pISSN 1229-1153 / eISSN 2465-9223 *J. Food Hyg. Saf.*
Vol. 32, No. 2, pp. 107~113 (2017)
https://doi.org/10.13103/JFHS.2017.32.2.107

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

전북권내 냉장 · 냉동식품 유통차량 온도관리 현황

박명수 · 박경진*
군산대학교 식품영양학과

Current State for Temperature Management of Cold and Frozen Food Transportation Vehicles in Jeonbuk Province

Myoung-Su Park and Gyung-Jin Bahk*
Department of Food and Nutrition, Kunsan National University, Gunsan, Korea
(Received February 7, 2017/Revised March 3, 2017/Accepted March 17, 2017)

ABSTRACT - To understand of the present state for temperature management of cold and frozen food transportation vehicles, we surveyed and measured the temperatures of eight transportation vehicles (including 3 small & medium and 5 large businesses) in Jeonbuk province, Korea. In the transportation vehicles of small & medium businesses, the mean temperature of cold and frozen foods was 8.35 ± 5.72°C and −3.45 ± 16.88°C; in large businesses, 3.92 ± 1.44°C and −15.38 ± 2.98°C, respectively. In the difference of temperature by the locations within transportation vehicles, the difference in each cold and frozen was 2.40 ± 1.45°C and 2.37 ± 2.52°C, as a mean. But there was not statistically significant difference in locations between cold and frozen ($p > 0.05$). In the difference of surface temperatures on various foods before and after door opening during the loading, the temperatures of cold and frozen foods increased by 0.55°C and 1.18°C, as means, respectively. The temperature of foods over time and placement of cold and frozen foods in transportation vehicles were not consistently maintained at optimal values in distribution. Therefore, the development of time-temperature history (TTH) system technology at the distribution level for cold and frozen foods is required.

Key words : Cold and frozen foods, Transportation vehicles temperatures

우리나라의 경제적 수준 향상에 따른 생활양식의 변화와 더불어 식품의 저장 및 수송 수단이 발달하면서 계절에 상관없이 상시 다양한 식품들을 수요·공급할 수 있게 되었다[1]. 이러한 식품들은 생산자부터 소비자까지 유통 운반시 지속적으로 적절한 온도로 유지시켜주는 저온유통(Cold chain) 시스템으로 이루어지고 있으며[2], 이는 식품의 자기소화 진행과 미생물의 증식을 억제하여 식품의 품질과 안전을 보장하는 가장 효과적인 시스템이라고 할 수 있다[3]. 우리나라 식품공전에 따르면, 냉장식품은 0~10°C, 냉동식품은 −18°C이하에서 유지되도록 관리되고 있다[4]. 그러나 식품 안전사고에 대한 발생단계별 분석 결과를 보면 원료 생산 단계 및 제조공정에서 많은 원인을 제공하지만, 유통과정에서도 약 7.7%의 원인을 제공하여 이 부분에 대한 관리도 중요한 것으로 나타났다[5]. 또한 2014년 사회조사결과, 사회 안전에 대한 인식도 조사에서 불량식품, 식중독 등 먹거리에 대하여 45.1%가 불안한 것으로 인식하고 있었으며, 보통이 40.8%, 그리고 14.1%만이 안전하다고 생각하는 것으로 보고되었다[6].

유통과정 중 온도관리가 부실하면 냉장·냉동식품의 품질 저하가 초래되고 때로는 *Arthrobacter glacialis, Bacillus globisporus, B. psychrophilus, Flavobacterium* spp., *Klebsiella pneumoniae, Micrococcus cryophilus, Pseudomonas* spp., *P. fluoroscens, Serratia* spp. 등의 저온균(25°C 이하에서 최적 생육조건)에 의한 식품안전이 문제시 된다[3]. 특히, 식중독의 주요 원인균 중 *Clostridium botulinum*은 3.3°C, *Listeria monocytogenes*는 5°C, *Salmonella*는 6°C 이하의 저온에서도 생장이 가능한 것으로 알려져 식품의 안전성을 위협하는 위해요인으로 인정되고 있다[7]. 반면 10°C 이상의 온도에서 보관할 경우 *Staphylococcus aureus* 등 중온균의 급격한 증식이 보고되어 온도관리 중요성이 제기되고 있다[6]. 냉장·냉동 유통 중 식중독 원인균에 대한 미생

*Correspondence to: Gyung Jin Bahk, Department of Food and Nutrition, Kunsan National University, 558-Daehakro, Gunsan, Jeonbuk 54150, Korea
Tel: 82-63-469-4640, Fax: 82-63-466-2085
E-mail: bahk@kunsan.ac.kr

물학적 안전성을 확보하기 위해서는 생산 후 소비자에 이르는 유통과정에서 온도 관리에 대한 주의 깊은 관리가 무엇보다 중요하다[8].

