저염 가공식품의 미생물학적 안전성

The microbiological safety of reducing salt in processed foods

장호석, 김영지, 송광영, 서건호*

Ho-Seok Chang, Young-Ji Kim, Kwang-Young Song and Kun-Ho Seo*

건국대학교 수의과대학 식품안전건강연구소

Center for One Health, College of Veterinary Medicine, Konkuk University

Ⅰ. 서 론

소금은 염소(Cl)와 나트륨(Na)으로 구성되며 식품에 있어 고유의 풍미를 향상시켜 식감을 좋게 하고 조직감을 부여한다. 또한, 소금은 안전한 식품의 생산과 유통에 있어 *Listeria monocytogenes*와 같은 저온세균을 포함하여 미생물이나 세균의 성장을 억제하고 식품의 저장성을 높혀 유통기한을 연장하는데 사용되었다(1-2). 그러나, 과도한 나트륨 섭취는 고혈압, 뇌졸중 및 심혈관계 질환 등 만성질환의 발생 위험을 증가시키고 짠맛으로 인한 갈증 유발로 탄산음료의 섭취를 증가시켜 비만, 신장결석 및 골다공증 등 다양한 질병을 일으킬 수 있다(3-4). 우리나라에서 2014년 기준 고혈압 질환으로 사망한 사람은 5,061명으로 인구 10만명 당 10.0명이었고(5), 만 30세 이상의 성인에서 고혈압 유병률은 2007년 24.6%에서 2012년 29.0%로 증가하였으며 2013년 이후 약간 감소하였다(6). 이러한 만성 질환의 위험성으로 인해 세계보건기구(World Health Organization, WHO)에서는 나트륨 섭취를 줄이기 위해 나트륨 섭취량을 2,000mg으로 권고하고 있다. 또한, 건강 슬로건을 각국에 제시하고 있으며 미국, 영국, 일본 등 선진국에서도 나트륨의 섭취량을 줄이기 위한 노력을 진행하고 있다. 한국의 경우도 98~10년도까지 10년 이상 1일 평균 나트륨 섭취량이 4,900mg 이상으로 매우 높은 수준이다(7-9). 이는 한국의 발효 · 절임 식품 등 전통 한식 문화와 현대화에 따른 가공식품 소비 및 외식의 비중 증가 등에 의한 영향으로 볼 수 있다. 이로 인해 식품업계에서는 나트륨 함량을 줄이거나 소금 대체물질을 사용한 제품들을 다양하게 출시하고 있다. 하지만, 저염 가공식품에 대한 충분한 미생물학적인 연구나 고찰이 부족한 상태에서 제품이 유통될 경우 병원성 및 부패성 미생물로 인한 식중독 발생 및 경제적 손실로 이어질 수 있다. 따라서, 본 연구는 시판되고 있는 가공식품에서 나트륨을 저감한 후에도 미생물학적인 안전성을 보장할 수 있는 나트륨 임계치를 확인하고자

* Correspondence to: Kun-Ho Seo
Center for One Health, College of Veterinary Medicine, Konkuk University, Seoul 05029, Korea.
Tel: +82-2-450-4121 Fax: +82-2-3436-4128 E-mail: bracstu3@konkuk.ac.kr

하였고 나트륨과 함께 효과적으로 미생물을 제어할 수 있는 hurdle technology와 같은 다양한 방법에 대해서 논하고자 하였다.

II. 본 론

1. 시료 제작 및 나트륨 저감 목표 설정

본 연구에 사용된 가공식품은 일생생활에서 쉽게 접할 수 있는 다소비 품목으로 선정하였다. 가공식품의 종류는 햄버거패티, 냉동만두, 소시지, 식빵, 가공치즈, 염지란, 드레싱, 시리얼로 제품별 나트륨 저감률은 각각 10~50%의 비율로 정하여 제조 공정상 해당 비율로 나트륨의 함량을 줄인 시료를 제작 후 실험에 사용하였다(표 1). 샘플의 저장온도는 4, 25, 40℃로 각각 냉장, 상온 및 가혹 조건을 고려하여 설정하였고 실험기간은 제품에 따라 60시간~75일로 산정하였다.

