

전자기장 급속냉동기법을 활용한 일본수출용 조리완제 돈가스 개발

Development of Pork Cutlet for Export Using Magnetic-Field Freezing Technique

고경보 · 강동근 · 김영화 · 박행철 · 임도훈 · 류연철*

Kyoung-Bo Ko, Dong-Guen Kang, Yeong-Hwa Kim, Hang-Chul Park,
Do-Hun Lim, and YounChul Ryu*

제주대학교 생명자원과학대학 생명공학부
Department of Biotechnology, Jeju National University

1. 서론

우리나라 육류 소비중 돼지고기의 경우 뚜렷한 소비 패턴을 가지고 있다. 부위별 선호도가 뚜렷하고 항상 특정 부위가 남는다. 이러한 비선호 부위가 갈수록 재고량이 증가되어 양돈산업 발전의 저해 요인으로 작용한다(Kwak and Ko, 2006). 수요량과 공급량이 안정적으로 조절되어야 가격이 안정이 되고 소비가 촉진이 되지만, 삼겹살, 목살 등의 특정 부위의 선호가 높아 농가에서는 사육두수를 늘려 생산량을 높이지만, 비선호 부위의 재고량이 늘어나는 문제점이 발생하고 있다. 이런 문제를 해결하기 위해서 일본수출을 통하여 불균형을 해결해 보려고 했지만, 구제역의 발생으로 수출이 불가능한 상태이다.

제주산 돈육의 수출은 2004, 2009년도에 다른 지역에서 일어난 구제역에도 수출이 가능하였다. 하지만 일본의 청정지위를 지역단위가 아닌

국가단위로 변경하여 제주산 돈육의 수출은 중단되었다. 2010부터 2011년까지 발생한 구제역으로 인하여 구제역 백신을 투여하고 있어 아직 청정국 지위 회복 시기는 예측이 불가능하다. 하지만 2010년에 신선육 돼지고기의 수출은 중단되었지만, 열처리 돈육 제품에 대해서는 수출협상이 되어 일본 정부의 승인을 받은 업체는 수출이 가능한 상황이다.

하지만 까다로운 일본의 위생검역 기준을 통과하기 위해서는 기존에 판매되는 형식이 아닌 새로운 형태의 돈가스 제품개발이 필요하였다. 따라서 개발된 돈가스는 마트에 판매중인 반가공 형태가 아닌 조리완제 후 전자기장 급속 냉동을 하여, 소비자는 구매 후 별도의 조리과정 없이 전자렌지에 데워서 먹을 수 있는 Ready-to-eat 형태의 완성품 돈가스이다. 해동 후 눅눅해지는 튀김 특유의 특성과 기름으로 튀겨져 냉동 보관 후 발생하는 산패취에 대한 문제점을 전자기장 급속

* Corresponding author: YounChul Ryu
Department of Biotechnology, Jeju National University
66 Jejudaehakro, Jeju-Si 690-756, Korea
Tel: 82-64-754-3332
Fax: 82-64-725-2403
E-mail: ycryu@jejunu.ac.kr



Table 1. 국내 1인당 육류 소비량

	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
쇠고기	6.8	6.6	6.8	7.6	7.5	8.1	8.8	10.2	9.7	10.3
돼지고기	17.9	17.8	18.1	19.2	19.1	19.1	19.3	19.0	19.2	20.9
닭고기	6.6	7.5	8.6	8.6	9.0	9.6	10.7	11.4	11.6	11.5
전체	31.3	32.1	33.6	35.4	35.4	36.8	38.8	40.6	40.5	42.7

출처: 농림축산식품부

Table 2. 돼지고기의 부위별 생산량 및 정육율

부위	냉도체중	삼겹살	목심	안심	등심	전지	후지	갈비	기타
생산량(kg)	75.16	12.07	6.20	1.44	8.66	11.24	18.04	4.17	4.84
비중(%)	100	16.06	8.25	1.92	11.52	14.95	24.00	5.55	6.44

출처: 농촌진흥청 축산과학원

냉동을 통하여 개선하였다.

