

# POST COVID-19: 언택트 식육가공

## POST COVID-19: Untact Meat Processing Technology

용해인<sup>1</sup>, 김태경<sup>1</sup>, 김영봉<sup>1</sup>, 정사무엘<sup>2</sup>, 최윤상<sup>1\*</sup>

(Hae In Yong<sup>1</sup>, Tae-Kyung Kim<sup>1</sup>, Young-Boong Kim<sup>1</sup>, Samooel Jung<sup>2</sup>, Yun-Sang Choi<sup>1,\*</sup>)

<sup>1</sup>한국식품연구원 가공공정연구단, <sup>2</sup>충남대학교 동물자원학과

<sup>1</sup>Research Group of Food Processing, Korea Food Research Institute

<sup>2</sup>Division of Animal and Dairy Science, Chungnam National University

### I. 서론

전세계적으로 코로나 바이러스 감염증(COVID-19)의 급격한 확산과 장기화로 인하여 ‘언택트(untact) 문화’가 급속도로 변화하고 있다(Jun & Kim, 2020). 코로나 19 바이러스의 높은 감염성으로 인하여 대인간의 접촉 자체를 피하고 있으며, 비대면 문화가 확산되고 있다. 또한 지역사회 감염 확산을 차단하기 위해서 사회적 거리두기(social distancing)가 강도 높게 진행되고 있으며, 국가들 간의 국경도 봉쇄하거나 이동을 제한하고 있는 실정이다(Joh, 2020). 이에 따라 온라인 쇼핑, 배달 대행, 무인 매장, 로봇 카페 등 언택트 소비가 급증하고 있으며, 이는 일상생활이 비대면 방식으로 변화되고 있다.

일상의 변화는 개인의 시간을 소비하는 패턴을 변화시키며 식생활 전 분야의 변화로 연결되고 있다. 야외활동, 외식문화가 줄어들음으로 인해 가정에서 식사를 직접 만들어서 먹는 형태의 문화가 확산되고 있다. 이러한 라이프 스타일의 변화로 신선한 식자재의 선택 및 구매에 관심을 가지게 되었으며, 외출자제, 개학연기, 다중 이용시설 기피 등의 사회적 거리두기로 인하여 오프라인 매장들은 생존의 위협을 느끼고 있으며, 온라인 식품 시장은 비약적인 성장을 보이고 있다. 이러한 온라인 시장의 성장세로 인하여 개인의 가치 중심 상품들이 많이 출시되고 있으며, 개인의 취향, 재미, 가치 등을 반영한 다양한 변화, 다품종 소량 패키징, 개인의 가치를 자극하는 콜라보 제품들이 강세이다.

신종 코로나 바이러스 감염증은 소비형태의 패러다임을 변화시켰고, 빅데이터와 블록체인 기술 등의 푸드테크 기술의 상용화의 기폭제가 되었다. 푸드테크를 기반한 지속가능성은 다양한 형태의 상품으로 구현되고 있으며, 스마트한 소비자들은 지속가능한 가치를 평가하여 상품을 구매하고 있다.

식육가공 산업은 식품산업에서 가장 큰 경제적 가치를 가지고 있으며, 다양한 이슈들을 내포하고 있다. 식품산업에서 식육가공 산업이 차지하는 비중이나 파급효과는 상당하다고 할 수 있으며, 특히 식육가공 제품은 다양한 가공기술

\*Corresponding author: Yun-Sang Choi

Research Group of Food Processing, Korea Food Research Institute, Wanju 55365, Korea

Tel: +82-63-219-9387

Fax: +82-63-219-9076

Email: kcys0517@kfri.re.kr

이 필요로 하고 있다. 대표적인 식육가공기술로는 냉동 기술, 해동기술, 가열기술, 살균기술, 포장기술 등을 말할 수 있다

본 보문은 포스트 코로나 시대의 새로운 성장 전략으로 급부상하고 있는 언택트 문화를 식육가공 산업의 어떻게 적용하고 발전하여 나갈 것인지 의견을 제시하고자 한다. 또한 미래 시대의 언택트 식육가공 산업에 대한 전망을 제시하고자 한다.

