{Ab}$	$7.33±0.12^{Ac}$	$8.39±0.30^{Aa}$	$8.07±0.06^{Aab}$
Bok choy	$6.58±0.63^{B}$	$6.61±0.39^{ABa}$	$6.14±1.16^{Ba}$	$6.55±0.71^{Ba}$	$6.78±0.31^{Ba}$	$6.80±0.06^{Ba}$
Perilla leaf	$6.26±1.06^{B}$	$6.42±2.33^{Aba}$	$5.65±0.67^{Ba}$	$5.95±0.13^{Ca}$	$6.78±0.10^{Ba}$	$6.52±0.30^{Ca}$
Soy sauce	ND[1)]	ND	ND	ND	ND	ND
Chili sauce	ND	NT[2)]	NT	ND	ND	ND
Peanut sauce	$1.81±1.19^{D}$	$1.52±1.75^{Da}$	$2.10±0.12^{Ca}$	NT	NT	NT

[1)]ND: Not detected
[2)]NT: Not tested
*Values with different superscripts are statistically different ($p<0.05$). Uppercase letters designate statistical difference of values within each column, whereas lowercase letters are statistically different within each row.

Table 3. Concentration of total aerobic counts in fresh spring rolls

Samples	Total aerobic counts (log CFU/g)			
	Average	F	G	H
Seasoned pork	$3.82±0.28^{C}$	$3.94±0.15^{Ca}$	$3.49±0.02^{Db}$	$4.06±0.13^{Ba}$
Paprika	$5.27±0.48^{B}$	$5.79±0.23^{Ba}$	$5.04±0.19^{Cb}$	$4.99±0.48^{Ab}$
Carrot	$5.79±1.07^{AB}$	$6.95±0.98^{Aa}$	$5.63±0.08^{Bb}$	$4.81±0.37^{Ab}$
Onion	$6.19±1.24^{A}$	$6.58±0.21^{ABa}$	$7.34±0.20^{Aa}$	$4.65±0.65^{Ab}$
Red cabbage	$5.23±0.77^{B}$	$5.85±0.60^{Ba}$	$5.41±0.66^{BCa}$	$4.45±0.12^{ABb}$
Rice paper	$2.11±0.76^{D}$	$1.35±0.91^{Db}$	$2.38±0.20^{Ea}$	$2.63±0.12^{Ca}$
Chili sauce	ND[1)]	ND	ND	ND

[1)]ND: Not detected
*Values with different superscripts are statistically different ($p<0.05$). Uppercase letters designate statistical difference of values within each column, whereas lowercase letters are statistically different within each row.

일반세균수

밀푀유나베와 월남쌈 식재료의 일반세균수 결과는 Table 2 & Table 3과 같다. 밀푀유나베의 경우 채소류에서 평균 6.66 log CFU/g, 육류에서 평균 3.27 log CFU/g으로 나타났다. 숙주는 모든 제품에서 다른 재료들에 비해 유의적으로 높은 수치가 나타났으며($p<0.05$) 8 log CFU/g 이상인 경우도 있었다. 소스류의 경우, 땅콩소스에서 일반세균이 평균 1.81 log CFU/g으로 나타났지만 다른 종류의 소스에서는 검출되지 않았다. 월남쌈은 채소류에서 평균 5.62 log CFU/g, 육류에서 평균 3.82 log CFU/g, 라이스페이퍼에서 평균 2.11 log CFU/g으로 나타났으며, 소스류에는 검출이 되지 않았다. 밀푀유나베와 월남쌈의 모든 제품에서 육류보다 채소류에서 유의적으로 높은 일반세균 오염도를 보였으며($p<0.05$), 밀푀유나베의 경우 배추, 청경채, 깻잎에서 제품 간 유의적인 차이를 보이지 않았다($p>0.05$). 육류의 평균 일반세균수는 선행연구의 농도범위 안에서 확인되었다(Jeon 등, 2011; Ko 등, 2013). Ko 등(2013)의 연구에 따르면 서울지역 우육에서 평균적으로 정육점 3.64 log CFU/g, 백화점 5.59 log CFU/g, 대형할인점 4 log CFU/g의 일반세균수가 검출되었으며, Jeon 등(2011)의 보고에서 대형마트, 백화점, 정육점에서 판매하는 신선우육과 신선돈육에서 3-7 log CFU/g 일반세균수가 검출되었다. 농림축산식품부 고시 제2020-42호 식육중미생물검사요령(MAFRA, 2020)에 식육포장처리장, 식육판매장에서 유통되는 쇠고기와 돼지고기의 일반세균수 기준을 $5×10^{8}$ CFU/g 이하로 권장하고 있다. 본 연구에서 육류의 일반세균수는 2.97-4.39 log CFU/g으로 농림수산식품부의 권장 농도보다 낮은 농도를 보였다. Kim 등(2017)의 연구에서 국내 생산단계 버섯의 일반세균수가 2.9 log CFU/g로 확인되었고, Bae 등(2011)의 보고에서는 마트에서 구입한 채소의 일반세균수가 3-8 log CFU/g로 확인되었다. 본 연구에서 버섯은 6.39 log