앞서 기술한 것처럼 비선호 부위를 가공하여 일본수출에 성공한 조리완제 돈가스 제품의 연구개발에 대해서 살펴보고자 한다.

II. 본론

1. 국내 육류 소비 패턴의 문제점

우리나라의 국민 1인당 육류 소비량은 2013년에 42.7 kg으로 2004년에 31.3 kg보다 약 11 kg 가량 증가하였다(Table 1). 세부적으로 살펴보면 소고기 10.3 kg, 돼지고기 20.9 kg, 닭고기 11.5 kg으로 돼지고기 전체 육류 소비량의 48.7%로 가장 많이 소비되는 것으로 나타났다. 하지만 우리나라 돼지고기 소비패턴은 예전부터 선호부위와 비선호 부위가 뚜렷하게 나뉘는 문제점이 발생하였다. 국내 돼지고기 소비 성향은 삼겹살, 목심 등 구워 부위를 선호하는 것으로 나타났다. 상대적으로 생산량이 많은 등심, 후지 등에 대한 선호도는 낮아 공급 불균형이 오래전부터 계속되어 왔다. 현재 생산되고 있는 돼지고기의 마리당 평균 정육율을 Table 2에 나타내었다. 돼지고기의

정육율을 살펴보면 삼겹살의 경우 마리당 약 12 kg, 목심 6.2 kg으로 전체 정육 비율에서 각각 16%, 8.2%로 비선호 부위 등심, 후지에 비해 생산 수율이 낮다.

이러한 수급 소비 불균형 속에 비선호 부위의 가격이 낮게 형성되고 있다. Table 3은 한국과 일본의 지육 및 부분육의 가격 차이를 나타낸 표이다. 우리나라에서는 비선호 부위로 판매가 저조한 안심, 등심의 경우 일본에서는 2배 이상 되는

Table 3. 한국과 일본의 지육 및 부분육 가격 차이

구분	한국	일본
	단가(원/kg)	단가(원/kg)
지육	4,242	5,822
안심	5,733	13,185
등심	4,592	11,467
목등심	10,811	10,826
전지	5,836	5,958
삼겹살	12,445	10,048
후지	4,077	6,408
평균	6,781	8,344

출처: 2013 한국육류유통수출협회

가격으로 거래되고 있다. 이렇게 비선호 부위를 일본 수출을 통해 소비불균형을 해결할 수 있지만 현재 구제역으로 인하여 수출이 중단된 상태이다.

2. 일본 열처리 제품 소비현황 및 수출 문제점

현재 돈육 열처리 가공품은 일본정부의 승인을 받은 업체는 수출이 가능한 상태이다. 앞서 기술한 것처럼 우리나라에서 소비율이 낮은 저지방 부위를 이용하여 일본에 열처리 가공품 형태로 수출할 경우 가격면에서 경쟁이 가능할 것으로 판단된다. 이를 위해서는 일본 수출을 위한 가공품 제조 및 제품의 가격 및 품질 경쟁력 확보가 필요하다.

일본의 돈가스 수입량은 2009년 56,300 톤으로 세계 1위의 돈가스 수입국이다(Table 4). 2009년 돈가스류 수입액은 505백만 불로 가열돈육 가공품 전체 수입량의 79%를 점유 하고 있으며 중국, 미국, 태국, 덴마크 등에서 수입한다. 하지만 한국에서는 수출실적이 전무한 상태이다.

앞에서 비교한 것처럼 원료육인 등심과 안심의 가격차이로 인하여 품질이 우수한 제품을 개발하여 수출할 경우 가격경쟁과 품질에서 일본 자국산 생산 돈가스와 경쟁 가능할 것으로 판단된다. 일본의 자국산 돈가스의 판매 가격은 2010년 현재 1,495 엔/kg 이며, 중국, 태국, 미국으로부터의 수입단가는 570~813 엔/kg이며 한국에서는 지육가격이 kg당 5,000원까지도 520엔으로 수출이 가능한 것으로 분석하고 있다(한국육류유통수출입협회, 2011). 하지만 일본 농림수산성 기준에 의하면 열처리 가공제품의 경우 100℃ 이상의

증기를 가하여 해당고기제품의 중심온도를 1분간 70℃ 이상으로 유지시켜야 하고 돈가스와 같은 유탕 제품은 고기의 중심온도를 30분간 70℃ 이상으로 유지하는 기준이 있다. 돈가스의 경우 170℃ 이상의 유탕 온도에서 3~4분간 튀겨지기 때문에 규정에 따라 30분 이상 튀겨질 경우 품질이 현격히 저하하는 문제점이 발생한다. 따라서 일본 수출 규정에 따른 제품의 개발과 품질 및 기준을 확립해야 한다.

