pISSN 1229-1153 / eISSN 2465-9223 *J. Food Hyg. Saf.*
Vol. 35, No. 5, pp. 459~467 (2020)
https://doi.org/10.13103/JFHS.2020.35.5.459

Journal of Food Hygiene and Safety
Available online at http://www.foodhygiene.or.kr

대형마트 신선편의식품 소비자의 구매 후 행동에 따른 식품 내·외부 온도 및 미생물학적 오염 변화

박현진[1] · 이정은[1] · 김솔아[1] · 심원보[2,3]*

[1]경상대학교 응용생명과학부, [2]경상대학교 농화학식품공학과, [3]경상대학교 농업생명과학연구원

Changes in Internal and External Temperature and Microbiological Contamination depending on Consumer Behavior after Purchase of Fresh-Cut Produces

Hyun-Jin Park[1], Jeong-Eun Lee[1], Sol-A Kim[1], Won-Bo Shim[2,3]*

[1]*Division of Applied Life Science, Graduate School, Gyeongsang National University, Jinju, Korea*
[2]*Department of Agricultural Chemistry and Food Science & Technology, Gyeongsang National University, Jinju, Korea*
[3]*Institute of Agriculture and Life Science, Gyeongsang National University, Jinju, Korea*

(Received September 11, 2020/Revised September 28, 2020/Accepted October 9, 2020)

ABSTRACT - In this study, we investigated the changes in both ambient temperature and microbial contamination of fresh convenience foods (FCFs) caused by the behavior of consumers after purchase. According to consumer survey results, it took 0.5 to 3 h put the purchased FCF in a home refrigerator or consume it. Only aerobic bacteria and *Staphylococcus aureus* (below maximum permitted limit) were detected in FCFs obtained from a local market. During storage of FCFs in a vehicle trunk for up to 3 h. the external and internal temperatures of FCFs were found to be 19 and 18.5°C in spring, 44 and 42°C in summer, 31.3 and 29.2°C in autumn, and 17.6 and 16.8°C in winter, respectively. Changes in contamination levels of aerobic bacteria on FCFs stored in a vehicle trunk for up to 3 hours are as follows: 2.72 → 3.41 log CFU/g in spring, 3.11 → 4.32 log CFU/g in summer, 3.08 → 3.81 log CFU/g in autumn, 2.71 → 3.36 log CFU/g in winter. *S. aureus* exceeding the tolerance was detected even when the FCFs were stored in a vehicle trunk for 1 h in summer and autumn and 2 h in spring and winter. Among three boxes (corrugated box, styrofoam box, and corrugated box coated with an aluminum film), the styrofoam box maintained the lowest temperature and showed the lowest growth rate of microorganisms on FCF after storage for 3 h in the vehicle trunk depending on whether ice was added. These results indicated that the possibility of food poisoning occurs when FCFs are exposed to the external environment. It is necessary to provide guidelines regarding storage temperature and allowable time for safe consumption of FCFs after purchase.

Key words : Fresh convenience foods (FCFs), Microorganisms, Behavior of consumer

최근 우리사회의 급격한 변화로 건강 중심의 식품섭취 요구와 1인가구 증가에 따른 간편 식품의 소비가 유행하고 있다[1]. 이러한 소비자들의 선호도를 반영한 식품으로는 신선편의식품과 신선편이농산물등을 들 수 있으며 신선편의식품은 농산물이나 임산물을 세척, 박피, 절단 또는 세절 등의 단순 가공 공정을 거치거나, 단순한 식품 또는 식품첨가물을 추가한 것으로 그대로 먹을 수 있는 단순가공식품을 말한다[2]. 신선편이농산물은 소비자의 편의를 위해 바로 이용할 수 있도록 절단 가공하고 수확 당시의 신선 상태가 유지될 수 있도록 유통시키는 농산물을 말한다[3]. 신선편의식품의 경우 채소, 과일 등의 신선편이농산물을 주원료로 하여 다양한 형태로 판매되고 있다[4].

신선편의식품에 주로 사용되는 신선편이농산물 시장 규모는 5,510-6,830억 원으로 전체 농산물 시장의 3.3-3.9% 수준으로 추정되고 있으며, 점차 증가할 것으로 평가되고

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

있다[5]. 그러나 2018년 미국에서 병원성대장균이 오염된 '로메인 상추'를 섭취하여 2명이 사망하고, 58명이 감염되는 등 신선편이농산물과 관련된 식품 사고가 전체의 26%를 차지할 정도로 높아, 신선편이농산물은 식중독 관리의 주요 대상식품이 되고 있다[6,7]. 국내의 경우 국립농산물품질관리원에서 병원성미생물에 의한 농식품 식중독 사고에 대비하고 우리 농산물의 사전 예방적 안전관리를 위하여 2015년도 실시한 농산물 및 농산물 세척 용수의 병원성미생물 오염실태 조사결과를 발표하였다. 생식 채소류의 경우 상추·깻잎 등 다소비 50개 품목, 601건의 시료를 대상으로 조사한 결과 515건(85.7%)에서는 병원성미생물이 검출되지 않았고, 77건(12.8%)은 오염수준이 낮게 평가되었으며, 9건(1.5%)은 오염 우려 수준으로 병원성 미생물이 검출되었다. 검출된 병원성 미생물은 주로 *Bacillus cereus*, *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus* 순으로 높게 나타났다[8]. 식품의약품안전처는 세척 과정 없이 섭취 가능한 샐러드를 '신선편의 식품'으로 분류하여 식중독균의 잔류 허용 기준치를 *S. aureus* 10^2 CFU/g이하와 *B. cereus* 10^3 CFU/g 이하로 설정해 두고 있다. 신선편의식품으로 분류되지 않는 농산물에 대해서는 별도의 기준치가 마련되어 있지 않고 있으나, 최근 국내 신선 채소류에서 *S. aureus, B. cereus,* 그리고 *Salmonella* spp. 등의 병원성 미생물이 검출되어 농산물 안전성에 대한 문제가 지속적으로 발생하고 있다[9,10].