이와 관련하여, 국외에서는 유통 과정 중 냉장 돈육[9] 및 포장육[10] 온도관리 문제점 분석, 냉각장치 효율성 등에 대한 연구[11] 등이 있으며, 국내에서는 쇠고기 포장육의 냉장 유통을 위한 국내 유통망의 온도관리 실태 조사[12], 식품 냉장·냉동 창고 위생관리 수준 분석[13], 주요 판매식품의 보관온도 현황 및 관리실태[3], 유통점 온도관리에 따른 식품 내 미생물 변화[14] 등의 연구결과가 있으나, 국내 냉장·냉동식품 유통과정 중 유통차량에서의 온도분포 현황을 조사 및 분석한 연구는 미흡한 실정이다.

따라서, 본 연구는 냉장·냉동식품 유통 운반차량을 대상으로, 냉장·냉동식품 유통 운반 시 온도 관리실태를 조사 및 현황을 파악함으로써, 국내 유통 운반차량에서의 냉장·냉동식품에 대한 식품안전수준을 향상시키기 위한 기초자료를 제공하고자 수행되었다.

Materials and Methods

조사대상 및 내용

본 연구는 2016년 8월부터 2016년 12월까지 식품 유통과 관련된 전북지역 중소기업(3년간 평균 매출 1천5백억 이하) 2곳(1.0, 2.5 t 차량), 대기업(자산 10조원 이상) 5곳(1.0, 2.5, 5.0 t 차량)의 냉장·냉동식품 운반 차량(총 8대)을 대상으로 총 30차례 방문하여, 사전에 작성된 차량조사지를 이용, 실제 유통 현장종사자에 대한 인터뷰와 운반차량의 온도 관리실태를 확인 조사하였다. 이때, 조사기간인 8월부터 12월까지의 평균기온은 각각 27.1, 22.3, 16.2, 8.4, 3.6°C로 조사되었다[15]. 차량조사지의 내용에는 차량의 일반정보 및 설정온도, 타코미터(Tachometer) 설치여부, 냉장·냉동 차량의 문 개폐 시간, 정차시간, 도착시간, 출발시간 등으로 구성하였다.

온도측정

운반차량의 출발 전 차량에 적재되어 있는 식품 및 박스포장의 내부 식품에 대한 표면온도는 적외선 온도계(IR36, IRtek, Perth, Australia)를 사용하여 온도 측정값에 대한 검증을 수행한 후 일정거리(10 cm) 떨어져서 측정하였다. 또한, 식품이 적재되어 있는 내부 온도는 냉장칸 6곳, 냉동칸 2곳으로 구분한 후, Data logger (3M Temperature Logger TL20, 3M, St. Paul, MN, USA)를 바닥으로부터 1 m 상단에 고정시켜 냉장·냉동식품 운반시간 동안 적재함 내부 온도와 적재식품 사이의 온도를 5분 간격으로 측정하였다(Fig. 1). 이 때, Data logger는 식품 운송 전 1시간 전에 미리 설치하여 운송 예정식품의 온도와 같은 환경을 가질 수 있도록 하였다.

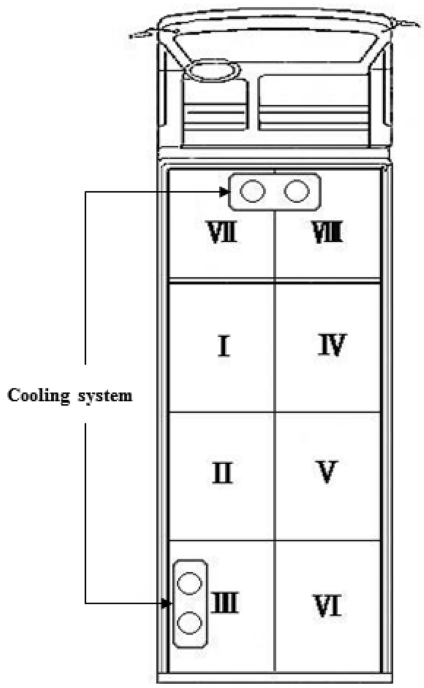

Fig. 1. The locations for temperature measured within cold and frozen food transportation vehicles, I~VI: Cold areas. VII, VIII: Frozen areas.

통계분석

조사된 자료의 처리와 통계 분석은 SPSS 12.0 (Data solution Inc., Seoul, Korea)을 이용하였다. 중소기업 및 대기업 냉장·냉동 유통차량의 표시 온도와 측정 온도의 평균치 비교는 t-test를 이용하였으며, 공간위치별, 유통차량 문 개·폐에 따른 식품에서의 측정온도의 평균치 비교는 t-test 또는 analysis of variance (ANOVA) 및 Duncan's multiple range test를 이용하여 통계적 유의성을 검증하였다.