Table 4. Concentration of coliforms in mille-feuille nabe

Samples	Coliforms (log CFU/g)					
	Average	A	B	C	D	E
Beef	1.27±1.17^{D}	2.04±0.27^{Bb}	1.32±1.03^{Eb}	0.25±0.50^{Cc}	2.75±0.12^{Cab}	ND
Mushroom	1.23±1.30^{D}	0.80±0.96^{Ca}	1.86±0.26^{DEa}	1.64±1.90^{Ca}	ND	1.86±1.62^{Ca}
Chinese cabbage	2.23±0.52^{C}	2.05±0.06^{Bb}	2.71±0.21^{Ca}	1.44±0.27^{Cc}	2.75±0.15^{Ca}	2.18±0.14^{Cb}
Green bean sprouts	6.81±0.88^{A}	7.09±0.04^{Ab}	7.05±0.01^{Ab}	5.20±0.10^{Ac}	7.12±0.03^{Ab}	7.60±0.11^{Aa}
Bok choy	3.35±1.62^{B}	2.88±1.15^{Ba}	3.58±0.15^{Ba}	3.98±3.27^{ABa}	1.45±1.68^{Ca}	3.02±0.03^{BCa}
Perilla leaf	3.09±1.22^{B}	2.23±0.63^{Bb}	2.14±0.28^{CDb}	2.39±0.42^{BCb}	4.67±1.18^{Ba}	4.03±0.15^{Ba}
Soy sauce	ND[1)]	ND	ND	ND	ND	ND
Chili sauce	ND	NT[2)]	NT	ND	ND	ND
Peanut sauce	ND	ND	ND	NT	NT	NT

[1)]ND: Not detected
[2)]NT: Not tested
*Values with different superscripts are statistically different (p<0.05). Uppercase letters designate statistical difference of values within each column, whereas lowercase letters are statistically different within each row.

Table 5. Concentration of coliforms in fresh spring rolls

Samples	Coliforms (log CFU/g)			
	Average	F	G	H
Seasoned pork	1.93±0.39^{D}	1.95±0.14^{Bab}	1.57±0.40^{Db}	2.27±0.28^{Aa}
Paprika	3.06±1.32^{B}	3.05±2.10^{Ba}	3.85±0.31^{Ba}	2.28±0.49^{Aa}
Carrot	4.63±1.66^{A}	6.34±0.79^{Aa}	4.94±0.21^{Ab}	2.61±0.10^{Ac}
Onion	3.08±0.85^{B}	2.67±0.50^{Bb}	4.05±0.47^{Ba}	2.54±0.58^{Ab}
Red cabbage	2.45±0.46^{BC}	2.45±0.24^{Ba}	2.41±0.49^{Ca}	2.48±0.70^{Aa}
Rice paper	ND	ND[1)]	ND	ND
Chili sauce	ND	ND	ND	ND

[1)]ND: Not detected
*Values with different superscripts are statistically different (p<0.05). Uppercase letters designate statistical difference of values within each column, whereas lowercase letters are statistically different within each row.

CFU/g으로 Kim 등(2017)의 연구보다 높은 농도로 나타났으며, 채소류의 농도는 4.45-8.39 log CFU/g으로 Bae 등(2011)의 연구와 유사한 수준을 보였다. 일반세균수는 식품의 제조 및 유통 과정에서 위생 상태를 확인할 수 있는 지표로 사용되며, 식품의 부패 척도를 판단하는 위생지표균이다(Forsythe, 2020). 국내에는 채소류에 대한 일반세균수의 기준이 설정 되어 있지 않다. Gilbert 등(2000)은 영국 Public Health Laboratory Service (PHLS)에서 신선편이 채소류 일반세균 7 log CFU/g 이하를 미생물 안전기준으로 권장한다. 본 연구에서는 A제품 버섯과 G제품 양파, 밀푀유나베의 숙주가 7 log CFU/g 이상으로 PHLS가 설정한 권장 농도 수치보다 높았다. 월남쌈 채소류의 일반세균 오염도는 평균 5.62 log CFU/g로 밀푀유나베의 채소류보다 낮은 농도를 보였다. 하지만, 월남쌈은 가열조리를 하는 밀푀유나베와 달리 세척 후 바로 섭취하기에 소비자는 세척 과정에 각별한 주의가 필요하다.