샐러드와 새싹채소 등이 포함된 신선편의식품은 조리시간의 절약과 간편성 그리고 가열로 인한 영양소의 파괴가 없다는 장점이 있지만, 최소한의 가공공정만을 거치기 때문에 원료 농산물이 생산 및 유통과정에서 미생물에 노출되기 쉽다[11]. 또한, 유통 과정 중 다양한 외부 환경요인에 따라 미생물 증식과 사멸이 반복되며, 생육에 유리한 환경에 노출될 때는 식중독 사고를 일으킬 수 있고[12], 유기농채소를 원료로 사용할 경우 아직까지 별도의 기준이 없으나 위해미생물의 오염에 대한 주의가 필요할 것으로 생각된다[13]. 또한 신선편의식품을 판매하는 마트나 소매업체에서는 신선편의식품 및 농산물을 냉장 보관하지 않는 경우도 종종 보고되고 있으며, 운송시 냉장 조건의 준수 미비 등 온도관리에 대한 문제도 지속적으로 발생하고 있다[14,15].

미생물오염에 의한 식중독사고의 위험성은 항상 주의가 요구됨에도 불구하고 우리나라 소비자들은 구매 후 안전관리에 대한 인식이 부족하고, 식중독 발생과의 연관성을 인지하지 못하고 있다. 실제 축산물과 수산물의 경우 구입 전까지 냉장, 냉동 조건에서 보관되며 구입 후 온도 관리를 위해 스티로폼 박스 포장 혹은 얼음을 제공하여 온도 관리를 실시하고 있으나, 신선편의식품은 구매 후 바로 섭취할 수 있는 식품이고 대부분 비살균 제품으로 식중독을 비롯한 미생물 오염에 대한 식중독 사고가 발생할 수 있음에도 불구하고 구매 후에 온도관리 등에 대한 정보가 미비하다. 이에 식품의약품안전처는 일반세균의 법적 기준치를 별도로 규제하고 있다[16].

따라서 본 연구에서는 대형마트에서 판매 중인 신선편의식품을 구매한 소비자를 대상으로 제품을 구매 후 자택에 보관 또는 섭취하기까지의 경과 시간과 교통수단을 조사하고, 그에 따른 계절별 신선편의식품의 내·외부 온도 및 이에 따른 미생물 오염 정도를 확인하고자 하였다.

Materials and Methods

미생물 실험 재료

본 연구에서 사용한 신선편의식품은 경남 진주 시내에 소재한 대형 마트에서 판매하는 신선편의식품(훈제 닭가슴 샐러드)을 구입하여 사용하였으며, 위생지표 세균 분석을 위하여 3M™ Petrifilm™ Aerobic Count Plate (3M, St. Paul, MN, USA)과 3M™ Petrifilm™ *E.coli*/*Coliform* Count Plate (3M)를 사용하였다. 병원성 미생물 분석을 위해서는 Xylose Lysine Desoxycholate agar (XLD: Oxoid, Basingstroke, Hampshire, UK), Baird-Parker agar (BPA: Oxoid), Mannitol-egg Yolk Polymyxin agar (MYP: Oxoid), PALCAM agar (Oxoid)를 사용하여 분석하였다. 희석액으로는 멸균생리식염수를 사용하였고 증균배지로는 Listeria Enrichment broth (LEB: Difco, Sparks, MD, USA), Rappaport-Vassiliadis broth (RV broth: Difco), Trypticase Soy broth (TSB: Oxoid)와 Buffered peptone water (BPW: Difco), Fraser broth (Difco)를 사용하였다. 시료를 균질화 하기 위하여 Stomacher 80 (Lab-blender, Seward Medical, Newport, UK)를 이용하여 균질화 하였고, Bio-Rad T100™ (Bio-Rad, Singapore)을 이용해 Polymerase Chain Reaction (PCR)을 진행하였다.

설문조사

대형마트에서 신선편의식품을 구매한 소비자를 대상으로 제품의 선택 후 매장에서부터 자택 귀가 후 냉장고에 보관 또는 섭취하기까지 소요되는 시간과 교통수단을 조사하기 위하여 2019년 3월부터 2020년 2월까지 봄, 여름, 가을, 겨울 20명씩 총 80명을 대상으로 각 항목(연령대, 교통수단, 성별, 냉장보관까지 소요시간 등)에 대하여 설문조사를 진행하였다.

시료준비

설문조사를 바탕으로 신선편의식품을 마트에서 구매 후 자택의 냉장고에 보관 또는 섭취에 소요되는 시간을 30분부터 최대 3시간까지로 설정하였다. 시료는 자가차량을 이용한다는 가정하에 대형마트에서 구입한 훈제닭가슴샐러드 시료들을 무균시험대에서 지퍼백에 모두 합하여 차량 트렁크 내에 보관하면서 1시간 간격으로 최대 3시간 까지 시료를 수집하였고, 외부온도 및 차량의 트렁크 내부온도와 시료의 품온을 측정하였다.

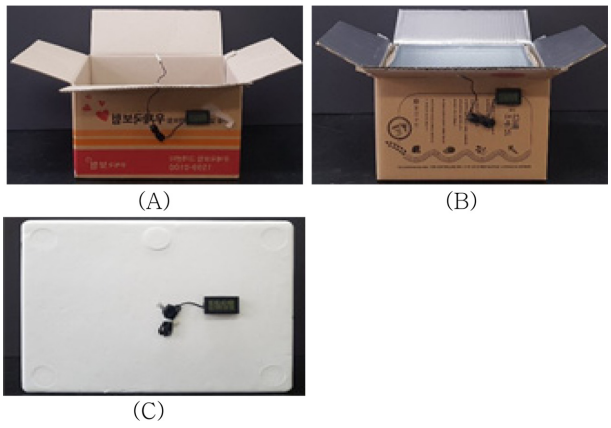

Fig. 1. Types of packing boxes usually used to carry the purchased fresh convenience food and other foods. (A) corrupted box, (B) corrupted box coated with aluminium film, (c) styrofoam box.

소비자의 운반 방법에 따른 신선편의식품의 온도 및 미생물 변화

소비자가 신선편의식품을 구매 후 마트에서 자택으로 이동하는 과정에 이용할 수 있는 포장 방법으로는 주로 마트에 비치된 폐종이박스를 이용하고 있다. 운반방법에 따른 미생물 변화를 확인하기 위하여 신선편의식품을 자택으로 이동하는데 주로 사용하는 종이박스와 스티로폼 박스, 내부가 알루미늄으로 코팅되어 보온·보냉이 가능한 종이박스를(Fig. 1) 이용하여 얼음 첨가여부에 따른 이동용기 내, 외부의 온도변화를 1시간 단위로 전자온도계를 이용하여 측정하였다. 사용한 각 용기 규격은 종이박스 35×25×21 cm^3 (A), 알루미늄 필름 포장재 1종 35×25×20 cm^3 (B), 스티로폼 박스 30×20×20 cm^3 (C)로 확인되었다. 각각의 상자들은 차량의 트렁크에 최대 3시간까지 보관 하였으며, 각 포장방법 별 미생물 증식 확인실험에는 병원성 미생물 검사 결과에서 검출된 *S. aureus*를 사용하였다. *S. aureus*를 TSB에 1.0 log CFU/g을 접종한 후 트렁크에 보관하면서 시간 경과에 따른 균수를 정량평가 하였다.