3. 전자기장 급속냉동법을 활용한 조리완제 돈가스 개발 연구

현재 우리나라에 유통판매 되고 있는 돈가스 제품들은 반가공 형태로 판매가 되고 있다. 즉, 소비자가 구매 후 가정에서 조리과정을 거친 후 섭취해야 한다. 전자기장 급속냉동법을 활용한 조리완제 돈가스는 기존의 반제품 형태가 아닌, 기름에 튀긴 후 급송 냉동 처리하여, 소비자가 구매 후 전자렌지를 이용하여 간단히 해동 후 섭취가 가능한 즉석 섭취 식품이라 할 수 있다.

기름으로 튀겨진 제품을 냉동처리 후 보관하면 저장기간 중 지방산패로 인한 품질 저하 현상이 일어난다(Cho *et al.*, 1995). 이러한, 저장 중 변화를 최소화하기 위하여 전자기장을 이용한 급속 냉동방법이 사용되었다. 현재 사용되고 있는 식품의 저장 및 유통을 위해서 사용되고 있는 냉동방식은 정지공기 냉동, 송풍식 냉동, 침지식 냉동, 평판접촉 냉동 등이 있다. 정지공기 냉동은 일반적으로 -10 ~ 30℃의 공기 대류를 이용하여 냉동하는 방식으로 완만하게 냉동이 진행된다. 열의 전도율이 우수하지 않고 냉동속도가 느리지만 기계장치가 간단하여 가장 응용범위가 넓다. 가정용 일반냉장고가 여기에 속한다. 송풍식 냉동방법은 -20 ~ -40℃의 공기를 일정한 속도로 순환시켜 동결시키는 방법이다. 빙결점을 지나 완전히 동결되기 까지 오래 걸리는 단점이 있다. 침지식 냉동의 경우 평판접촉 냉동은 열전달 매체가 저온의 금속판으로 식품을 금속판에 직

Table 4. 2009년 일본의 가공제품별 수급량

제품별	수입(천톤)
돈가스	56.3
소세지	40.7
햄류	2.0

출처: 2011 한국육류유통수출협회



Table 5. 냉동방법에 따른 해동 후 등심근의 보수력 비교

	Freezing methods			Significance
	Fresh meat	Air blast freezing(-40℃)	Magnetic fields freezing(-50℃)	
FFU(mg)	67.33 ^a ±13.90	110.06 ^b ±44.78	85.50 ^{ab} ±37.42	NS
Drip loss(%, 24h)	3.68 ^a ±0.66	6.08 ^b ±1.26	3.90 ^a ±1.19	***
Drip loss(%, 48h)	5.91 ^a ±0.87	9.47 ^c ±1.26	6.87 ^b ±1.45	***
Cooking loss(%)	18.95 ^a ±3.26	26.38 ^b ±4.04	18.79 ^a ±3.14	***

Levels of significance: NS, Not Significant; ****P* < 0.001.

^{a-c}Means with different superscripts in the same row significantly differ (*P* < 0.05).

FFU, Filter paper Fluid uptake.