대장균군 및 대장균

밀푀유나베, 월남쌈 식재료의 대장균군 오염도 결과는 Table 4 & Table 5와 같다. 밀푀유나베의 경우 채소류에서 평균 2.94 log CFU/g, 육류에서 1.27 log CFU/g이 검출되었다. 평균적으로 육류와 버섯은 유의적인 차이가 나타나지 않았지만(p>0.05), 다른 채소류보다 낮은 오염도를 나타냈다(p<0.05). 월남쌈은 채소류에서 3.31 log CFU/g, 육류에서 1.93 log CFU/g이 검출되었으며, 라이스페이퍼와 소스류에서는 검출되지 않았다. 모든 제품에서 육류는 채소류보다 유의적으로 낮은 오염도가 나타났으며(p<0.05), 파프리카와 적채는 제품 간 유의적인 차이가 나타나지 않았다(p>0.05). 대장균군은 장내세균과에 속하며 *Salmonella*, *Shigella* 등과 같은 유해미생물과 대장균의 존재 가능성을 의미하고 있어 잠재적 위험성을 나타내고 있는 위생지표균이다(Seo 등, 2006). Shin 등(2008)의 연구에서는 초등학교 급식용 식재료로 사용되는 채소류에서 대장균군 농도가 0.70-7.40 log CFU/g의 범위로 나타났고 숙주에서 6.50 log CFU/g, 당근에서 4.34 log CFU/g 농도로 확인되었다. Hong 등(2012)은 국내 신선 채소류 대장균군이 평균 5.8 log CFU/g이며, 범위는 1.0-7.8 log CFU/g로 보고하였다. Sung 등(2017)은 단순가공 농산물의 7월의 대장균군 평균 농도가 4.0 log CFU/g으로 보고하였다. 본 연구에서 채소류의 대장균군 범위는 0.80-6.81 log CFU/g이며, 평균 3.07 log CFU/g으로 선행연구와 비슷한 수준으로 나타났다(Hong 등, 2012; Shin 등, 2008; Sung 등, 2017). Lee 등(2007)의 시중에 판매 되는 식육 오염도 평가에서 신선우육과 신선돈육 80%에서 2-5 log CFU/g이 검출되었는데 본 연구의 육류에서 평균 1.52 log CFU/g으로 선행연구의 농

Table 6. Detection of pathogenic bacteria in mille-feuille nabe

Samples	*E. coli* O157:H7	*Listeria monocytogenes*	*Salmonella* spp.
Beef	0/10 (0%)	3/10 (30%)	0/10 (0%)
Mushroom	0/10 (0%)	0/10 (0%)	0/10 (0%)
Chinese cabbage	0/10 (0%)	0/10 (0%)	0/10 (0%)
Green bean sprouts	0/10 (0%)	0/10 (0%)	0/10 (0%)
Bok choy	0/10 (0%)	0/10 (0%)	0/10 (0%)
Perilla leaf	0/10 (0%)	0/10 (0%)	0/10 (0%)
Soy sauce	0/10 (0%)	0/10 (0%)	0/10 (0%)
Chili sauce	0/6 (0%)	0/6 (0%)	0/6 (0%)
Peanut sauce	0/4 (0%)	0/4 (0%)	0/4 (0%)
Total	0/80 (0%)	3/80 (3.75%)	0/80 (0%)

도범위 안에서 확인되었다. 식품공전 상에는 밀키트와 같은 간편조리세트에 대한 대장균군 관련 기준은 없으나, 대장균에 대해서는 n=5, c=1, m=0, M=10 기준을 제시하고 있다(MFDS, 2021b). 대장균은 월남쌈에서는 검출되지 않았지만, 밀푀유나베 식재료 중 A제품의 청경채와 D, E 제품의 깻잎에서 검출되었다. 수치는 0.44-1.08 log CFU/g로 미생물 최대허용한계치 값인 M=10을 초과하였다. 채소류에서 평균 3.07 log CFU/g 검출되었으며, 특히 숙주와 당근에서 각각 6.71 log CFU/g과 4.63 log CFU/g으로 높은 수치의 대장균군이 검출되어 잠재적 위험성이 있다. 일부 식재료에서 대장균 최대허용한계치 값을 초과한 만큼 대장균에 의한 사고 예방을 위해서 세척 과정을 거친 후 섭취 및 조리하는 것이 권장된다.