위생지표세균의 측정

일반세균수 측정

일반세균수는 식품공전에 따라 시료 25 g에 멸균생리 식염수 225 mL와 혼합하고 2분간 균질화 하였다[17]. 균질화된 시료액을 10^{-1}-10^{-4}배까지 희석한 후 각 1 mL를 3M™ Petrifilm™ Aerobic Count Plate에 분주하였고, 누름판으로 눌러준 후 37°C에서 48시간 배양한 후 유효범위 30-300개 이내의 집락 수를 계수하였다.

대장균군과 대장균 측정

일반세균과 동일한 방법으로 준비된 시료액 1 mL를 3M™Petrifilm™ *E.coli/Coli* form Count Plate에 분주하고 37°C에서 48시간 배양한 후 기포를 동반하는 집락의 수를 계수하였다.

병원성 미생물 확인

정량실험

차량내 트렁크에 보관하면서 1시간 단위로 수집된 신선편의식품 시료를 식품공전상의 방법에 따라 *B. cereus*와 *S. aureus*를 정량실험을 진행하였다. 먼저 *B. cereus*는 일반세균과 동일한 방법으로 균질화된 시료를 MYP배지에 1 mL 분주 후 도말하고, 30°C에서 24시간 동안 배양 후 혼탁한 환을 갖는 분홍색 단일집락을 계수하였다. *S. aureus*도 앞선 방법과 동일하게 시료 25 g을 멸균생리식염수 225 mL와 혼합하고, BPA배지에 1 mL 분주 후 도말하여 37°C에서 48시간 동안 배양하였다. 그 후 투명한 띠로 둘러싸인 광택이 있는 검은색 집락을 계수 하였다.

정성실험

*L. monocytogenes*와 *Salmonella* spp.는 식품공전상의 방법에 따라 정성실험을 실시하였다. *L. monocytogenes*는 시료 25 g을 LEB 225 mL와 혼합하여 30°C에서 48시간 동안 1차 증균 하고, 증균액을 PALCAM배지에 획선도말하였다. 37°C에서 24시간 동안 배양하여 생성된 집락 중 검은색 단일집락을 확인하였다. *Salmonella* spp.는 시료 25 g을 BPW 225 mL와 혼합하여 37°C에서 24시간 1차 증균하였다. 1차 증균액 0.1 mL를 RV broth 10 mL에 접종하여 42°C에서 24시간 증균하고, 2차 증균액을 XLD배지에 획선도말하여 37°C에서 24시간 동안 배양 한다. 배양 후 가운데가 검거나 혹은 검지않은 붉은집락의 형성 유무를 확인하였다.

확인실험

병원성 미생물 별 선택배지상에서 나타나는 집락중 단일 집락은 TSB, *S. aureus*만 10% NaCl TSB에 접종하여 37°C에서 24시간 증균 후 PCR을 통해 확인하였다. 선택배지상에서 분리 확인된 식중독 세균을 TSB에 증균시키고 멸균 phosphate buffer saline (PBS 1X, pH7.4)로 세척하였고, DNA 추출을 위해 Tissue Genomic DNA Isolation Kit Mini (Cosmogenetech, Seoul, Korea)를 사용하여 제조사의 매뉴얼에 따라 DNA를 추출하였다. PCR방법에는 TaKaRa Ex Taq (TaKaRa, Kusatsu, Japan)을 이용하였으며, 반응조건과 target gene, primer는 Table 1에서 보는 것과 같은 조건으로 PCR을 진행하였다[18-22]. PCR에 의한 증폭생성물은 1.2% agarose gel 전기영동을 이용하여 확인하였다.

Table 1. Primer sets and amplification conditions used for the polymerase chain reaction (PCR)

Microorganism	Primer sequence (5'-3')	Product size	Target gene	Thermal cycle program
S. aureus	5'-GCGATTGATGGTGATACGGTT-3' 5'-AGCCAAGCCTTGACGAACTAAAGC-3'	267 bp	*nuc*	Initial denaturation 94°C 3 min, ×37 cycles denaturation 94°C 1 min, annealing 55°C 30 s, elongation 72°C 90 s, extension 72°C, 3.5 min.
L. monocytogenes	5'-TGCAAGTCCTAAGACGCCA-3' 5'-CACTGCATCTCCGTGGTATACTAA-3'	113 bp	*fliC*	Initial denaturation 94°C 5 min, ×30 cycles denaturation 94°C 1 min, annealing 55°C 1 min, elongation 72°C 2 min, extension 72°C 5 min.
S. Typhimurium	5'-ACTGCTAAAACCACTACT-3' 5'-TTAACGCAGTAAAGAGAG-3'	495 bp	*invA*	Initial denaturation 94°C 5 min, ×30 cycles denaturation 90°C 1 min, annealing 51.5°C 30 s, elongation 72°C 1 min, extension 72°C 7 min.
B. cereus	5'-CGTGCCGATTTAATTGGGGC-3' 5'-CAATGTTTTAAACATGGATGCG-3'	558 bp	*bceT*	Initial denaturation 94°C 5 min, ×35 cycles denaturation 94°C 20 s, annealing 55°C 20 s, elongation 72°C 20 s, extension 72°C 5 min

Results and Discussion

설문조사

신선편의식품을 구매한 소비자들의 행동패턴을 파악하기 위하여 각 계절별로 신선편의식품을 구매한 20명(총 80명)을 대상으로 설문조사를 진행한 결과, 설문 대상자는 여성 77.5% (62명/80명), 남성 22.5% (18명/80명)의 비율로 나타났으며, 연령대는 20대 7.5% (6명), 30대 31.25% (25명), 40대 47.5% (38명), 50대 11.25% (9명), 60대 이상 2.5% (2명)까지 그 범위가 다양하였다. 또한 신선편의식품 구매자들의 교통수단을 조사한 결과 대부분 자가용 41.2% (33명)을 이용하였고 그 외에 버스 25% (20명), 택시 21.2% (17명), 도보 12.5% (10명)로 나타났다. 또한 신선편의식품을 구매 후 얼음을 2.5% (2명)이 사용하였고 그 외 97.5% (78명)은 사용하지 않는 것으로 확인되었다(Table 2). 소비자가 마트에서 쇼핑을 마친 후 자택까지 소요되는 시간은 Fig. 2에서 보는 것과 같이 30분이내 43.75% (35명), 30분에서 1시간 33.75% (27명) 으로 나타났고, 식사 및 개인활동 후 자택으로 이동하는 경우에는 최대 3시간 22.5% (18명)으로 확인되었다.