2. 미생물 및 이화학적 특성 분석 방법

모든 미생물 검사는 식품공전 미생물시험법(KFDA 2016)에 따라 시행하였다. 가공식품의 나트륨 저감에 따른 미생물학적인 위해평가를 위하여 위생지표세균인 일반세균, 대장균군 및 *Escherichia coli*(*E. coli*)를 측정하였다. 측정방법은 전처리된 시료 1ml을 취하여 9ml 0.85% 멸균생리식염수를 이용하여 10진 희석 후 희석액 1ml을 Petrifilm™ aerobic count plate, Petrifilm™ *E. coli*/coliform count plate에 무균적으로 접종하여 35℃에서 48시간 배양한 뒤 계수하였다. 병원성 미생물 검사는 주요 식중독균인 *Salmonella* spp., *Staphylococcus aureus*, *Bacillus cereus*, *Clostridium perfringens*를 대상으로 하여 다음과 같이 실시하였다. 전처리된 시료 1ml을 취해 9ml 0.85% 멸균 생리식염수를 이용하여 10진 희석 후 단계별 희석액을 Xylose Lysine Deoxycholate agar(XLD, *Salmonella* 검출), Baird-Parker agar(BPA, *S. aureus* 검출), mannitol-egg yolk-polymyxin agar(MYP, *B. cereus* 검출), tryptose sulfite cycloserine agar(TSC, *C. perfringens* 검출)에 도말하여 37℃에서 24-48시간 배양하였다. 배양 후 의심집락의 최종 확인을 위하여 *Salmonella*와 *S. aureus*는 VITEC GN kit, *B. cereus*, *C. perfringens*는 16S rRNA sequencing을 각각 이용하였다. 수분활성도(water activity)는 수분활성측정기(Dew point water activity meter 4TE, Aualab, WA, USA)를 이용하여 각각의 시료 1-5g을 수분활성 측정용기에 담은 후 측정하였다. pH 및 총산도 측정은 시료 10g에 10배 증류수를 가하여 마쇄 후 30분간 25℃에서 교반 추출하여 여과지(No.4, Whatman, UK)로 여과 후 각각 pH meter(Thermo Electron Corp., USA)와 0.1N NaOH 및 페놀프탈레인 반응을 이용하여 측정하였다.

표 1. 가공식품 종류별 나트륨 저감 목표 및 실험기

가공식품		나트륨 저감률(%)	실험기간
육가공품	햄버거패티	20	60시간
	냉동만두	15	5일
	소시지	25, 50	75일
빵류	식빵	30	60시간
치즈류	가공치즈	20, 50	50일
알가공품	염지란	5, 10	50일
소스류	드레싱	30, 50	50일
시리얼류	시리얼	20	50일

* 현재 논문 투고중인 data임.

3. 저염 가공식품의 미생물학적 안전성 결과

총 8종의 가공식품에서 나트륨을 저감 후 각각 실온조건(25℃)과 냉장(4℃) 및 가혹 조건(40℃)에서 저장 보관하며 기존제품과 미생물학적인 차이를 비교하였다(표 2).