Results and Discussion

냉장·냉동 유통차량의 설정온도와 실제 공간상의 온도 비교

냉장·냉동식품 유통차량의 설정온도와 실제 공간상의 온도분포 조사결과는 Table 1과 같다. 참여 중소기업의 운송차량의 설정 온도는 냉장 5°C, 냉동 −18°C로 설정되어 있었지만, 실제 측정된 공간상 평균온도는 냉장 8.35 ± 5.72°C, 냉동 −3.45 ± 16.88°C로 설정온도와 측정온도 간에 상당한 차이(최고 4.28°C, 최저 −15.6°C)가 있는 것으로 나타났다. 이와 같은 이유는 다량의 식품들을 운송차량에 적재하여 수송하기 때문에 적재된 냉장·냉동식품들의 온도를 하강시키는 것은 문제가 있다고 알려져 있다[16]. 참여 대기업의 경우 냉장차량의 설정온도 1.00 ± 2.82°C, 냉동차량은 −21.80 ± 1.09°C로 식품공전상의 규정 온도보다 더 낮게 설정되어 있었으며, 실제 측정 평균온도는 냉장 3.92 ± 1.44°C, 냉동 −15.38 ± 2.98°C로 참여 중소기업 보다는 대기업이 냉장,

Table 1. The temperatures distribution and differences between setting and measured temperatures within cold and frozen food transportation vehicles

	Setting (°C)	Minimum (°C)	Measured (°C)[1)]	Maximum (°C)
Small & medium business (n = 250)	Refrigerated (5.00 ± 0.00)	4.59	8.35 ± 5.72^{a} (n = 134)[2)]	12.54
	Frozen (−18.00 ± 0.00)	−15.6	-3.45 ± 16.89^{A} (n = 116)	4.28
Large business (n = 544)	Refrigerated (1.00 ± 2.82)	2.12	3.92 ± 1.44^{b} (n = 246)	5.92
	Frozen (−21.80 ± 1.09)	−17.13	-15.38 ± 2.98^{B} (n = 298)	−11.96

[1)]Data are expressed as mean ± S.D. Values with different superscripts in the same row are significantly different at $p < 0.01$ by Duncan's multiple range test.
[2)]Number of measurement

냉동온도 모두 낮은 온도로 운영되는 것으로 나타났다 ($p < 0.01$). 하지만 참여 대기업의 냉동 차량의 경우도 식품공전상의 규정 온도보다 높게 조사되었고, 차량에 따른 온도차이도 냉장차량 보다 크게 발생하여 보다 특별한 온도관리가 필요한 것으로 생각된다. 온도기록 장치인 타코미터(Tachometer)의 경우 대부분 설치되어 있었으나, 냉각기가 1개만 있을 경우 냉각기의 흡기구와 냉동 구역의 냉기가 직접적으로 영향을 받는 구역에 설치되어 있어, 본 조사에서 측정한 공간온도보다 온도기록기에 기록된 온도가 모두 낮게 나타났다.

냉동 유통차량의 적재함의 구조에 따른 온도 분포 조사 결과 모든 차량의 설정 온도는 −18°C이었으며 차량 적재함이 냉동만 가능한 차량의 실제 온도는 −15.44 ± 2.02°C로 가장 낮은 온도를 나타내었다. 차량 적재함을 간이 칸막이를 이용하여 냉장과 냉동을 병행하여 사용하는 차량의 경우 냉장과 냉동 각각 다른 2개의 냉각기를 이용하는 차량은 −14.88 ± 2.32°C의 평균온도가 나타났으나, 냉각기 하나로 냉동의 냉각기에서 나온 냉기로 냉장까지 이용하는 차량의 평균 온도는 4.73 ± 1.77°C로 조사되어 냉동식품은 유통-운송과정에서 식품 안전성 확보의 어려움이 발생할 것으로 추정되었다. 조사에 참여한 중소기업 차량이 설정온도를 지키지 못하는 이유는 비용상의 문제 등으로 냉장과 냉동 각각 다른 2개의 냉각기를 이용하는 대기업의 경우와는 달리, 해당 중소기업의 경우 냉각기 하나로 냉동의 냉각기에서 나온 냉기로 냉장까지 이용하기 때문에 냉각력이 낮은 원인으로 추정되었다. 냉장 차량에서의 열 손실과 관련해서 Choi와 Hong[17)]은 냉장 차량 외벽을 통하여 들어오는 열 손실이 20~30%이며, 실내동력(조명 제외)에 의하여 14~16% 열 손실이 이루어지는 것으로 보고하였다. 이러한 이유로, 냉장·냉동 유통차량 내에 식품 적재 시 냉각기, 벽, 바닥과 거리를 두는 것이 권장되고 있다[18)]. 또한 이동식 칸막이를 이용하여 냉장과 냉동을 병행하여 사용하는 차량의 경우 공융냉동판을 이용하여 차량 적재함의 내부 온도를 낮추는 연구[19)]와 같은 추가적인 연구가 필요한 것으로 나타났다.