병원성 미생물 오염도 분석

Table 6은 병원성 미생물에 대한 동정 결과이다. 122개 시료 중 가장 많은 양성 반응을 보인 병원성 미생물은 *L. monocytogenes*로 소고기, 버섯, 숙주, 청경채, 돼지고기 등 18개의 시료에서 나타났고, *E. coli* O157:H7는 소고기, 돼지고기, 당근, 버섯 등 8개 시료, *Salmonella* spp.는 숙주 1개의 시료에서 나타났다. 의심 균주를 순수분리하여 16S rRNA 염기서열 분석한 결과 *E. coli* O157:H7와 *Salmonella* spp.는 모두 불검출되었다. *L. monocytogenes*의 경우 3개의 시료에서 검출되었는데 모두 소고기 시료에서 검출되었다. 국내 신선우육과 돈육, 과채류에서 *Salmonella* spp., *E. coli* O157:H7, *L. monocytogenes* 등의 병원성 미생물이 검출되는 사례가 많지 않았다. Yang 등(2013)의 서울지역 식육판매업소의 신선우육과 신선돈육, Shim 등(2015)에서 경남지역의 유통되는 과채류에 대해 *Salmonella* spp., *E. coli* O157:H7, *L. monocytogenes* 오염도를 조사하였으나 검출되지 않았으며, Jeon 등(2020)의 샤브샤브 밀키트 연구에서 *Salmonella* spp.는 불검출되었으나 *L. monocytogenes* 정성적 검사에서 쇠고기, 숙주, 배추, 상추, 단호박 4개의 샘플에서 검출되었다. 간편조리세트에 대해 *Salmonella* spp., *E. coli* O157:H7 등 식중독균이 검출이 되지 않아야 한다고 식품공전에 명시되어 있으나 *L. monocytogenes*의 기준은 없다(MFDS, 2021b). 하지만 *L. monocytogenes*는 오염된 식품을 통해서 사람에게 전염되는 그람 양성 병원균으로 Listeriosis를 일으켜 주로 노인, 임산부, 신생아 및 면역력이 저하된 사람에게서 높은 치사율(20-30%)을 보이는 식중독 병원성균이다(Swaminathan와 Gerner-Smidt, 2007). 총 122개 시료 중에서 *L. monocytogenes*가 3개의 시료에 검출된 만큼 식재료 개별 포장을 통한 식재료간 교차 오염방지, 제조 및 유통 과정 간 저온 환경 조성을 통해 미생물 생장 억제 등 관리가 필요하다. *Salmonella*는 계란, 육류, 유가공품 등 오염된 식품에서 매개되며, 구토, 설사 등의 증상과 고열을 동반한다(Bang과 Kim, 2007). *E. coli* O157:H7는 주로 식품을 통해서 전파되며, 주로 덜 익은 고기, 채소 등이 원인으로 건강상태에 따라 무증상 보균, 설사, 출혈성 대장염, 용혈성 요독증후군 같은 다양한 임상 증상을 나타내는 식중독균이다(Su와 Brandt, 1995). 본 연구에서 *Salmonella* spp.와 *E. coli* O157:H7는 불검출되었지만, 증상이 치명적이며 상시 오염 가능성이 있다는 점에서 식중독 예방을 위해서 지속적인 모니터링이 필요할 것이 사료된다.