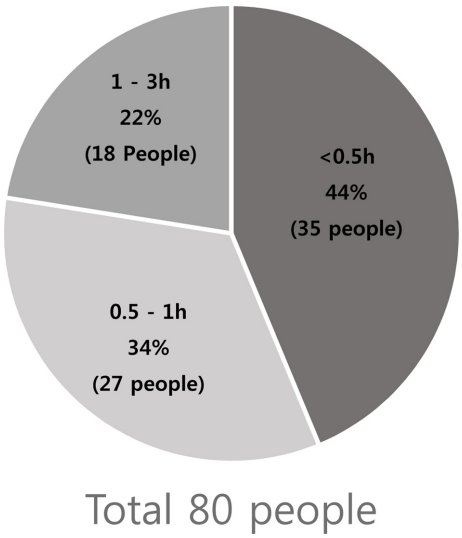

Fig. 2. Time required to reach at home or consume after purchase.

신선편의식품 구매 후 외부 노출 시간에 따른 온도 및 미생물 변화

설문조사 결과에서 자가용을 이용하는 비율이 가장 높았고, 신선편의식품을 선택 후, 자택으로 귀가시에 카페 혹은 식당을 이용하는 경우 최대 3시간 가량 차량에 보관되는 경우도 있는 것으로 확인되었다. 따라서 신선편의식품이 온도관리가 되지 않은 상태로 외부에 최대 3시간까지 노출되는 것으로 조건으로 설정하여 외부온도에 따른 미생물학적 오염 변화를 관찰하였다. 차량 트렁크에서 보관한 신선편의식품(훈제 닭가슴 샐러드)의 보관시간에 따른 온도 및 미생물 변화를 확인한 결과 Fig. 3에서 보는 바와 같이 제품 진열대의 초기 온도는 4°C이하로 설정되어 있으나, 제품선택 후 품온을 측정하였을 경우 초기 진열대의 설정온도 보다 높은 품온을 가지는 것을 확인하였다. 또한 제품 선택 후 마트 내.외부 이동시 상온 노출 시간에 따라 제품의 품온은 상승하는 것으로 나타났다. 각

Table 2. General characteristics of purchaser's behavior patterns

Survey category	Example	Season (80 people) [1]				Total (%)
		Spring (20)	Summer (20)	Fall (20)	Winter (20)	
Gender	Male	3	6	5	4	18 (22.5%)
	Female	17	14	15	16	62 (77.5%)
Age	20-29	2	1	2	1	6 (7.5%)
	30-39	6	7	5	7	25 (31.25%)
	40-49	8	9	12	9	38 (47.5%)
	50-59	3	3	1	2	9 (11.25%)
	60 ≤	1	0	0	1	2 (2.5%)
Transportation	Private car	7	8	10	8	33 (41.2%)
	Taxi	5	4	2	6	17 (21.2%)
	Bus	7	6	2	5	20 (25%)
	Walk	1	2	6	1	10 (12.5%)
Time to refrigerate and consume (h)	< 0.5	12	6	6	11	35 (43.7%)
	0.5-1	5	3	12	7	27 (33.7%)
	1-3	3	11	2	2	18 (22.5%)
Use of ice	Yes	0	2	0	0	2 (2.5%)
	No	20	18	20	20	78 (97.5%)

[1] 20 respondents for each season (total 80).

Table 3. Changes in contamination level of microorganisms on the FCF stored in a vehicle trunk for each season

Bacteria[1]	Season	Initial microorganism	Storage in vehicle trunk (h)		
			1	2	3
Aerobic bacteria (log CFU/g)	Spring	2.72	2.97	3.34	3.41
	Summer	3.11	3.32	3.86	4.32
	Fall	3.08	3.22	3.62	3.81
	Winter	2.71	2.96	3.34	3.36
Staphylococcus aureus (log CFU/g)	Spring	ND	ND	2.28	2.49
	Summer	ND	2.36	2.59	2.92
	Fall	ND	2.32	2.43	2.78
	Winter	ND	ND	2.23	2.45

ND: Not detected (limit of detection<1.0 log CFU/g).
[1] Other pathogenic bacteria, such as Coliform, *E. coli, L. monocytogenes, B. cereus, Salmonella spp.* were not detected.

계절 별로 차량 트렁크 내부 최고 온도가 봄(3월) 19℃, 여름(7월) 44°C, 가을(9월) 31.3°C, 겨울(2월) 17.6°C로 차이가 나타났으며, 신선편의식품의 품온은 최대 봄 18.5°C, 여름 42°C, 가을 29.2°C, 겨울 16.8°C로 확인되었다. 특히 여름의 경우 차량 트렁크 내부의 온도가 최대 44°C까지 증가함에 따라 신선편의식품의 품온이 최대 42°C까지 측정되어 미생물이 증식할 수 있는 배양온도와 유사하였다. 계절별로 차량의 트렁크에 신선편의식품을 최대 3시간까지 보관하면서 위생지표세균 변화를 확인한 결과 Table 3에서 보는것과 같이 위생지표세균 중 일반세균을 제외한 대장균 및 대장균군은 불검출로 나타났다. 일반세균의 경우 봄에는 2.72 log CFU/g에서 3.41 log CFU/g으로, 여름에는 3.11 log CFU/g에서 4.32 log CFU/g을 나타내었으며, 가을과 겨울은 각각 3.08 log CFU/g에서 3.81 log CFU/g, 2.71 log CFU/g에서 3.36 log CFU/g으로 증가하는 것을 확인할 수 있었다. 이와 유사하게 Cho 등[23]의 연구에서도 상온에서 보관중인 제품의 균수가 크게 증가하는 것으로 보고하였고, 본 연구에서도 차량 트렁크에 신선편의식품을 보관하는 동안 신선편의식품에서 미생물이 증식하는 동일한 결과를 얻을 수 있었다. 식중독균의 경우는 *S. aureus*만