공간위치에 따른 온도분포 현황

냉장·냉동식품 유통차량의 적재함에서의 공간위치에 따른 온도분포 현황을 조사하기 위하여 Fig. 1에서 보는 바와 같이 모든 참여업소 차량의 적재함 바닥으로부터 1 m 높이에서 냉장 적재함은 평면을 6개 구역으로 나누었고, 냉동 적재함은 2개 구역으로 나누어 측정하였다. 측정된 공간위치에 따른 온도 분포현황은 Table 2와 같다. 냉장차량의 적재함에서 가장 온도가 높은 구역은 차량에 따라 차이는 있었으나, 참여 업소차량의 경우, 평균적으로 5구역(개·폐문쪽 중앙부분)이 5.76 ± 3.72°C로 가장 높게 나타났고 다음이 2구역, 3구역, 6구역 순으로 낮아졌으며, 1구역과 4구역이 가장 낮은 온도분포를 나타냈다. 차량에 따른 공간위치별 냉장 적재함의 온도 차이는 최소 0.64°C에서 최대 5.35°C이었고, 평균적으로는 2.4 ± 1.45°C 차이가 나타났다. 하지만 공간위치별 6곳의 냉장 온도 평균간에는 통계적으로 유의하지 않았다($p > 0.05$). 한편, 냉동차량 적재함의 공간위치별 온도 차이는 평균 2.37 ± 2.52°C를 나타냈지만, 차량에 따라 최소 0.09°C에서 최대 6.88°C의 차이가 나타났고, 공간위치별 온도분포에서는 7구역이 다소 낮았으나 이 역시 통계적으로는 유의하지 않아($p > 0.05$), 공간위치별 온도 차이는 존재하지만 냉장·냉동 모두 통계적으로는 차이가 없는 것으로 나타났다. Runsey 등[20)]은 냉장창고 내 공간 위치별 온도 차이와 관련해서 냉장창고에 보관된 식품들에서 약 1.83°C의 온도차이가 있다고 보고하였으며, Chourasia와 Goswami[21)]는 1.4 ± 0.98°C 차이를 가지는 것으로 보고하였는데 이는 본 조사 결과와 어느 정도 유사한 결과로 볼 수 있다. 따라서 같은 공간 내에서의 온도 차이는 제품의 크기, 기류 속도, 공기 온도 등 여러 변수에 의해 결정되며[22)], 온도 편차가 클수록 미생물의 성장이 빨라짐에 따라 식품의 품질 저하가 일찍 발생되므로[3)], 냉장·냉동식품 유통차량에서의 공간별 온도편차를 최소화 할 수 있는 냉장·냉동설비 구비가 필요할 것으로 생각된다.

시간에 따른 온도 변화

냉장·냉동식품 유통차량의 이동시간에 따라 측정된 온

Table 2. The temperature status by the locations within cold and frozen food transportation vehicles

Participated business		Refrigerated areas temperature (means, °C) by spaces[1]							Frozen areas temperature (means, °C) by spaces[1]		
		Location number[2]						Differences between Min. and Max.	Location number[2]		Differences between Min. and Max.
		1	2	3	4	5	6		7	8	
A	(n = 250)[3]	5.40	5.50	2.50	3.26	5.10	5.83	2.33	−15.60	−15.51	0.09
B		11.62	12.04	13.38	12.10	13.89	12.26	2.77	4.06	4.50	0.44
C		3.68	4.32	4.06	3.76	4.18	4.07	0.64	−13.33	−13.59	0.26
D		6.25	6.35	6.55	4.85	6.23	5.30	1.70	−13.31	−16.61	3.30
E	(n = 544)	4.55	4.98	5.40	3.82	3.56	3.63	1.84	−18.62	−20.18	1.56
F		2.88	3.44	3.47	3.30	4.31	2.08	2.23	−19.17	−15.09	4.08
G		−1.64	1.97	3.46	2.17	3.07	3.71	5.35	−15.40	−8.52	6.88
Mean ± S.D.		4.67 ± 3.98[a]	5.51 ± 3.2[a]	5.54 ± 3.70[a]	4.75 ± 3.33[a]	5.76 ± 3.72[a]	5.26 ± 3.31[a]	2.40 ± 1.45	−13.01 ± 7.87[a]	−12.14 ± 8.13[a]	2.37 ± 2.52

[1]Values with different superscripts in the same row are significantly different at $p < 0.05$ by Duncan's multiple range test
[2]Refer to the Fig. 1
[3]Number of measurement