요 약

본 연구는 온라인 유통 중인 밀푀유나베 5종과 월남쌈 3종의 밀키트의 배송상태와 식재료 122개의 시료 대상으로 일반세균, 대장균군, 대장균에 대한 정량분석과, 병원성 미생물(*Salmonella* spp., *E. coli* O157:H7, *L. monocytogenes*)의 정성분석을 진행하였다. 배송형태는 하나의 제품을 제외하고 일반택배로 배송 되었고 제품 표면 온도 평균은 14.4℃이었다. 일반세균 정량분석 결과, 밀푀유나베 채소류에서 평균 6.66 log CFU/g, 육류에서 평균 3.27 log CFU/g, 땅콩소스에서 일반세균이 평균 1.81 log CFU/g로 나타났다. 월남쌈 채소류에서 평균 5.62 log CFU/g, 육류에서 평균 3.82 log CFU/g, 라이스페이퍼에서 평균 2.11 log CFU/g으로 나타났다. 대장균군·대장균의 정량 분석 결과, 밀푀유나베의 경우 채소류에서 평균 2.94 log CFU/g, 육류에서 1.27 log CFU/g이 검출되었다. 월남쌈 채소류에서 3.31 log CFU/g, 육류에서 1.93 log CFU/g이 검출되었다. 대장균은 밀푀유나베 식재료 중 청경채와 깻잎에서 검출되었으며, 평균 0.86 log CFU/g 수준으로 나타났다. 전반적으로 육류에 비해 채소류의 오염도가 높았다. 병원성 미생물의 경우 *Salmonella* spp., *E. coli* O157:H7는 모든 시료에서 불검출되었으며, *L. monocytogenes*는 소고기 3개(3.75%)의 시료에서 검출되었다. 본 연구의 결과 일부 시료에서 대장균 최대허용한계치 값을 초과하였고, *L. monocytogenes*가 검출된 만큼 식중독 사고 예방을 위해서 세척 과정을 거친 후 섭취 및 조리하는 것이 권장된다.

감사의 글

본 연구는 농촌진흥청 국가농경지환경자원관리기술개발 사업

의 지원(G24015737022021)을 받아 수행된 연구이며 이에 감사드립니다.

References

Bae YM, Hong YJ, Kang DH, Heu SG, Lee SY. Microbial and pathogenic contamination of ready-to-eat fresh vegetables in Korea. Korean J. Food Sci. Technol. 43: 161-168 (2011)

Bang JH, Kim HB. Diagnosis and clinical features of food poisoning. J. Korean Med. Assoc. 50: 592-599 (2007)

Cho M, Bonn MA, Moon S, Chang HS. Home chef meal kits: Product attributes, perceived value and repurchasing intentions the moderating effects of household configuration. J. Hosp. Tour. Manag. 45: 192-202 (2020)

Eom HR, Hwang JH, Park NH, Moon JH, Lee DM. An exploratory research of Korean meal-kit product for new product development and commercialization strategy: Focused on characteristics of meal-kit products. Culi Sci & Hos Res. 27: 15-32 (2021)

Forsythe SJ. The Microbiology of Safe Food, Third ed. Wiley-Blackwell, Hoboken, NJ, USA. p.261 (2020)

Gilbert RJ, De Louvois J, Donovan T, Little C, Nye K, Ribeiro CD, Richards J, Roberts D, Bolton FJ. Guidelines for the microbiological quality of some ready-to-eat foods sampled at the point of sale. PHLS Advisory Committee for Food and Dairy Products. Comm. Dis. Publ. Health. 3: 163-167 (2000)

Han KH. A study on safety enhancement of frozen food delivery service in Korea. Korean-Japanese J. Econ & Manag. Stud. 82: 31-54 (2019)

Han SH, Park SH, Choi SS, Jin YH, Kim HS, Kim JS, Park JH, Ryu JK, Kang MJ, Jeon SJ, Hong CK, Park SY, Oh AR, Kim YJ, Park SH, Lee JH, Oh YH. Food-borne outbreak of *Listeria monocytogenes* in school students in Seoul, Korea. J. Food Hyg. Saf. 5: 146-154 (2019)

Hong CK, Seo YH, Choi CM, Hwang IS, Kim MS. Microbial quality of fresh vegetables and fruits in Seoul, Korea. J. Food Hyg. Saf. 27: 24-29 (2012)

Jeon EB, Kim JY, Choi MS, Choi SH, Bang HJ, Park SY. Microbial contamination levels in the raw materials of home meal replacement shabu-shabu meal kit distributed in markets. J. Food Hyg. Saf. 35: 375-381 (2020)

Jeon HC, Kim JE, Son JW, Chae HS, Jin KS, Oh JH, Shin BW, Lee JH. Evaluation of the microbial contamination status and sanitation practice level in butcher's shops in Seoul. Korean J. Vet. Res. 34: 409-416 (2011)

Kim SI. Development of cool reserving packaging materials for delivery of chilled (frozen) foods. Mon. Packag. World: 53-65 (2021)

Kim WI, Gwak MG, Jo AR, Ryu SD, Kim SR, Ryu SH, Kim HY, Ryu JG. Investigation of microbiological safety of on-farm produce in Korea. J. Food Hyg. Saf. 32: 20-26. (2017)

Ko EK, Heo EJ, Kim YJ, Park HJ, Wi SH, Moon JS. Evaluation on microbiological contamination level of raw beef from retail markets in Seoul, Korea. Korean J. Food Sci. Ani. Resour. 33: 403-410 (2013)

Korea Meteorological Administration. Weather Information (2021). Available from: https://www.weather.go.kr/w/obs-climate/land/past-obs/obs-by-element.do?stn=192&yy=2021&obs=07 Accessed Dec. 25, 2021.