## II. 본론

### 1. 저온 저장기술

식육의 냉장 및 냉동은 장기간 보존할 수 있는 저온 저장 방법으로써 이미 기원전 1000년 중국에서 얼음을 지하실에 보관하여 사용하였다. 석빙고, 동빙고, 서빙고 등 우리나라에서도 전통적으로 얼음을 지하실에 보관하여 식품의 장기 보관을 위하여 사용하였다. 오늘날 냉장 냉동 기술의 발전은 19세기 초 압축기의 발명에 따라 흡열과 발열을 압력으로 조절하여 급속히 이루어졌다. 저온저장 기술을 통한 식품의 보존기간의 연장은 미생물 증식 억제, 단백질 또는 지방 등의 산화 억제 등으로 인하여 이루어진다. 식품공전 상 냉동식품은 '제조, 가공 또는 조리한 식품을 장기 보존할 목적으로 냉동처리, 냉동보관하는 것으로서 용기 또는 포장에 넣은 식품을 말한다'라고 정의되었으며, 일반적으로  $-18^{\circ}\text{C}$  이하의 보관온도를 가진다. 따라서 장기간 보관에 탁월하여 냉동식품 시장은 꾸준히 성장하고 있다(Lee, 2016). 현재 코로나 19로 인해 냉동식품의 시장은 더욱 성장하고 있는 추세이다. 미국 냉동식품연구소(AFFI, The American Frozen Food Institute)에 따르면 코로나 펜데믹 선언 이후 미국 국민의 70%가 더 많은 냉동식품을 구매하였으며, 특히 육제품의 경우 2019년 대비 최소 84.5%, 최대 101% 증가하여 냉동식품 중 가장 많은 증가율을 보였다. 냉동식품을 구매하는 이유로는 장기 보존기간(60%), 식량 부족 현상 시 비축분(58%), 타인과의 접촉

제한(51%) 등으로 과반수 이상이 식량안보와 더불어 타인과의 접촉을 피하기 위하여 냉동식품을 구매하는 것으로 나타났다(AFFI, 2020).

과거에는 냉동식품이 신선도 및 맛, 품질 등의 저하로 인하여 소비자의 선호도가 감소하는 편이었으나, 냉동기술의 발전과 더불어 냉동 전 품질 하락을 방지하고 있다. 일반적으로 식육은 냉동 시 빙결정(ice crystal)이 형성과 함께 얼음입자가 생성된다(그림 1). 얼음입자(빙결점)의 크기가 클수록 drip loss, 단백질 및 지방 등의 산화, 연도의 저하 등 문제점이 많아지기 때문에 식육을 냉동할 경우 빙결정의 크기가 작을수록 품질에 유리하다. 일반적으로 낮은 온도에서 냉동할 경우 빙핵(ice nucleation)의 수는 많아지나, 빙결정의 크기가 작아진다. 높은 온도에서는 빙핵의 수는 적어지나, 빙결정의 크기가 커져서 냉동 시 온도를 낮추는 것이 품질의 유지에 중요한 역할을 한다. 따라서 식육의 냉동 기술에 있어 중요한 것은 얼음 결정의 미세화와 승화 혹은 재결정화 등을 방지하는 것이다. 이를 위한 기술로는 대표적으로 빠른 속도로 냉동시키는 급속동결 기술이 있다(표 1). 급속동결은 최대 빙결정 생성 온도(ZMICF, Zone of Maximum Ice Crystal Formation)구간을 빠르게 통과하는 기술로써 일반적으로 35분 이내의 짧은 시간으로 동결을 시키는 것을 말한다. 일반적인 급속동결 방법으로 송풍동결, 침지동결, 금속판 접촉식 동결 등이 있다. 송풍동결(air blast freezing)은 2-5 m/s의 바람을 불어 열전달계수를 크게하여 냉동시키는 방법이며, 일반적으로 많이 사용되고 있다. 침지동결의 경우, 낮은 어는점을 가진 에탄올, 액체 질소, 고체 이산화탄소 등을 이용하여 매우 빠른 동결속도를 가지나, 용매의 재사용이 어려워 경제적으로 효율성이 낮다. 금속판 접촉식 동결의 경우, 차가운 금속표면에 샘플을 올려놓 높은 열전도율을 이용하여 냉동시키는 방법이다(Chun et al., 2016).