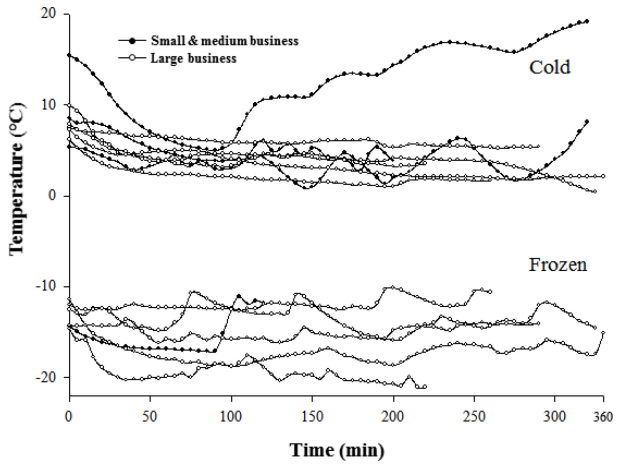

Fig. 2. The changes of temperature measured by time within cold and frozen food transportation vehicles.

도 분포는 Fig. 2와 같다. 운행시간은 최대 6시간 이상에서 최소 약 3.5시간 정도였으며, 참여 중소기업의 경우 냉장·냉동 모든 차량에 탑재가 완료된 시점의 온도는 설정온도보다 높게 측정되었다. 한 업체의 냉장차량의 경우 약 30분이 지난 후에 설정 온도인 5°C에 도달 하는 것으로 조사되었다. 또한 중간에 온도가 상승하는 경우도 볼 수 있었는데, 이는 하역 작업이 이루어질 때 비용상의 이유로 냉각장치를 정지하였기 때문이며, 일부 중소기업의 냉동차량은 운송이 종료되는 시점이 가까울수록 온도가 급격히 상승하는 것도 볼 수 있었는데, 이 역시 장시간의 하역 작업이 이루어지면서 나타난 결과로 보여졌다. 특히, 외기 온도가 높은 하절기에 일시적으로 이루어지는 상하차 작업시에도 외부 기온의 영향을 받아 식품 내부의 온도가 상승하여 미생물의 증식이 이루어질 수 있는 유리한 조건이 된다는 것을 의미한다[6].

참여 대기업 냉장차량의 경우도 업체와 관계없이 처음 출발 시의 온도가 높게 측정 되었는데, 이는 제품의 적재와 동시에 냉각 장치가 가동됨에 따라 실제 설정온도에 도달하기까지는 어느 정도 시간이 소요되는 것으로 나타났다. 참여 대기업 또한 냉장식품 하역간에 비용절감을 위해서 냉각장치를 정지시켜 온도의 상승이 나타나기도 하였으나, 한 업체를 제외하고는 기준온도 보다 낮게 측정되어 비교적 온도관리가 잘 되고 있는 것으로 나타났다. 하지만 대기업의 냉동차량의 경우, 하역에 따른 온도의 변화는 냉장 차량보다 큰 것으로 나타났으며, 대부분 차량의 냉동온도가 설정온도보다 높게 측정되었고, 식품공전상의 온도보다 높아 냉동식품의 온도관리가 냉장식품보다 관리가 안 되는 것으로 나타났다. Kim 등[23]은 냉장·냉동식품의 품질 저하 및 미생물의 성장을 방지하기 위한 중요한 요소로 수송을 위한 상차 작업전에 식품을 충분히 적정 온도로 냉각하는 것이라고 보고하였다.

냉장·냉동 유통차량 문 개·폐에 따른 적재식품 표면온도 변화

냉장·냉동식품 하역 시 유통차량 문 개·폐전과 후의 식품의 표면온도 측정결과는 Table 3과 같다. 냉장식품의 경우 평균 7.39 ± 6.16분 정도 문이 열린 상태로 하역 작업이 이루어졌으며, 평균적으로 열린 직후에는 2.17 ± 1.90°C에서 닫힌 직후에는 2.72 ± 2.36°C로, 약 0.55°C 온도 상승이 발생하는 것으로 나타났다. 유통차량 문 개·폐 시간에 가장 길게 노출된 냉장식품은 두부였으나, 온도 상승이 가장 높게 발생한 식품은 야채류로 평균 7.92분 동안 외부에 노출이 이루어지면서 0.72°C의 온도 상승을 나타냈다. 냉동

Table 3. The status and difference of surface temperatures on foods before and after door opening during the loading of cold and frozen food transportation vehicles