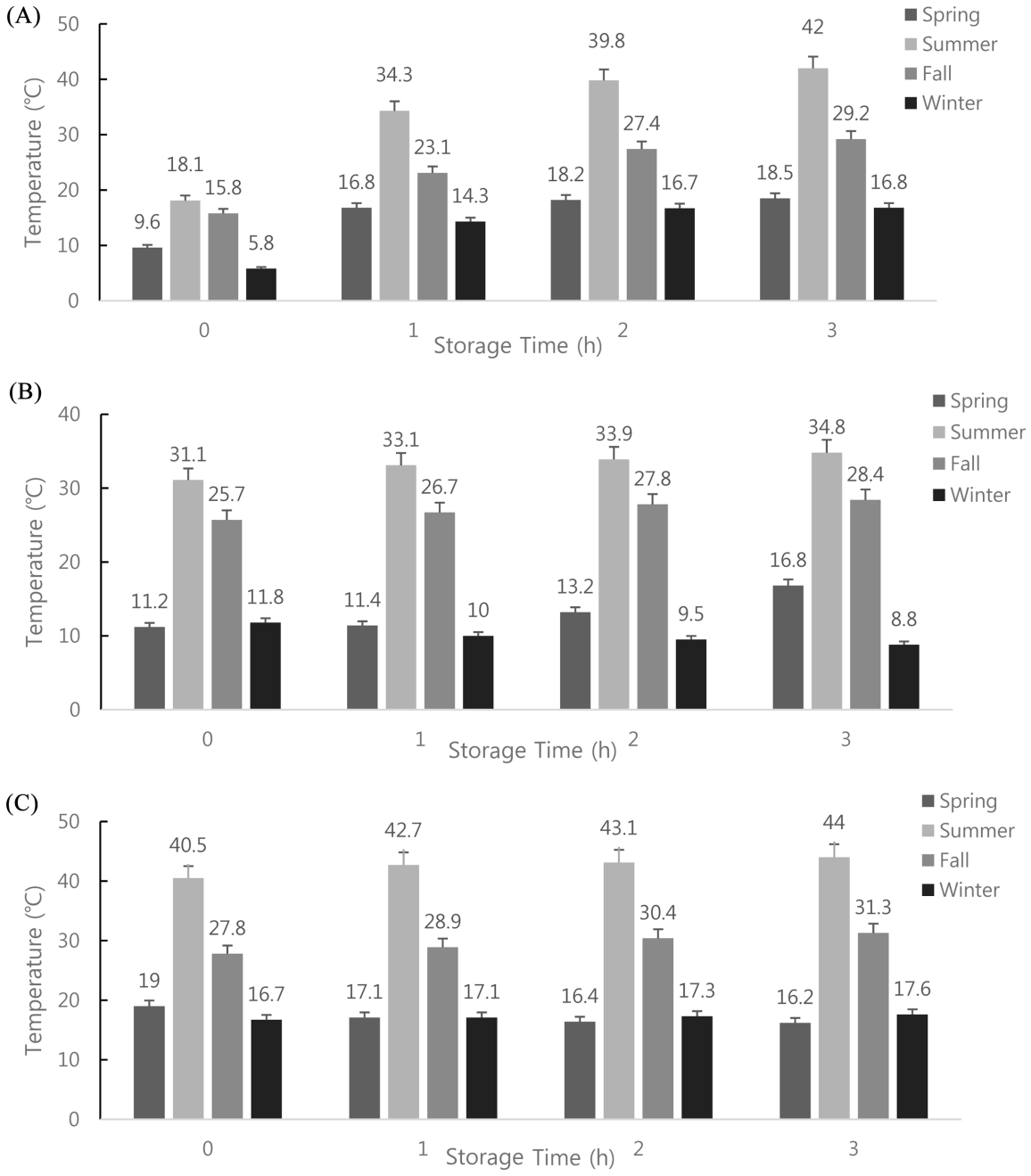

Fig. 3. Measurement of internal temperature of fresh convenience foods (A), atmosphere temperature (B), and vehicle trunk (C) temperature by four seasons.

이 양성으로 확인되었고, 그 외 *B. cereus, Salmonella spp., L. monocytogenes*는 모두 음성으로 확인되었다. *S. aureus*의 경우 PCR을 통한 확인시험결과 양성으로 확인되었다(Fig. 4). *S. aureus*는 구입당시에는 모두 불검출이였으나, 비교적 외부온도가 높게 확인된 여름과 가을철에는 신선편의식품을 차량이나 트렁크에 1시간만 보관하더라도 *S. aureus*가 검출되는 것을 확인할 수 있었고, 봄과 겨울에도 2시간 이상 차량 트렁크에 보관하였을 때, 식품공전상에서 허용한계치인 2.0 log CFU/g 수준 이상으로 나타났다(Table 3). Jo 등[24]의 연구에서 국내 신선편의식품 중 혼합샐러드의 일반세균수는 1.5-8.4 log CFU/g으로 나타났고, Abadias 등[25]이 유럽의 유통중인 신선편의샐러드류를 분석한 결과 일반세균수가 5.4-8.5 log CFU/g으로 측정되었다. 본 연구에서 사용된 시판되는 신선편의식품의 미생물 오염수준(2.7-4.3 log CFU/g)은 안전한 것으로 확인되었으나 소비자가 구입 후 차량이나 외부에서 장시간 보관하였

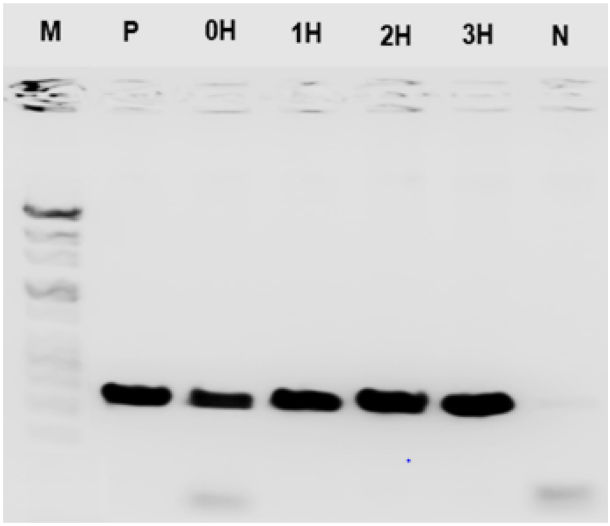

Fig. 4. PCR products obtained after amplification of DNA extracted from smoked chicken breast salad. M: 1 kb size marker, P: *nuc* gene positive control (amplicon size; 267bp), 0 h - 3 h: Fresh-cut-produce isolated from smoked chicken breast salad in summer, N: negative control.