햄버거패티

햄버거패티는 기존제품에서 나트륨을 20% 저감하여 미생물학적인 안전성을 확인하였다. 4, 25℃에 저장 시 기

표 2. 가공식품 종류에 따른 미생물 분석결과

식품명	나트륨저감률 (%)	미생물	정량평가(log CFU/g)					
			기존제품			저염제품		
			4℃	25℃	40℃	4℃	25℃	40℃
햄버거패티	20	*E. coli*	음성	음성	음성	음성	음성	음성
		B. cereus	음성	음성	0-3.0	음성	음성	0-3.1
		S. aureus	음성	음성	음성	음성	음성	음성
		Salmonella spp.	음성	음성	음성	음성	음성	음성
		C. perfringens	음성	음성	음성	음성	음성	음성
냉동만두[1]	15	일반세균	2.9-7.7			3.5-7.8		
		대장균군	0-5.0			2.6-5.5		
소시지	25, 50	일반세균	음성	음성	음성	음성	음성	음성
		대장균군	음성	음성	음성	음성	음성	음성
식빵	30	일반세균	음성	0-1.6	0-5.6	음성	0-3.0	0-5.8
가공치즈	20, 50	대장균군	음성	음성	음성	음성	음성	음성
염지란	5	일반세균	음성	0-5.7	음성	음성	0-5.6	0-5.6
		대장균군	음성	음성	음성	음성	음성	음성
		Salmonella spp.	음성	음성	음성	음성	음성	음성
	10	일반세균	음성	0-5.7	음성	음성	0-5.5	0-5.2
		대장균군	음성	음성	음성	음성	음성	음성
		Salmonella spp.	음성	음성	음성	음성	음성	음성
드레싱	30, 50	대장균군	음성	음성	음성	음성	음성	음성
시리얼	20	대장균군	음성	음성	음성	음성	음성	음성

[1] 냉동만두는 해동(4℃)과 냉동(-20℃)을 5회 반복함.
* 현재 논문 투고중인 data로 실험 초기값과 실험 종료시 값을 나타냄.

존제품과 저염제품에서 지표세균(*E. coli*)과 식중독균(*Salmonella*, *C. perfringens*, *S. aureus*, *B. cereus*) 모두 검출되지 않았으나 40℃에 저장 시 기존제품과 저염제품 모두에서 *B. cereus*가 3 log CFU/g 수준으로 검출되었다. *B. cereus*는 독소를 생성하여 설사, 복통 및 구토를 일으킬 수 있는 식중독균으로 햄버거와 같은 즉석편의식품에서 검출된 사례가 있다(10). 또한, 식육 가공품에서 나트륨을 저감할 경우 식품 안전성을 저해할 수 있는 병원성 미생물은 *Listeria monocytogenes*, *Clostridium botulinum*, *Bacillus cereus*, *Yersinia enterocolitica*, *Clostridium perfringens*, *Aeromonas hydrophila*, *Campylobacter*, *Escherichia coli* O157 : H7 등 다양하게 보고되었다(11). 실험 결과로 미루어보아 저염 햄버거패티의 미생물학적 안전성은 충분히 확보될 수 있으나 아포 생성균의 경우 극한 조건에서 장기 보관 시 주의가 필요한 것으로 보인다.

냉동만두

냉동만두는 나트륨을 15% 저감한 후 해동에 따른 미생물학적인 안전성을 기존제품과 비교하였다. 해동 후 재냉동을 총 5회 반복함에 따라 일반세균과 대장균군이 증가하는 경향을 보였다. 특히, 저염 냉동만두의 경우 저장초기 일반세균이 기존제품에 비해 높았으며 1차례의 해동에도 대장균군의 증식이 가능하였다. 정 등(1991)은 냉동만두를 -10℃ 이하의 냉동온도에서 보관 시 대장균군은 거의 변화를 보이지 않는다고 하였다(12). 따라서, 냉동만두의 나트륨 저감을 위해서는 제조공정에서 미생물을 제어할 수 있는 pH 및 산도 등의 조절을 통해 저염으로 인해서 낮아진 미생물학적 안전성의 보완이 필요하며, 제품의 유통과정에서 상온에 노출을 피하고 냉동보관 온도를 준수해야만 한다.