	Food type	Temperature (°C)[1]		Door opening time (min.)
		Before door opening	After door opening	
Refrigerated (n = 472)	Vegetables (n = 128)[2]	1.37 ± 1.66[a]	2.09 ± 1.21[a]	7.92 ± 6.50
	Kimchi (n = 106)	1.79 ± 1.36[a]	2.41 ± 1.19[a]	7.80 ± 6.97
	Tofu (n = 86)	2.25 ± 1.01[a]	2.61 ± 1.00[a]	10.00 ± 10.36
	Fruits (n = 82)	2.50 ± 2.25[a]	3.04 ± 1.79[a]	6.19 ± 3.76
	Eggs (n = 70)	4.75 ± 0.84[a]	4.86 ± 0.86[a]	5.50 ± 2.60
Total		2.17 ± 1.90[a] ($p < 0.05$)	2.72 ± 2.36[b] ($p < 0.05$)	7.39 ± 6.16
Frozen (n = 322)	Patties (n = 60)	−16.50 ± 1.22[a]	−16.12 ± 1.59[a]	4.75 ± 1.50
	Steaks (n = 60)	−16.27 ± 1.24[a]	−16.05 ± 1.60[a]	4.75 ± 1.50
	Meats (n = 82)	−17.80 ± 2.79[a]	−16.61 ± 3.60[a]	6.81 ± 6.40
	Fishes (n = 74)	−21.50 ± 2.81[a]	−21.33 ± 2.87[a]	8.33 ± 5.12
	Others (n = 46)	−19.30 ± 4.41[a]	−18.42 ± 4.88[a]	7.80 ± 6.97
Total		−18.58 ± 3.66[a]	−17.76 ± 4.15[a]	6.90 ± 5.77

[1]All data are expressed as mean ± S.D. Values with different superscripts in the same row are significantly different at $p < 0.05$ by Duncan's multiple range test.
[2]Number of measurement

식품은 평균 6.90 ± 5.77분 정도 유통차량 문이 열린 상태로 하역 작업을 하였고, 열린 직후에는 평균적으로 −18.58 ± 3.66°C에서 닫힌 직후에는 −17.76 ± 4.15°C로, 약 1.18°C의 온도 상승을 나타냈다. 개폐 시간에 가장 길게 노출된 식품은 수산물(생선)이었으나, 온도상승이 가장 높게 나타난 냉장식품은 육류였다. 전체적으로 볼 때, 하역 등의 작업에 따른 외부 노출에 의해 냉장·냉동식품 모두 온도가 상승하는 것으로 나타났다. 그러나 이들 개별 식품별 문의 개·폐 전·후 평균 온도 차이에는 통계적으로는 유의하지 않았으나($p > 0.05$), 냉장식품 전체 평균온도의 차이에는 유의하여($p < 0.05$), 개·폐에 따른 어느 정도의 온도 상승은 존재하는 것으로 나타났다. 이는 외기 온도가 높은 하절기에 일시적으로 이루어지는 상하차 작업시에도 냉동식품보다는 냉장식품들이 외부 기온의 영향을 더 많이 받아 식품 내부의 온도가 상승하여 미생물의 증식이 이루어질 수 있는 유리한 조건이 된다는 것을 의미한다[6].

일반적으로 유통되는 식품의 온도는 냉장·냉동창고에서의 보관온도보다 유통차량에서 냉장·냉동식품을 적재 하거나 또는 유통 차량에서 하역 작업 또는 정리하는 시간에 의해 식품 온도가 영향을 받는 것으로 알려져 있으며[24], Kim 등[23]은 냉장육의 유통과정 중 온도관리상 가장 큰 문제들은 주로 운송 초기와 말기 단계에서 많이 발생한다고 보고하였다. 또한, 본 조사 결과와 같이 냉장·냉동 차량내의 온도 변화는 공간의 차이와 시간에 따른 온도 차이가 설정 온도와 상당한 차이가 있는 것으로 나타났다. 이는 냉장·냉동은 미생물의 활동을 저하시키지만[25], 본 연구조사 결과와 같이 온도에 변화가 있는 경우에는 식품안전성을 확보하는데 있어 어려움이 있는 것을 의미한다. 2012년 벨기에 정부는 냉장 유통 중인 육류 5,429건에 대한 병원성 미생물을 분석한 결과, *Campylobacter* 6.3%, *Salmonella* 4.1%, *L. monocytogenes* 0.2%, *E. coli* O157 0.2%가 검출되었으며[26], 미국에서는 냉장식품으로 인한 Listeriosis가 발생하여 발병환자의 30%가 사망했던 보고[27]도 있다. 또한, 부적절한 냉장온도로 식품을 보관할 경우 *S. aureus* 등의 중온균의 급격한 증식이 보고되어 온도관리 중요성이 제기되고 있다[14]. 냉장·냉동식품의 미생물학적 안전성을 확보하기 위해서는 생산 후 소비자에 이르는 유통과정에서 온도에 대하여 주의 깊은 관리가 필요[28]하며, 특히, 출발 시간에서의 온도 차이는 비용절감을 위해 차량의 냉각 장치를 미리 작동 시키지 않아 "적재 한 시간 전에 냉각시켜 공기에서 오는 열을 제거해야 한다[29]"는 적재 전 중요사항이 지켜지지 않는 것으로 나타나 온도관리에 대한 교육과 의식전환이 강화되어야 할 것으로 생각된다. 냉장·냉동식품들의 온도변화의 차이는 온도에 민감한 미생물에 오염되었을 경우 증식이 이루어져 소비자에게 위해성을 나타내기 때문에 가까운 일본의 경우 무선 Tag를 이용한 온도관리 시스템을 개발하여 사용하고 있으며[24], 우리나라도 RFID (Radio Frequency Identification) 기술을 접목하여 운송차량의 온도변화를 기록할 수 있는 체계적인 온도추적 시스템 연구[23] 및 현장적용이 활발히 진행 중에 있다. 이러한 온도관리 시스템의 개발은 소비자가 구매 후 섭취직전 식품의 신선도를 인식 할 수 있는 중요한 시스템이라 할 수 있다[30].