접 접촉시켜 동결하는 방법으로 열전도율은 공기냉동보다 빠르다. 동결시간이 짧고 소요면적이 작으나, 조작효율을 높이기 위해 두께가 한정되고 포장상태에 따라 접촉이 불균일하면 동결시간이 길어지고 포장재질에 크게 영향을 받는다. 침지식 냉동의 경우 송풍식이나 접촉식 냉동에 비해 월등히 높은 동결 속도를 나타낸다. -70℃의 냉매에 침지시켜 30분 이내에 빙결점을 통과시키는 급속으로 동결시키는 방법이다(Koh, 2002). 하지만, 동결시킬 제품을 냉매체가 묻지 않게 포장을 해야 하는 불편함이 있다. 더욱이 돈가스의 경우 진공포장을 할 경우 튀김옷이 눌러 눅눅해지기 때문에 이 방법은 알맞지 않다. 전자기장 급속냉동 방법은 초저온의 송풍기냉동 방식에 자기장과 저주파를 이용하여 연속적으로 조사시켜 식품 내 세포의 응집이 억제되어 수분

의 과냉각 상태가 되고, 수분의 이동을 막고 얼음 결정의 크기를 미립화시켜 해동 후 식품의 전해질 누출이나 조직의 파괴를 막아서 품질을 유지하는 기술이다(Iwasaka, 2011). 이러한 여러 가지 냉동 기술 중에서 냉동과정과 해동 후 품질 저하를 최소화 할 수 있는 방법을 개발하기 위한 연구가 수행되었다. 다음 Table 5는 돈가스의 원료육인 등심근을 송풍식 냉동, 전자기장 냉동처리하여 해동 후 발생하는 품질의 변화를 신선육과 비교한 표이다.

여과지 흡수법(FFU), 해동 후 24시간, 48시간 유리육증량(Drip loss 24h, 48h), 가열 후 유리된 수분의 양을 측정한 가열감량(Cooking loss) 항목을 살펴보면, 전자기장 냉동이 신선육에 가까운 품질을 유지하였다. 냉동 속도는 얼음결정을 형성하는데 영향을 주며 동결되는 동안 식품 내에서 구조적인 변화를 일으켜 품질에 영향을 준다(Smith *et al.*, 1968; Berry, 1990; Uttaro *et al.*, 2007). 또 최대빙결점생성대 온도(-1 ~ -5℃)를 빠른 시간에 통과해야 빙결정이 작아지고 품질저하를 막을 수 있다. 전자기장 냉동을 이용하여 일정크기(2.5, 5, 7.5, 10 cm)로 자른 등심근을 냉동시킨 결과 2.5 cm로 자른 등심근의 빙결점 도달시간은 40분 이내로 나타났다(Figure 1). 이러한 결과는 조리완제 돈가스 제품 개발에 이용되었다. 일본 수출을 위하여 국내 비선호 부위인 돈가스를 반가공형태가 아닌, 유통 열처리 하여 완제품으로 조리 후, 전자기장 급속냉동으로 처리한 후 일반

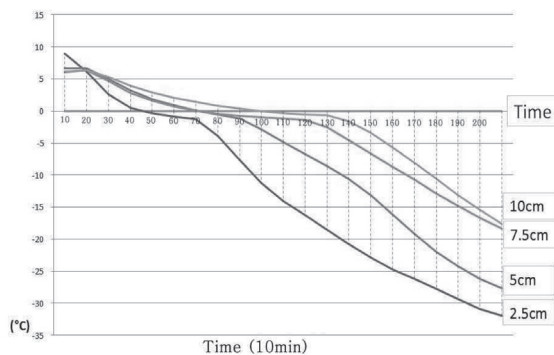


그림 1. 변화하는 몽골의 울란바타아르시(2013년)