소시지

소시지는 원료육의 나트륨 수준을 각각 25, 50%로 저감하여 기존제품과 미생물학적인 안전성을 비교하였다. 소시지의 경우 주원료와 부원료를 혼합 후 살균처리 과정을 거치므로 나트륨 저감을 하더라도 비교적 미생물학적으로 안전한 조건을 형성한다. 실험결과에서도 모든 미생물이 검출되지 않아 오염 미생물에 대한 안전성을 유지하였다. 가공전 육류에 포함된 나트륨 함량은 100g 당 100mg 미만으로 존재하며 가공 과정 중 나트륨 첨가량에 비례하여 증가하게 된다. 육류에서 나트륨은 젖산균(lactic acid bacteria)의 발효와 pH를 조절하고 독소를 생성하는 병원성 및 부패성 미생물 성장을 억제한다. 육가공품 제조 시 인산나트륨(sodium phosphates), 질산나트륨(sodium nitrates)을 첨가제로 사용할 경우 소금과 상승작용을 통해 소금의 함량을 낮출 수 있다. 미생물학적 안전성 측면에서 질산나트륨 50ppm은 소금 1%의 농도와 동일한 효과를 갖고 있다(13). 그림 1은 육제품에 소금을 첨가할 경우 수분 보유력이 향상됨을 보여준다(14). 육제품에서 나트륨은 육류 단백질의 수분 결합력을 유지하는 역할을 함으로 나트륨 함량이 급격히 감소할 경우 제품의 수분 손실로 인해 품질이 떨어질 우려가 있다. 따라서, 소시지 등 식육가공품에서 나트륨의 저감을 위해서는 제품의 물성학적인 특성 변화를 반드시 고려하여 나트륨 임계치를 산출해야만 한다.

식빵

식빵은 기존제품에서 나트륨을 30% 저감하여 미생물 실험을 진행하였다. 저염 식빵은 25℃의 저장온도에서 기존제품보다 높은 일반세균의 증식을 보였으며 40℃ 저장 시 두 제품 모두 일반세균수가 5 log CFU/g를 초과하여 높은 오염 수준을 보였다. 일반세균수는 법적 기준으로 설정하여 규제하고 있지 않으나 일반적으로 식품에서 5 log CFU/g 이상일 경우 오염도가 높다고 판단한다(15). 식빵

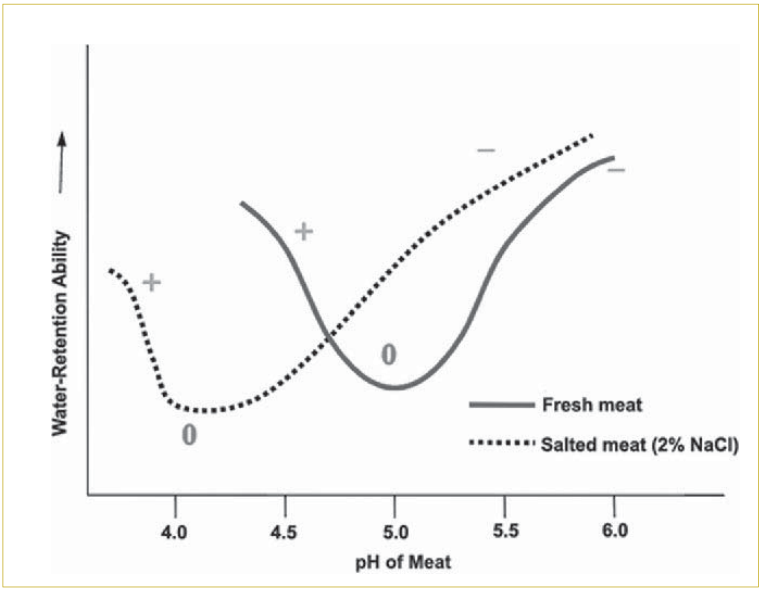

그림 1. 2% NaCl 첨가육의 pH 및 수분보유력 변화

(자료: Xiong, 2004)

은 수분활성도(water activity, a_w)가 매우 높은 고수분식품(16)으로 분류되며 실험을 통해 측정한 결과 0.97를 나타내었다(표 3). 이러한 특성으로 인해 곰팡이나 *Bacillus cereus* 등과 같은 미생물의 오염에 노출되기 쉬우며 보존료를 사용하지 않는 제품의 경우 미생물 오염에 대한 위험성은 더욱 높아진다. 빵에서 소금은 오염 미생물 제어뿐만 아니라 효모의 성장에도 영향을 주어 효모의 발효 속도 및 수분 활성을 조절하게 된다. 빵에 과량의 소금을 첨가하게 되면 효모 발효가 늦어져 빵이 천천히 부풀게 되고 소량만 첨가 시 과도한 효모 발효로 인해 가스가 생성되고 신맛이 나게 된다. 따라서, 빵에서 나트륨의 저감은 미생물의 제어 및 발효과정에 영향에 주게 되므로 신중한 접근이 필요하다.