비록 본 연구는 일부 지역만을 대상으로 계절성 등이

고려되지 않고, 한정된 냉장·냉동식품 유통차량 내부온도만을 조사한 것이 한계점이 될 수 있으나, 설정온도와 실제 공간온도의 차이, 기업규모별, 공간위치별, 이동 시간별, 그리고 유통차량 문의 개·폐에 따른 온도변화에 대한 분포를 제시하였다는데 그 의의가 있다고 할 수 있다. 냉장·냉동식품에 대한 보다 나은 식품안전수준을 확보하기 위해서는 본 연구와 같은 기초자료 연구가 전국적으로 더욱 확대되어야 하고, 유통 중 온도변화를 실시간으로 확인할 수 있는 온도이력(Time-Temperature History) 추적시스템 도입에 대한 현장 적용 연구가 수행되어야 할 것으로 생각된다.

Acknowledgement

본 연구는 2016년 식품의약품안전처의 출연금 연구개발사업비(16163실용연001)로 수행되었으며, 이에 감사드립니다.

국문요약

본 연구는 전북권내 냉장·냉동식품 유통차량을 대상으로 온도관리에 대한 현황을 파악하고자 중소기업 2곳과 대기업 5곳의 운송차량 총 8대를 대상으로 온도현황을 조사하였다. 냉장·냉동식품 유통차량의 실제공간상의 온도분포 조사결과, 참여 중소기업의 냉장차량과 냉동차량 평균온도는 각각 8.35 ± 5.72°C, −3.45 ± 16.88°C이었고, 대기업의 냉장차량과 냉동차량 평균온도는 각각 3.92 ± 1.44°C, −15.38 ± 2.98°C로 중소기업 보다는 낮은 온도로 운영되는 것으로 나타났다. 냉장식품 적재함의 공간위치별 온도 차이는 평균적으로 2.40°C ± 1.45°C, 냉동식품 적재함은 2.37°C ± 2.52°C의 차이가 나타났지만 공간위치별 냉장, 냉동온도 모두 통계적으로 유의하지 않았다($p > 0.05$). 냉장·냉동식품 하역에 따른 유통차량 문 개·폐 전·후의 식품 표면온도는 냉장식품의 경우 열린 직후 평균 2.17 ± 1.90°C에서 닫힌 직후 2.72 ± 2.36°C로 약 0.55°C 상승하였으며, 냉동식품은 열린 직후 −18.58 ± 3.66°C에서 닫힌 직후 −17.76 ± 4.15°C로 약 1.18°C의 온도 상승이 나타났다. 본 연구결과 냉장·냉동식품 유통차량의 공간위치별, 이동 시간별, 그리고 유통차량 문의 개·폐에 따라 다양한 온도변화가 나타날 수 있음이 확인되었다. 따라서 유통 및 이동과정 중 온도변화를 실시간으로 확인할 수 있는 온도이력(Time-Temperature History) 추적시스템 도입에 대한 현장 적용 연구가 수행되어야 할 것으로 생각된다.