Lee DK, Hwang JW, Yang HJ, Jang S, Baek EH, Kim MJ, Kim JH, Lee SJ, Ha NJ. Assessment of bacterial contamination of raw meats sold in Korea, 2007. J. Env. Tox. 22: 313-320 (2007)

Ministry of Agriculture, Food and Rural Affairs (MAFRA). Regulations on microbial testing in meat (2020). Available: https://www.law.go.kr/LSW/admRulLsInfoP.do?admRulSeq=2100000189701 Accessed Dec. 29, 2021.

Ministry of Agriculture, Food and Rural Affairs (MAFRA). 2020 Food Industry Market and Consumer Trend Analysis (2021). Available from: https://www.atfis.or.kr/home/board/FB0003.do?act=read&bpoId=3650&bcaId=10008 Accessed Aug. 13, 2021.

Ministry of Food and Drug Safety (MFDS). Summer pathogenic *E. coli* food poisoning caution (2020). Available from: https://www.mfds.go.kr/brd/m_99/view.do?seq=45443&srchFr=&srchTo=&srchWord=&srchTp=&itm_seq_1=0&itm_seq_2=0&multi_itm_seq=0&company_cd=&company_nm=&page=1 Accessed Mar. 25, 2021.

Ministry of Food and Drug Safety (MFDS). Statistics on production performance of food, etc. in 2020 (2021a). Available from: https://www.mfds.go.kr/brd/m_374/view.do?seq=30205&srchFr=&srchTo=&srchWord=&srchTp=&itm_seq_1=0&itm_seq_2=0&multi_itm_seq=0&company_cd=&company_nm=&page=1 Accessed Oct. 13, 2021.

Ministry of Food and Drug Safety (MFDS). Food code (2021b). Available from: https://www.foodsafetykorea.go.kr/foodcode/01_01.jsp Accessed Nov. 24, 2021.

Ministry of Food and Drug Safety (MFDS). Food poisoning statistics (2022). Available from: https://www.foodsafetykorea.go.kr/portal/healthyfoodlife/foodPoisoningStat.do?menu_no=3724&menu_grp=MENU_NEW02 Accessed Jan. 31, 2022.

Park SJ, Hwang JH. A study on the effect of meal-kit selection properties on consumers' purchasing. Res. Inst .Soc. Sci. 28: 157-175 (2021)

Seo KY, Lee MJ, Yeon JH, Kim IJ, Ha JH, Ha SD. Microbiological contamination levels of in salad and side dishes distributed in markets. J. Food Hyg. Saf. 21: 263-268 (2006)

Shim WB, Park SG, Choi YD, Jeong MJ, Lee CW, Kim JS, Ryu JG, Chung DH. Monitoring of microbial contamination of fruits and vegetables on the markets in Gyeongnam area. J. Agric. Life Sci. 49: 97-106 (2015)

Shin WS, Hong, W. S., Lee, K. E. Assessment of microbiological quality for raw materials and cooked foods in elementary school food establishment. J. Korean Soc. Food Sci. Nutr. 37: 379-389 (2008)

Su C, Brandt LJ. *Escherichia coli* O157: H7 infection in humans. Ann. Intern. Med. 123: 698-707 (1995)

Sung G, Hwang I, Park SH, Park S, Kim BJ, Lee JH, Min SK. Study on microbiological safety of simple processed agricultural products. Korean J. Food Sci. Technol. 49: 599-604 (2017)

Swaminathan B, Gerner-Smidt P. The epidemiology of human listeriosis. Microbes. Infect. 9: 1236-1243 (2007)

Yang YM, Son JW, Choi TS, Park M, Kim JY, Lee JH, Shin BW. A survey of the microbial contamination level in butcher's shops in Seoul, Korea. Korean J. Vet. Serv. 36: 203-208 (2013)