시리얼

저염 시리얼은 기존제품 대비 나트륨의 함량을 20% 저감하여 미생물 실험을 진행하였으며 실험결과 모든 시료에서 미생물이 검출되지 않았다. 시리얼의 a_w는 0.3~0.4의 범위로 매우 낮은 값을 보였다(표 3). 0.6 이하의 a_w에서는 효모와 곰팡이를 포함한 모든 미생물의 증식이 억제되며 주요 식중독균의 종류에 따른 최소 a_w 범위는 표 4과 같다(17). 특히, *S. aureus*는 0.8의 낮은 a_w에서 성장이 가능하고 내열성 독소를 생성하는 특징이 있기 때문에 사전에 오염을 예방하는 것이 매우 중요하다.

가공치즈

가공치즈는 나트륨을 각각 20, 50%로 저감 후 미생물을 분석하였으며 모든 시료에서 대장균군이 검출되지 않았다. pH와 총산도는 저장기간이 늘어남에 따라 다소 감소하는 경향을 보였다(표 5-6). 가공치즈에서 소금은 오염 미생물 제어뿐만 아니라 과도한 수분이나 유장을 제거하는 등 제품의 질감을 형성하는데 매우 중요한 역할을 담당한다. 가공치즈의 나트륨 함량을 낮추게 되면 부드럽고 점도가 높아지는 물성학적인 변화를 나타낼 뿐만 아니라

표 3. 식빵, 시리얼의 수분활성도 측정결과

식품명	수분활성도(water activity)					
	기존제품			저염제품		
	4℃	25℃	40℃	4℃	25℃	40℃
식빵	0.97	0.97	0.97	0.97	0.97	0.97
시리얼	0.37	0.37-0.36	0.37-0.33	0.37-0.35	0.37-0.34	0.37-0.29

* 현재 논문 투고중인 data로 실험 초기값과 실험 종료시 값을 나타냄(단일 값은 변동이 없었던 값임).

표 4. 식중독 세균의 종류에 따른 생존가능 수분활성(a_w) 범위

a_w 범위	식중독 세균
1.00~0.95	*Pseudomonas, E. coli, Shigella, Klebsiella, Bacillus, C. perfringens*
0.95~0.91	*Salmonella spp., Vibrio parahaemolyticus, C. botulinum*
0.87~0.80	*Staphylococcus aureus*

(자료: Fontana, 2001)

표 5. 가공치즈, 오리엔탈 드레싱, 염지란의 총산도(total acidity) 측정결과

식품명	나트륨 저감률(%)	총산도(total acidity)					
		기존제품			저염제품		
		4℃	25℃	40℃	4℃	25℃	40℃
가공치즈	20	0.83-0.47	0.83-0.69	0.83-0.48	0.88-0.67	0.88-0.68	0.88-0.61
	50				0.74-0.64	0.74-0.49	0.74-0.55
드레싱	30	1.03-1.07	1.03-1.06	1.04-0.98	1.03-1.00	1.03-1.06	1.03-1.06
	50				1.04-1.06	1.04-0.97	1.04-0.96
염지란	5	0.04-0.06	0.04-0.06	0.04-0.06	0.03-0.06	0.03-0.06	0.03-0.06
	10				0.04-0.06	0.04-0.06	0.04-0.06

* 현재 논문 투고중인 data로 실험 초기값과 실험 종료시 값을 나타냄.