References

1. Kim, J.G.: A survey of the temperature control of refrigerators and freezers in retail food shops. *Kor. J. Env. Hlth. Soc.*, **28**, 161-171 (2002).
2. Kwak, T.K., Kim, S.H.: Relationships between actual sanitary management practices during production and distribution, and microbiological quality of dosirak items marketed in CVS. *Korean J. Dietary Culture*, **11**, 235-242 (1996).
3. Lee, Y.S., Ha, J.H., Park, K.H., Lee, S.Y., Choi, Y.J., Lee, D.H., Park, S.H., Moon, E.S., Ryu, K., Shin, H.S., Ha, S.D.: Survey on storage temperature of domestic major chilled foods in refrigerator. *J. Food Hyg. Saf.*, **23**, 304-308 (2008).
4. Korean Food Standards Codex: Ministry of Food and Drug Safety (2016).
5. Bahk, G.J.: The analysis of food safety incidents from 1998 to 2008 in Korea. *J. Food Hyg. Saf.*, **24**, 162-168 (2009).
6. Statistics Korea: The summary result of the 2012 social survey: Available online: http://kostat.go.kr/portal/korea/kor_nw/2/6/3/index.board?bmode=read&aSeq=332322, (2013).
7. Hong, C.H., Sim, W.C., Chun, S.J., Kim, Y.S., Oh, D.H., Ha, S.D., Choi, W.S., Bahk, G.J.: Predictive growth model of native isolated *Listeria monocytogenes* on raw pork as a function of temperature and time. *Korean J. Food Sci. Technol.*, **37**, 850-855 (2005).
8. Ackerley, N., Sertkaya, A., Lange, R.: Food transportation safety: characterizing risks and controls by use of expert opinion. *Food Prot. Trends*, **30**, 212-222 (2010).
9. Gunvig, M.: Chilled foods in catering. *In Chilled Foods: The ongoging debate*, (Gormley, T.R. and Zeuthen, P. eds.) Elsevier Applied Science, London and New York, pp. 107-112 (1990).
10. Gill, C.O., Jones, S.D.M.: Efficiency of a commercial process for the storage and distribution of vacuum packaged beef. *J. Food Protection*, **55**, 880-887 (1992).
11. Son, H., Luis, R., Muhammad, M.: Numerical simulation of temperature and velocity in a refrigerated warehouse. *Int. J. Refrg.*, **33**, 1015-1025 (2010).
12. Lee, K.T., Lee, K.J., Lee, C.S., Chung, K.Y.: Investigation on the actual state of temperature control in the raw meat distribution chain for chilled beef. *Korean J. Food Sci. Ani. Resour.*, **18**, 322-331 (1998).
13. Choi, E.J., Kim, M.H., Bahk, G.J.: Sanitary conditions for cold and frozen food storage warehouses in Korea. *J. Food Hyg. Saf.*, **26**, 283-288 (2011).
14. Korea Food and Drug Administration: The monitoring for microbial changes in food by temperature control at retail shop. (2007).
15. Korea Meteorological Administration: Available online: http://www.kma.go.kr/weather/climate/past_table.jsp?stn=140&yy=2016&obs=07&x=19&y=7, (2017).
16. Scrine, G.R.: Refrigerated vehicles-what next? *In Long Distance Refrigerated Transport: Land and Sea*. International Institute of Refrigeration, Paris, pp. 17-22 (1985).
17. Choi, S.G., Hong, S.E.: Refrigeration engineering. Gungiwon, Korea. pp. 110 (2009).
18. Korea Food and Drug Administration: Pre-request program in HACCP. (2011).
19. Yun. S.K.: A study on the refrigeration vehicle system

installed eutectic solution plates for milk transportation. *J. Korean Soc. of Marine Engineering*, **23**, 338-345 (1999).
20. Runsey, I.: Temperature and air distribution in refrigerated warehouses. A new dimension to energy savings. Food safety, Food supply, Food solutions. GDS Publishing Ltd. (2008).
21. Chourasia, M.K., Goswami, T.K.: Simulation of effect of stack dimensions and stacking arrangement on cool-down characteristics of potato in a cold store by computational fluid dynamics. *Bios. Eng.*, **96**, 503-515 (2007).
22. Choi, M.S., Choi, J.A., Kim, M.H., Bahk, G.J.: The comparison and distribution of temperatures established in display stands and food surfaces for cold and frozen foods in large discount stores in Korea. *J. Food Hyg. Saf.,* **26**, 308-314 (2011).
23. Kim, H.T., Kim, S.K., Behk, O.J., Bahk, G.J.: The survey of cold storage temperature and determine of appropriate statistics probability distribution model. *J. Food Hyg. Saf.,* **27**, 312-316 (2012).
24. Fujikawa, H., Kano, Y.: A new method for estimation of temperature in food exposed to abuse temperature. *Food Sci. Technol. Res.*, **14**, 111-116 (2008).
25. Qian, X.U., Jing, X.I.E.: Food safety and temperature monitoring of food in the circulation in low temperature. *J. Shanghai Fish. Univ.*, **16**, 180-184 (2007).
26. Federal Agency Safety Food Chain: Facts and figs. 2012. Available online: http://www.afsca.be/publications-en/_documents/2013-08-22_F-F2012EN_S.pdf, pp. 1-64 (2013).
27. Griffiths, M.W.: *Listeria monocytogenes*; Its importance in dairy industry. *J. Sci. Food Agric.*, **47**, 133-138 (1989).
28. Noh, B.U.: Food Hygiene for hands on worker. Daegu Haany University, pp. 87-88 (1997).
29. United States Department of Agriculture (USDA): FSIS safety and security guidelines for the transportation and distribution of meat, poultry, and egg products. (2003).
30. Kim, B.S.: Future safe food distribution system-*u*-food system. *Safe Food*, **12**, 3-14 (2016).