Table 6. 조리완제 돈가스의 해동 후 품질변화

저장일	냉동방법	분리율	조직감	해동 후 향	해동 후 이취	맛	이미
0	MFF	0.00 ^a ±0.00	4.00 ^a ±0.10	4.50 ^a ±0.10	2.00 ^a ±0.10	3.50 ^a ±0.10	2.00 ^a ±0.10
	ABF	17.24 ^a ±13.24	2.00 ^b ±0.10	1.50 ^b ±0.10	2.00 ^a ±0.10	1.50 ^b ±0.10	2.00 ^a ±0.10
7	MFF	0.00 ^a ±0.00	3.00 ^a ±0.10	3.00 ^a ±0.10	2.00 ^a ±0.10	4.00 ^a ±0.10	2.00 ^a ±0.10
	ABF	22.84 ^a ±32.50	3.00 ^a ±0.10	3.50 ^b ±0.10	2.00 ^a ±0.10	3.50 ^b ±0.10	2.00 ^a ±0.10
14	MFF	14.35 ^a ±9.18	4.00 ^a ±0.10	3.00 ^a ±0.10	2.50 ^a ±0.10	3.50 ^a ±0.10	2.00 ^a ±0.10
	ABF	23.23 ^a ±13.33	2.00 ^b ±0.10	2.00 ^b ±0.10	4.00 ^b ±0.10	2.00 ^b ±0.10	3.50 ^b ±0.10
21	MFF	10.53 ^a ±15.95	3.50 ^a ±0.10	3.50 ^a ±0.10	2.50 ^a ±0.10	3.50 ^a ±0.10	2.00 ^a ±0.10
	ABF	25.23 ^b ±0.98	1.50 ^b ±0.10	1.50 ^b ±0.10	4.00 ^b ±0.10	2.00 ^b ±0.10	3.50 ^b ±0.10
28	MFF	.	2.00 ^a ±0.10	1.50 ^a ±0.10	2.50 ^a ±0.10	3.50 ^a ±0.10	2.00 ^a ±0.10
	ABF	.	1.00 ^b ±0.10	2.00 ^b ±0.10	4.50 ^b ±0.10	2.00 ^b ±0.10	3.50 ^b ±0.10

^{a,b}Means with different superscripts in the same row significantly differ ($P < 0.05$).

MFF, Magnetic fields Freezing.

ABF, Air Blast Freezing.

냉동고에서 일정기간 보관하였다. 이후 전자렌지 해동을 하여 송풍식 냉동 방법과 품질 비교 평가를 실시하였다(Table 6).

돈가스 등심과 배터간의 분리되는 현상을 나타낸 분리율 측정결과 저장기간이 길어짐에 따라 분리율이 증가하는 것으로 나타났으며, 송풍식과 전자기장 냉동방식을 비교해보면 송풍식 방식이 전자기장 냉동보다 분리율이 높게 나타났다. 이러한 분리율 현상은 돈가스를 조리할 때 등심근이 수축이 일어나는데 배터의 수축이 등심근의 수축보다 작을 경우 발생한다. 또 다른 이유는 조리 할 때 뜨거운 기름이 배터를 가열하여 등심근에서 유출된 수분과 접촉하면 수분이 비등하여 수증기로 변해 격렬한 대류 효과가 일어나서 배터와 분리되는 현상이 일어난다(Kim and Lee, 2009). 이러한 품질 저하 현상에 대한 개선책으로 배터에 검류 0.1~0.3%를 첨가하여 검류가 물과 결합하여 막을 형성해 수분이 빠져나가는 현상을 방지하는 성질을 이용해서 등심근과 배터의 분리가 일어나지 않도록 하였다. Figure 2는 송풍식 냉동방식과 전자기장 냉동방식을 이용하여 처리한 돈가스의 저장 간에 따른 분리율 사진

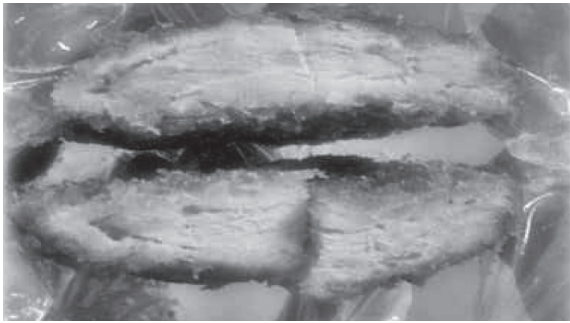
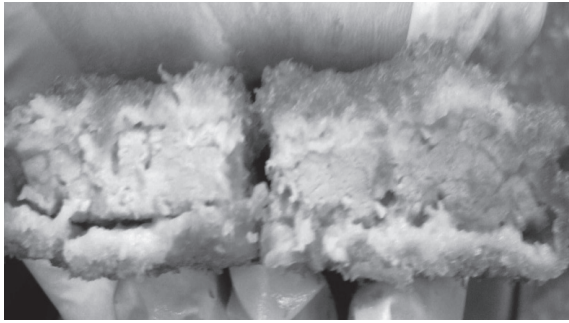