표 6. 가공치즈, 오리엔탈 드레싱, 염지란의 pH 측정결과

식품명	나트륨 저감률(%)	pH					
		기존제품			저염제품		
		4℃	25℃	40℃	4℃	25℃	40℃
가공치즈	20	6.34-6.01	6.34-5.85	6.34-5.97	6.14-5.85	6.14-5.92	6.14-5.75
	50				6.40-6.10	6.40-6.11	6.40-6.08
드레싱	30	4.01-4.52	4.01-4.52	4.01-4.47	3.94-4.37	3.94-4.40	3.94-4.29
	50				3.84-4.33	3.84-4.35	3.84-4.29
염지란	5	6.79-6.67	6.79-6.76	6.79-6.75	6.81-6.79	6.81-6.76	6.81-6.75
	10				6.81-6.74	6.81-6.79	6.81-6.73

* 현재 논문 투고중인 data로 실험 초기값과 실험 종료시 값을 나타냄.

치즈의 용해성, 파쇄성 및 신장성에도 영향을 미치게 된다. 따라서, 가공치즈의 나트륨 저감을 위해서는 식품의 안전성 측면과 함께 제품의 물성변화로 인하여 소비자의 기호성에 미치는 영향도 반드시 고려해야 한다. 가공 치즈의 제조공정을 살펴보면 젖산을 생성하는 미생물을 이용한 초기 배양을 통해 병원성 및 부패성 미생물을 경쟁적으로 억제할 수 있으며 가열 공정을 거치게 되어 효과적으로 오염 미생물을 제어할 수 있다. 실험적으로 체다 치즈 추출물에 *E. coli*를 인위적으로 오염시켜 NaCl, pH 및 총산도의 항균력을 조사한 결과 pH와 총산도가 NaCl에 비해 *E. coli*의 억제 인자로서 효과적으로 작용하였다(18). 이는 가공치즈에서 pH와 총산도가 NaCl과 함께 미생물 장애물(microbial hurdle)로서 활용이 가능함을 시사한다. 그림 2는 저염 가공치즈에서 *C. botulinum* 제어를 위한

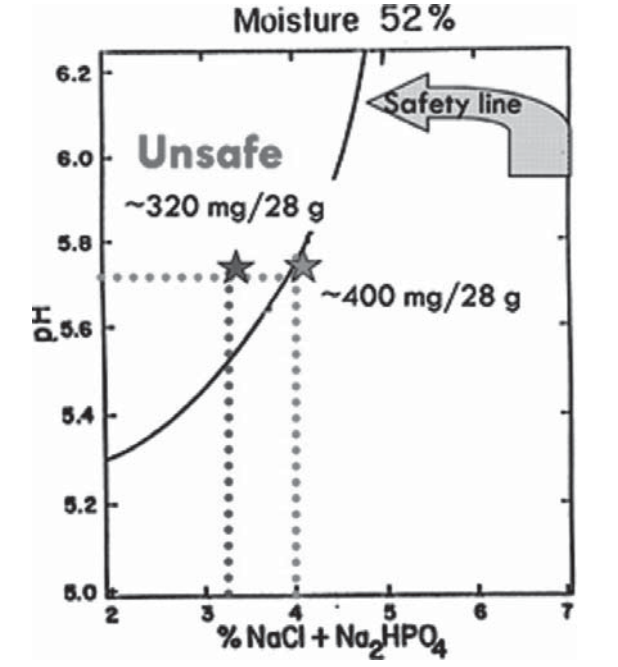

그림 2. 저염 가공치즈에서 *Clostridium botulinum*의 제어

(자료: Tanaka 등, 1986)

pH의 임계치를 보여준다. 52% 습도에서 염농도 0.014%의 가공치즈는 pH 5.7이하에서 안전성을 유지하였으나 염농도를 낮출 경우 pH도 함께 낮춰야 *C. botulinum*을 억제할 수 있었다.