을 때 *S. aureus* 오염 및 증식이 확인되어 식중독 사고의 위험성을 확인할 수 있었다. Kim 등[26]의 실험 결과와 본 실험 결과를 비교해 볼 때 상온 보관 보다는 냉장보관 온도로 이동 및 보관하는 것이 식품의 신선도를 오랫동안 유지시켜 줄 수 있는 방법으로 판단되었다. 그러므로 신선편의식품이 생산에서 마트에 진열되기까지 적절한 온도에서 관리되었다고 하더라도 소비자가 구매 후 귀가하는데 1-2시간 이상 소요되는 경우 신선편의식품 내 위생지표 세균과 *S. aureus*의 증식이 가능하고, 신선편의식품의 섭취에 의한 식중독 사고가 발생할 수 있는 가능성을 확인하였다. 신선편의식품의 안전한 섭취를 위해 보관 온도나 시간에 대한 가이드라인과 온도 관리가 가능한 이동용기 사용을 통해 식품의 안전성을 높이는 방법에 대한 홍보가 필요할 것으로 판단된다.

이동용기에 따른 신선편의식품의 내부 온도 변화 및 미생물 변화

신선편의식품 구매 후 상온 노출에 따른 미생물 오염도가 증가가 확인되었고, 이에 대한 식품 안전성 확보를 위하여 이동에 적합한 이동용기와 얼음 포함 유무에 따른 온도, *S. aureus*의 증식유무를 확인하였다. 대형마트에서 구입 후 소비자 편의를 위해 이동 용기로 많이 제공되고 있는 종이박스 1종과 스티로폼 박스 1종, 내부가 알루미늄필름으로 코팅된 박스 1종을 이용하여 얼음의 포함여부에 따라 포장 후 차량 트렁크에 3시간 동안 보관하면서 내부의 온도변화와 미생물의 변화를 확인하였다. 이동용기 온도변화 실험은 9월에 진행되었고, 외부온도는 27.7°C로 확인되었다. 그 결과 Fig. 5에서 보는 바와 같이 각 용기별로 온도차이가 나타났으며 종이박스(A)의 경우 얼음 첨가시 초기 22.8°C에서 3시간 후 28.4°C, 얼음 미첨가시 초기 23.2°C에서 3시간 후 30.7°C로 증가하는 것으로 확인되었다. 알루미늄 필름 코팅 박스(B)의 경우 얼음을 첨가했을때는 온도가 초기 21.7°C에서 3시간 후 23.1°C, 얼음을 미첨가 했을경우 초기 22.4°C에서 3시간 후 29.8°C로 증가하는 것으로 나타났다. 스티로폼 박스(C)는 얼음 첨가시 초기 19.8°C에서 3시간 후 17.4°C 얼음 미첨가시에는 초기 20.4°C에서 3시간 후 21.8°C로 나타났다. 초기 온도에서 3시간이 경과 후 측정된 온도의 변화가 가장 적은 것은 스티로폼 박스(C)로 확인되었고, 알루미늄 필름 코팅 박스(B)에 얼음이 첨가되었을 경우 23.1°C로 낮은온도가 유지되는 것으로 확인되었다.

얼음이 첨가 혹은 미첨가된 각 이동용기 내부에 *S. aureus*를 1.08 log CFU/mL을 접종한 TSB를 넣고, 1시간 단위로 회수하여 BPA배지에 증균액을 도말하여 용기별 보관에 따른 *S. aureus* 증식여부를 확인 하였다. 그 결과 Fig.

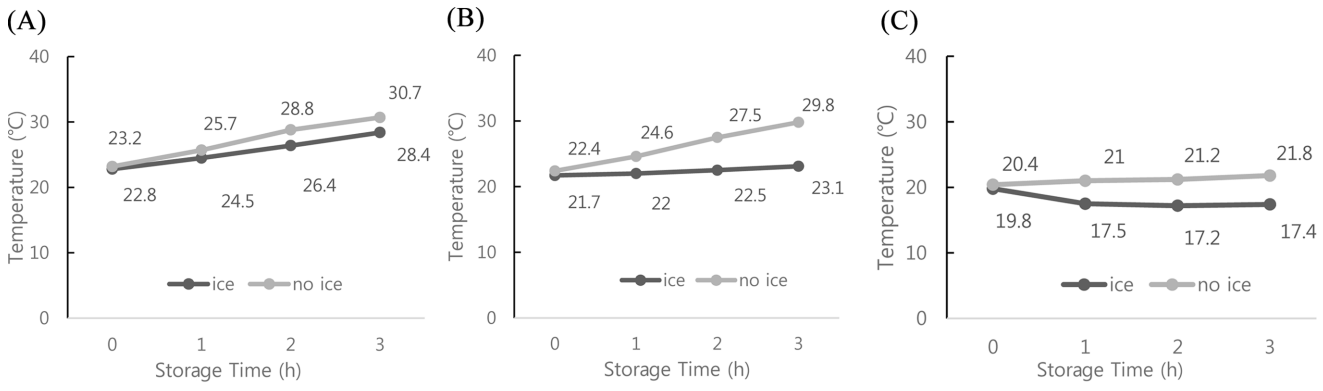

Fig. 5. Changes internal temperature of packing boxes. Corrugated box (A), Corrugated box coated with aluminum film (B), Styroform box (C).