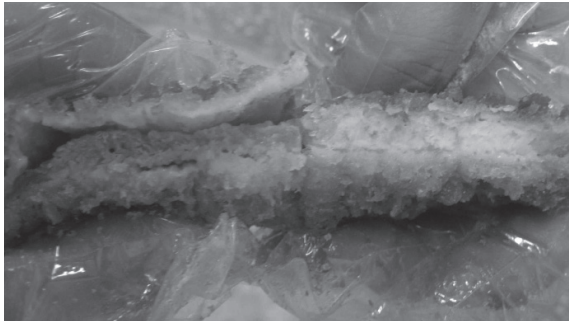


이다. 육안으로 확인하여도 송풍식 냉동과 전자기장 냉동간에 차이는 뚜렷하게 나타났다. 이러한 차이는 냉동 중에 발생하는 식품 내 조직의 파괴가 해동 시 수분이 유출되어 가열됨으로서 분리현상이 일어난 것으로 판단된다.

저장기간이 길어지면 조직감이 떨어져 물성이 딱딱해지는 것으로 나타났다. 해동 후 튀김의 색은 냉동방식 간에 차이가 있지만, 저장기간에는 영향을 받지 않는 것으로 판단된다. 저장기간 14일부터 송풍식 냉동방식으로 처리된 돈가스에서 이취가 강하게 발생하였다. 이취의 증가와 함께 이미가 발생하였다. 이러한 결과를 바탕으로 전자기장 급속 냉동을 이용할 경우 해동 후에도 품질의 변화가 적은 조리완제 돈가스 개발이 가능할 것으로 판단되었다.

4. 수출용 돈가스의 개발과 품질 향상

앞서 기술한 내용에서 일본의 농림수산성 위생 검역기준으로 돈가스와 같이 기름에 튀기는 제품은 현재 방법으로는 수출이 불가능하다. 일본의 위생검역 기준이 조리완제 돈가스 제품 개발



	
Magnetic freezing pork cutlet, 7 day	Air blast freezing pork cutlet, 7 day
	
Magnetic freezing pork cutlet, 14 day	Air blast freezing pork cutlet, 14 day
	
Magnetic freezing pork cutlet, 21 day	Air blast freezing pork cutlet, 21 day

에 맞지 않아 규정에 맞는 공정을 보완하여야 한다. 유탕온도의 조절로 돈가스의 품질 저하를 최소화하는 온도기준을 정하였다. 다음 Table 7은 유탕온도에 따른 돈가스의 품질 변화를 나타냈다. 수출규정에 알맞은 유탕온도를 찾기 위해서 기존의 170℃에서 3분 50초 유탕 한 제품과 비교하였다.

유탕온도를 100℃, 120℃, 140℃로 하여 유탕한 결과 100℃의 경우 돈가스 표면의 빵가루가 전혀

익지 않는 상태로 상품적 가치가 전혀 없었다. 120℃로 유탕처리 하였을 때에는 외관상으로 빵가루가 갈색 색상을 띠면서 기존의 유탕방식과 비슷한 외관을 나타냈다. 140℃로 유탕한 결과 유탕 4분 후 외관이 급격히 탄화하기 시작하여 30분 이후에는 완전히 제품으로서의 가치를 상실하였다. 외관검사를 한 결과 120℃에서 유탕을 하면 기존의 제품과 비슷하고 양호한 것으로 나타났지만 섭취 결과, 조직감, 맛, 이미 등이 매우 불량한 것으

Table 7. 수출 규정 유탕온도에 따른 돈가스의 품질 변화

구분	100℃ (40분 유탕)	120℃ (40분 유탕)	140℃ (35분 유탕)	170℃ (기존방식) (3분 50초 유탕)
외관	1.0	4.0	1.0	5.0
색	1.0	4.0	1.0	5.0
향	1.0	4.0	1.0	5.0
이취	1.0	1.0	1.0	5.0
조직감	1.0	1.0	1.0	5.0
맛	1.0	1.0	1.0	5.0
이미	1.0	1.0	1.0	5.0
전체 적기 호도	1.0	1.0	1.0	5.0