드레싱

드레싱은 각각 30, 50%의 나트륨을 저감하여 기존제품과 미생물학적인 안전성을 비교한 결과 실험기간 동안 대조군을 포함한 모든 저염제품에서 대장균군이 검출되지 않았다. 드레싱의 pH와 총산도는 두 제품군에서 각각 3.80~4.52, 0.96~1.04의 범위를 보였다(표 5-6). 드레싱은 제조 시 가열공정을 거치고 제품 특성상 낮은 pH와 높은 총산도로 인해 미생물 오염을 방지할 수 있는 hurdle을 형성하므로 나트륨 저감에 매우 유리하며 50%의 나트륨 저감은 충분히 가능할 것으로 판단된다.

염지란

염지란의 나트륨 저감률은 5, 10%로 다른 가공식품에 비하여 낮은 정도로 저감을 하였으며 미생물 분석을 위해 일반세균, 대장균군 및 *Salmonella* spp.를 확인하였다. 4℃에 저장 시 모든 제품에서 미생물이 검출되지 않아 미생물학적인 안전성을 유지하였으나 25, 40℃에서는 두 제품 모두 일반세균수가 5 log CFU/g 이상으로 검출되어 높은 오염 수준을 보였다. 염지란의 pH와 총산도는 각각 3.8~4.5, 0.03~0.06의 범위로 측정되었다(표 5-6). 계란의 난각은 분변을 통해 *Salmonella* spp., *Campylobacter*, *E. coli* 등이 오염될 수 있으며 가공 및 조리과정에서 교차오염의 위험성이 높다(19). 알가공품인 염지란의 경우 pH와 총산도가 미생물의 hurdle로 작용하지 못하는 환경조건이므로 미생물 생육이 가능한 온도인 25, 40℃에서 일반세균수가 급격히 증가하여 나트륨 저감을 위해서는 4℃이하의 저온유지가 반드시 전제되어야 할 것이다.

Ⅲ. 결 론

본 연구를 통해 저염 가공식품의 미생물학적인 안전성을 확인한 결과는 다음과 같다. 나트륨을 5-15% 저감한 염지란과 냉동만두의 경우 저장온도 외 미생물 오염을 억제할 수 있는 hurdle이 존재하지 않아 나트륨의 안전한 저감을 위해서는 미생물 제어를 위한 공정 강화와 저온 유통 시스템 관리가 필요한 것으로 나타났다. 나트륨의 함량을 20-30% 저감한 제품은 햄버거패티, 식빵 및 시리얼로 4, 25℃에 저장보관 시 미생물 오염에 대해 안전성을 유지하였으나 40℃의 경우 햄버거패티와 식빵에서 각각 *Bacillus cereus*와 일반세균이 높은 수준으로 검출되었다. 반면, 시리얼은 낮은 수분활성도로 인하여 40℃의 고온에서도 미생물학적인 안전성이 유지되었다. 나트륨을 50%까지 저감한 소시지, 가공치즈 및 드레싱의 경우 가열공정을 거치고 미생물의 제어에 유리한 pH 및 총산도 등 제품의 고유 특성으로 인해 미생물학적으로 높은 안전성

을 보였으나 나트륨 저감으로 인하여 제품의 품질에 영향을 줄 수 있는 물성학적인 변화에 대한 고려는 필요할 것으로 보인다.

이와 같이 가공식품에서 나트륨의 저감은 미생물의 대사와 증식에 영향을 미치는 환경 요인에 대한 정확한 분석이 전제되어야 한다. 미생물학적인 안전성이 낮은 저염제품의 소비 증가는 국민건강 증진 측면에서 권장되어야하지만 집단 식중독 사고로 이어질 수 있는 위험성도 내포하고 있다. 따라서, 안전한 저염 가공식품의 생산을 위해서는 오염 미생물에 대한 안전성을 향상시킬 수 있는 다양한 미생물 제어 기술인 hurdle technology 개념을 바탕으로 많은 연구가 반드시 필요하겠다.

감사의 글

본 고의 내용 중 일부는 2015년부터 2016년까지 식품의약품안전처의 지원으로 수행되었던 "가공식품 나트륨 저감화 가이드라인 개발" 사업의 연구 성과로 이에 감사합니다.