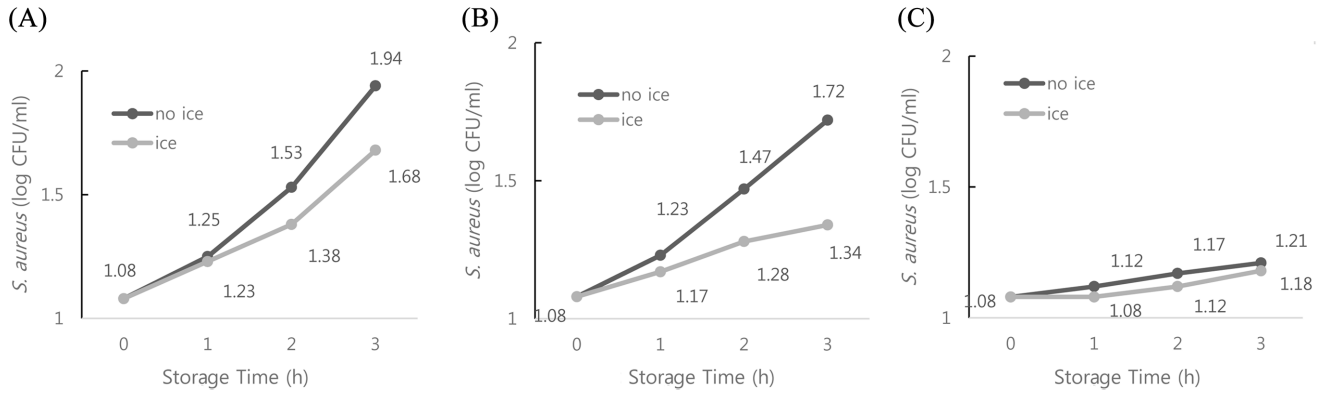

Fig. 6. Changes in growth of *S. aureus* in the packing boxes stored in the vehicle trunk for upto 3 h. Corrugated box (A), corrugated box coated with aluminum film (B), styroform box (C).

6에서 보는 바와 같이 종이 박스(A)는 3시간 경과 후 얼음첨가시 1.68 log CFU/mL, 얼음을 미첨가한 경우 1.94 log CFU/mL까지 증가하는 것으로 확인되었고, 알루미늄 코팅 박스(B)는 3시간 경과 후 얼음첨가시 1.43 log CFU/mL, 얼음 미첨가시 1.72 log CFU/mL로 나타났다. 스티로폼 박스(C)의 경우 초기온도에서 시간이 경과하여도 온도변화가 적어 얼음 첨가 여부와 관계없이 *S. aureus* 균수가 초기균수보다 소폭 상승하는 것으로 확인되었다. 이동용기에 따른 미생물 균수 변화를 확인한 결과 스티로폼 박스에서 가장 미생물균수 변화가 적었고, 이동용기로 사용하기에 적합하다고 판단되었다. 하지만 최근 일회용품의 과다 사용에 따른 환경오염을 예방하기 위하여 스티로폼 박스의 보다는 위 실험에서 사용한 내부가 알루미늄으로 코팅된 박스를 이용하고, 얼음을 첨가해 준다면 환경오염도 줄일 수 있다고 생각된다. 따라서 신선편의식품의 소비에 대한 안전성을 높이기 위하여 제품 구매 후 자택으로 귀가나 섭취에 걸리는 시간이 최소 1시간 이상일 경우, 얼음을 첨가한 적절한 이동용기를 사용해야 할 것이며, 이를 통해 병원성 미생물에 의한 식중독 사고 예방이 가능할 것으로 판단된다.

Acknowledgement

본 연구는2019년도 농림식품기술기획평가원 농축산물안전생산유통관리사업 (118104-2)과 2020년 해양수산부 재원으로 해양수산과학기술진흥원의 지원을 받아 수행된 연구 임(수산 환경 및 수산물 중 미생물학적 위해요소 현장형 진단시스템 개발) 연구개발비 지원에 의해 수행되었으며 이에 감사드립니다.

국문요약

본 연구에서는 신선편의식품을 구매한 뒤 집으로 귀가해서 냉장고에 보관하거나 섭취하는데 소요되는 시간과 그에 따른 신선편의식품 내.외부의 온도변화와 미생물학적 변화를 관찰하였다. 시판 중인 신선편의 식품에 대해 위생지표세균인 일반세균, 대장균군 및 대장균, 병원성 미생물인 *B. cereus, S. aureus, Salmonella* spp., *L. monocytogenes*를 분석하였다. 설문조사 결과 신선편의식품을 구매 후 귀가 또는 섭취에 소요되는 시간이 최대 3시간 소요되는 것으로 확인되어, 차량 트렁크 내에서 최대 3시간 동안 보관한 결과 차량 트렁크 내부 최고 온도가 봄(3월) 19°C, 여름(7월) 44°C, 가을(9월) 31.3°C, 겨울(2월) 17.6°C로 각각 확인되었으며, 차량 트렁크에서 보관한 신선편의식품의 품온은 최대 봄 18.5°C, 여름 42°C, 가을 29.2°C, 겨울 16.8°C로 확인되었다. 차량 트렁크에 최대 3시간 보관한 신선편의식품의 일반세균수는 봄 3.41 log CFU/g, 여름 4.32 log CFU/g, 가을과 겨울은 각각 3.81 log CFU/g, 3.36 log CFU/g으로 확인되었다. 그 외의 대장균군 및 대장균, *B. cereus, Salmonella* spp., *L. monocytogenes*균은 검출되지 않았지만 *S. aureus*는 여름과 가을철에는 신선편의식품을 1시간만 차량에 보관하더라도 검출되었고, 봄과 겨울은 2시간 이상 차량 트렁크에 보관하였을 때 검출되었다. 이동용기로 흔히 사용되는 종이박스와 스티로폼 박스 내부가 알루미늄필름으로 코팅된 종이 박스를 이용하여 얼음 첨가 여부에 따른 이동용기 온도변화 실험과 이동 중 *S. aureus*의 증식여부를 확인한 결과 스티로폼 박스에서 내부 온도 변화가 가장 낮게 유지되었고, 시간 경과에 따른 미생물의 증식도 가장 적게 나타남을 확인할 수 있었다. 이상의 결과로 볼 때 신선편의식품 소비자들에게 구매 후 안전한 섭취를 위해 보관 온도나 시간에 대한 가이드라인과 이동용기를 이용한 신선편의식품의 온도관리에 대한 정보를 제공하여 식품의 안전성을 높이는 홍보가 필요할 것으로 판단된다.

Conflict of interests

The authors declare no potential conflict of interest.