최근에는 냉동시 충격을 최소화하여 빙결정의 생성을 최대한 억제시켜 과냉각 상태로 냉각시켜 저온보관 중 일어나는 품질의 변화를 최대한 억제시키며, 초고압을 이용하여 용점을 변화시켜 낮은 온도에서도 얼음결정이

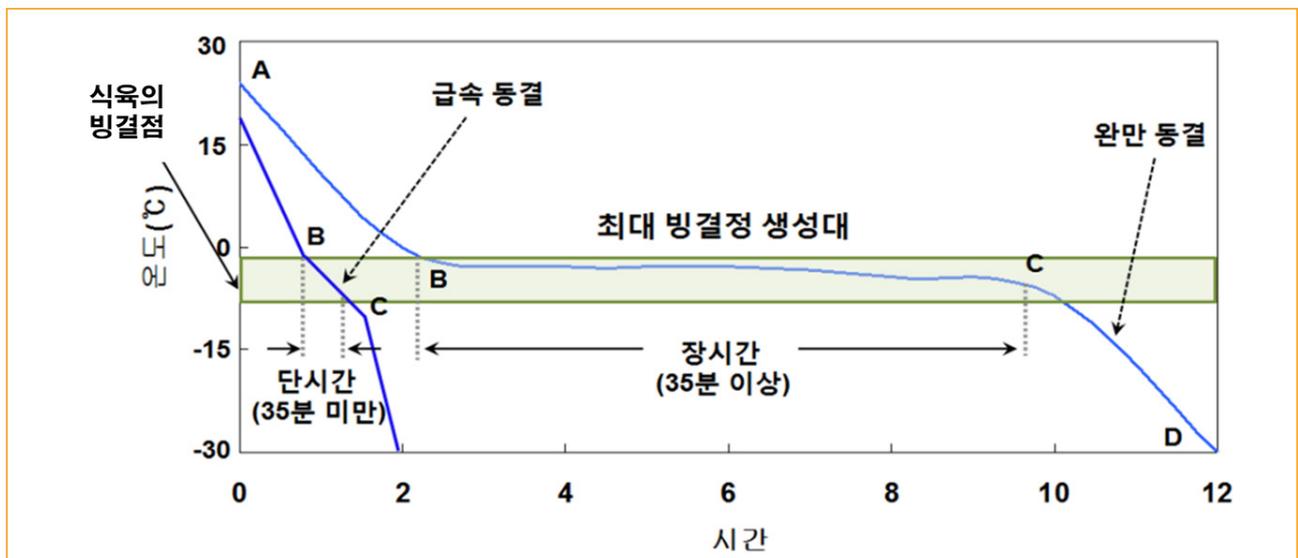
생기지 않는 등 다양한 기술이 개발되고 있다(조, 2016). 최근 효율적인 과냉각 상태의 급속동결을 하기 위해서 전기자장 급속동결 방법이 있으며, 이는 수분의 빙결정화를 억제하여 식품 수분의 이동 없이 냉각시켜 식품의 세포조직 파괴를 최소화 시킨다. 이와는 반대로 초음파를 이용하는 냉각의 경우, 수분의 분포를 고르게 하여 냉각 시 발생하는 핵형성의 속도를 빠르게 만들어 냉동시간 단축 및 작은 빙결정을 형성하여 냉동 시 육제품의 품질특성 유지에 크게 기여한다(Yu, 2017). 따라서 급속동결을 활용한 냉동식품의 생산은 코로나 시대에 냉동 전 품질을 유지하는 HMR(Home Meal Replacement) 식품의 생산에 도움을 줄 것으로 사료된다.