참고 문헌

1. He FJ, MacGregor GA. (2007) Dietary salt, high blood pressure and other harmful effects on health. In: Reducing salt in foods: practical stragegies, Woodhead Publishing, Sawston, UK pp. 94-102

2. Kilcast D, Angus F. (2006) Reducing salt in foods. CRC Press, Boca Raton, Fla, pp. 18-54

3. Gibson J, Armstrong G, and McIlveen H. (2000) A case for reducing salt in processed foods. Nutr. Food Sci. 30(4/5): 167 - 173

4. AIB International (2008) Sodium and salt: Health concerns and regulatory status. Manhattan, NY.

5. Statistics Korea. Causes of Death Statistics [Internet]. 2014 [cited 2015 Dec 02]. Available from: http://kostat.go.kr/portal/eng/index.action.

6. Korea Centers for Disease Control and Prevention. Korea Health Statistics 2014 : Korea National Health and Nutrition Examination Survey (KNHANES VI-2) [Internet]. Korean Ministry of Health and Welfare; 2014 [cited 2016 Dec 08]. Available from:https://knhanes.cdc.go.kr/knhanes/index.do.

7. Yon M, Lee Y, Kim D, Lee J, Koh E, Nam E et al. Major sources of sodium intake of the Korean population at prepared dish level: based on the KNHANES 2008 & 2009. Korean J Community Nutr 2011; 16(4): 473-487.

8. Song BH, Hwang SH, Lee JD, Kim HJ, Chung HR, Moon HK. A study on the mineral contents of Korean common food and analytical methods 1. sodium. Korean J Food Hyg 1991; 6(3): 139-145.

9. Kwak HS, Kim MS, Lee YS, Jeong YH. Long-term change in consumer acceptance for salt reduced 'udon noodle soup' over repeated intake at home. Int J Food Sci Technol 2015; 50(2): 541-548.

10. 김순한, 김미경, 강민철, 손영욱, 이창희, 김인복, 이영자, 최수영 (2004) 즉석조리식품의 *Bacillus cereus* 오염실태조사 및 생육 pattern 분석. 생명과학회지 14(4): 664-669

11. IOM. (2010). Preservation and physical property roles of sodium in foods. In: Strategies to Reduce Sodium Intake in the United States, pp. 91 - 118. National Academies Press, Washington, DC.

12. 정진웅, 조진호, 김영동, 권동진, 김영수 (1991) 동결저장 온도가 냉동만두의 저장성에 미치는 영향. 한국식품과학회지 23(5): 527-531

13. Sebranek JG, and Fox JB. (1985) A review of nitrite and chloride chemistry: Interactions and implications for cured meats. J. Sci. Food Agric. 36:1169 - 1182

14. Xiong YL. (2004). Encyclopedia of Meat Sciences, pp. 218 - 225. Jensen, W.K., Devine, C. and Kideman, M., Eds., Elsevier, Oxford, U.K

15. Solberg M, Buchalew JJ, Chen CM, Schaffner DW, O'Neill K, McDowell J, Post LS, Boderck M. (1990) Microbial safety assurance system for foodservice facilities. Food Technol., 44: 68-72

16. Smith JP, Daifas DP, El-Khoury W, Koukoutsis J, and El-Khoury A. (2004) Shelf life and safety concerns of bakery products: A review. Critical Reviews in Food Science and Nutrition. 44(1): 19-55

17. Fontana A. (2001) Water activity's role in food safety and quality. Food Safety February-March 2001: 19-21,57

18. Tanaka N, Traisman E, Plantinga P, Finn L, Flom W, Meske L, and Guggisberg J. (1986) Evaluation of factors involved in antibotulinal properties of pasteurized process cheese spreads. J. Food Prot. 49:526-531

19. Jones FT, Rives DV, Carey JB.(1995) *Salmonella* contamination in commercial eggs and an egg production facility. Poult. sci., 74, 753-757