ORCID

Hyun-Jin Park https://orcid.org/0000-0001-6240-0833
Jeong-Eun Lee https://orcid.org/0000-0002-0790-8578
Sol-A Kim https://orcid.org/0000-0002-4055-7511
Won-Bo Shim https://orcid.org/0000-0003-1800-6091

References

1. Kim, J.Y., Kwon, K.I., Ha, S.Y., Hong, C.H., Changes of contamination level of *Listeria* spp. during the processing environment in kimbaab restaurants. *J. Food Hyg. Saf.,* **20**, 232-236 (2005).
2. Doosan Corporation, (2020, May 8). Fresh-cut, http://www.doopedia.co.kr/doopedia/master/master.do?_method=view&MAS_IDX=181217001599481.
3. kfreshcut, (2020, May 25). What is fresh convenience food?, Retrieved from http://www.kfreshcut.com/
4. Lin, C.-M., Fernando, S.Y., Wei, C.-I., Occurrence of *Listeria* monocytogenes, *Salmonella* spp., *Escherichia coli* and *E. coil* O157:H7 in vegetable salads. *J. Food Cont*., **7**, 13-140 (1996).
5. Lee, Y.S., Kim, S., Kim, D.H., Current status of fresh-cut market in Korea and stimulus measures. *Korea Rural Economic Institute Report.*, **602**, 16-19 (2009).
6. Ministry of Food and Drug Safety, (2020, February 10). Canadian Romaine lettuce O-157:H7 Inspection Directive,Retrieved from https://impfood.mfds.go.kr/CFCII02F02/getCntntsDetail?cntntsSn=259387
7. Seo, J.E., Lee, J.K., Oh, S.W., Koo, M.S., Kim, Y.H., Kim, Y.J., Changes of microorganisms during fresh-cut cabbage processing: Focusing on the changes of air-borne microorganisms. *J. Food Hyg. Saf.*, **22**, 288-293 (2007).
8. Kim, S.Y., (2020, February 10). Do you know any pathogenic microorganisms?, Retrieved from https://www.mafra.go.kr/mafra/293/subview.do?enc=Zm5jdDF8QEB8JTJGYmJzJTJGbWFmcmElMkY2OCUyRjMxMzIwMCUyRmFydGNsVmlldy5kbyUzRg%3D%3D
9. Hong, C.K., Seo, Y.H., Choi, C.M., Hwang, I.S., Kim, M.S., Microbial quality of fresh vegetables and fruits in Seoul. *J. Food Hyg. Saf.,* **27**, 24-29 (2012).
10. Kim, S.H., Kim, J.S., Choi, J.P., Park, J.H., Prevalence and frequency of food-borne pathogens on unprocessed agricultural and marine products. *J. Food Sci. Technol.,* **38**, 594-598 (2006).
11. Bae, Y.M., Hong, Y.J., Kang, D.H., Heu, S.G., Lee, S.Y., Microbial and pathogenic contamination of ready-to-eat fresh vegetables in Korea. *J. Food Sci. Technol*., **43**, 161-168 (2011).
12. 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, G.S., Ha, S.D., Microbial contamination levels of fresh vegetables distributed in markets. *J. Food Hyg. Saf.,* **20**, 43-47 (2005).
13. Park, H.J., Min, K.J., Park, N.Y., Cho, J.I., Lee, S.H., Hwang, I.G., Heo, J.J., Yoon, K.S., Estimation on the consumption patterns of potentially hazardous foods with high consumer risk perception. *J. Food Sci. Technol*., **45**, 59-69(2013).
14. Kim, H.J., Kim, D.W., Song, S.O., Goh, Y.G., Jang, A.R., Microbiological Status and Guideline for Raw Chicken distributed in Korea. *Korean J. Poult. Sci.*, **43**, 235-242 (2016).
15. Kim, J.W., Kim, S.H., Establishment of washing conditions for salad to reduce the microbial hazard. *J. Food and Cook. Sci.*, **21**, 703-708 (2005).
16. Minsistry of Food and Drug Safety, (2020, May 5). Standards and specifications for food, http://www.foodsafetykorea.go.kr/foodcode/01_03. jsp?idx=63.
17. Minsistry of Food and Drug Safety, (2020, May 5). microbiological test method, http://www.foodsafety?korea.go.kr/foodcode/01_03.jsp?idx=362?
18. Hsieh, Y.M., Sheu, S.J., Chen, Y.L., Tsen, H.Y., Enterotoxigenic profiles and polymerase chain reaction detection of Bacillus cereus group cells and B. cereus strains from foods and food-borne outbreaks. *J. Appl. Microbiol.,* **97**, 481-490 (1999).
19. Nierop, W.V., Duse, A.G., Marais, E., Aithma, N., Thothobolo, N., Kassed, M., Stewart, R., Potgieter, A., Femandes, B., Galpin, J.S., Bloomfield, S.F., Contamination of chicken carcasses in Gauteng South Africa, by Salmonella, Listeria monocytogenes and Campylobacter. International *J. Food Microbiol.*, **99**, 1-69 (2005).
20. Rajeh, A., Kamal, A.A., Ayman, A.M., Mazen, S., Role of Polymerase Chain Reaction (PCR) in the detection of antibiotic-resistant Staphylococcus aureus. *The Egyptian J. Medical Human Genetics.*, **15**, 293-298 (2014).
21. Asmaa, S.M., Gad, E.W., Sabry, D.M., Mahmoud, E., Mona, A.E., Azza, S.M.A., Elgabry, E.A., Detection of Staphylococcus aureus enterotoxigenic strains in bovine raw milk by reversed passive latex agglutination and multiplex polymerase chain reaction. *Vet. World.*, **10**, 843-847 (2017).
22. Prakash, V., Kumar, D., Singh, S., Nath, G., Bacterial profiling of healthy bone marrow using polymerase chain reaction technique. *Iraqi J. of Hematol.,* **6**, 69-73 (2017).
23. Cho, S.K., Kwon, H.S., Park, J.H., Microbe and Quality Changes of Ready-to-Eat Lettuce during Storage at Different Temperatures. *J. Korean Soc Food Sci Nutr.*, **39**, 1867-1872(2010).
24. Jo, M.J., Jeong, A.R., Kim, H.J., Lee, N.R., Oh, S.W., Kim, Y.J., Hyang, S.C., Koo, M.S., Microbiological Quality of Fresh-Cut Produce and Organic Vegetables. *J. Food Sci. Technol*., **43**, 91-97 (2011).
25. 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).
26. Kim, S.A., Lee, J.E., Kim, G.W., Kim, S.H., Shim, W.B., Microbial Monitoring and Exploring Ways to Prevent or Minimize Microbial Contamination at the Production and Distribution Stages of Fresh Strawberries. *J. Food Hyg. Saf*., **32**, 485-492 (2017).