로 평가되었다. 따라서 유탕처리 만으로 수출용 제품생산이 어려운 것으로 판단되어 유탕 전 원료육의 자숙처리를 병행한 가열방법을 개발하였다. 원료육인 등심의 원목과 슬라이스육의 중심온도를 70℃에서 1분간 자숙 처리하여 돈가스를 제조하였다. 돈가스 제조 순서는 슬라이스육에 텐더라이징 및 밀가루 등으로 프리더스팅 하고 중심온도 70℃에서 1분간 자숙한 다음 배터링 및 빵가루를 코팅하여 170℃에서 2분간 유탕 처리하여 일본 위생검역 기준에 맞는 제품을 개발하였다.

III. 결론

지난 2013월 3월에 “제주 돼지고기 열처리 돈가스” 제품이 일본에 수출되었다. 수출 물량은 3.5 톤으로 구제역 발생 3년만에 일본수출이 가능해진 점에서 큰 성과라고 할 수 있다. 우리나라는 구제역이 발생할 때마다 수출 중단과 재개가 반복되었다. 하지만 전자기장 냉동법을 활용한 열처리 돈가스의 개발로 인해, 구제역 발생과 상관없이 지속적으로 수출이 가능해졌다. 이를 통

하여 국내 비선호 부위를 이용한 제품개발을 통해 양돈산업의 발전과 새로운 고부가가치 시장을 개척할 것으로 기대하고 있다. 제품의 일본시장 정착을 위해서 앞으로 저장기간의 연장, 기능성을 강화한 다양한 제품의 개발로 소비자들에게 인정을 받아야 할 것이다. 이러한 지속적인 수출을 위해서는 품질 향상에 대한 지속적인 연구와 관련업체 및 소비자들의 관심이 필요하다.

사 사

이 논문은 2014학년도 제주대학교 학술진흥연구비 지원사업에 의하여 연구되었음.

참고문헌

- Berry, B. W. (1990) Changes in quality of all-beef and soy-extended patties as influenced by freezing rate, frozen storage temperature, and storage time. *J. Food Sci.* **55**, 893-897.
- Cho, J. S., Chang, S. M., Kim, Y. S., Lee, S. I., Lee, J. M., and Lee, M. S. (1995) Effect of frozen storage, cooking methods and reheating on lipid oxidation in chicken meat. *Korean J. Food Nutr.* **8**, 93-104.
- Iwasaka, M., Onishi, M., Kurita, S., and Owada, N. (2011) Effect of pulsed magnetic fields on the light scattering property of the freezing process of aqueous solution. *J. Appl. Phys.* **109**, 07E320.
- Kim, B. S. and Lee, Y. E. (2009) Effect of cellulose derivatives to reduce the oil uptake of deep fat fried batter of pork Cutlet. *Korean J. Food Cook. Sci.* **25**, 488-495.
- Koh, B. K. (2002) Quality characteristics of wheat flour breads with the doughs frozen at the different freezing and storage conditions. *Korean. J. Food. Sci. Technol.* **34**, 413-418.
- Kwak, Y. T and Ko, B. N. (2006) Pork consumption pattern analysis for non-preferred parts. *Korean J. Agric. Manage. Policy.* **33**, 444-455.
- Smith, G. C., Spaeth, C. W., Carpenter, Z. L., King, G. T., and Hoke, K. E. (1968) The effects of freezing, frozen storage conditions, and degree of doneness on lamb palatability characteristics. *J. Food Sci.* **33**, 19-24.
- Uttaro, B. and Aalhus, J. L. (2007) Effect of thawing rate on distribution of and injected salt and phosphate brine in beef. *Meat Sci.* **65**, 480-486.
- 한국육류유통수출입협회. (2011) 열처리 돈육가공품 대일수출 가능성 및 제품개발조사연구 보고서.