## 2. 해동기술

냉동된 식육은 해동시점까지 행해지며, 해동시점에서의 해동방법에 따라 HMR 식육의 품질은 변하게 된다. 일반적인 해동방법은 냉장 해동, 냉수 해동, 마이크로파 해동 등이 있다. 냉장 해동의 경우, 해동에 시간은 오래 걸리나 저온저장을 유지함에 따라 해동 시 미생물의 오염을 방지할 수 있으며, 품질의 하락을 일부 예방할 수

있다. 이에 따라 식육 및 육가공품이 완전 해동되더라도 1일에서 2일 정도 품질을 유지할 수 있으며, 재냉동시킬 경우 품질의 하락은 이루어질 수 있다. 그러나 해동 시 냉장고의 온도가 균일하지 않아 해동이 고루 이루어지지 않는 단점이 있다. 냉수 해동의 경우, 미생물의 오염을 막고 식육 및 육가공품의 수분 흡수를 방지하기 위해 진공포장 등의 수분의 침입을 막을 수 있게 포장을 한 상태로 진행해야 한다. 냉장 해동과는 다르게 완전 해동되었을 경우 바로 조리해야 한다. 마이크로파 해동의 경우, 해동의 속도는 매우 빠르며, 미생물의 생장이 이로운 온도구간에 도달하고 미생물의 사멸을 막지 못해 해동 후 바로 조리를 진행해야 한다(USDA, 2013). 마이크로파의 경우, 해동의 속도가 빠르고 표면의 내부의 수분을 빠르게 해동시켜, drip loss의 생성을 억제시켜 경제적인 손실을 막을 수 있다. 그러나 물의 온도 상승이 얼음보다 빨라 냉동식품의 크기가 클 경우 균일한 해동이 이루어지지 못하고 해동된 식품의 품질이 균질하지 못하는 단점을 가지고 있다. 이러한 단점을 보완하기 위하여 고주파 해동, 원적외선 해동 등이 있다. 라디오파 해동의 경우 마이크로파 해동과 유사한 형식으로 해동되지만, 품질의 하락으로 인해 풍미가 하락할 수 있는 단점이 있

그림 1. 완만 동결 및 급속동결의 동결곡선



(출처: 교육부)

다. 원적외선 해동의 경우, 높은 투과도를 이용하여 심부와 외부를 동시에 해동시키며, 식품의 품질을 알맞게 유지시킬 수 있으나, 사용할 수 있는 용기가 한정적인 단점을 가지고 있다(Yu et al., 2017). 또한 냉동과 마찬가지로 초고압 해동의 경우 품질의 유지가 유리하며, 냉장해동보다 약 1/3의 시간을 단축시킬 수 있는 장점이 있으나, 높은 비용으로 인해 사용에 제한이 있다. 식품에 전류를 흘릴 경우, 저항으로 인하여 식품이 해동된다. 같은 온도에서 시간을 1/3에서 1/4 정도 감소시킬 수 있으며, 식품 내부의 세포의 손상과 drip loss의 손실을 방지하며 품질을 유지시킬 수 있어 효율적인 해동방

법으로 사용될 수 있다(Li and Sun, 2002).

### 3. 미생물 규정 및 제어기술

HMR 식품은 조리과정 없이 바로 먹거나 간단히 데워서 먹을 수 있는 제품이 많아 위생에 민감한 식품유형이다. HMR 식품은 다양한 식재료를 사용하기 때문에 하나의 재료에 의해 제품 전체가 오염되는 위험도가 높다(Cho, 2017). 특히, 식중독균들이 선호하는 단백질이 풍부한 식육 및 육가공품은 식중독 사고에 연루되기 쉽다. HMR 식품군에 대한 위생 및 안전수칙이 철저히 지

표 1. 식품의 냉동 및 해동 방법

구분	방법	장점	단점
냉동	• 완만동결	- 경제적임. - 가장 일반적인 가정용 냉동방법	- 빙결점의 크기가 커져 식품의 품질을 하락시킬 수 있음.
	• 송풍동결 55~30°C, 3~5 m/s의 바람으로 냉동시킴.	- 고온의 식품을 그대로 냉동할 수 있음.	- 침지동결에 비하여 냉동속도가 낮음.
	• 침지동결 195.8~25°C의 포장 또는 식품채로 냉매에 담가 냉동시킴.	- 액체의 열전도율이 높아 동결속도가 빠르며 균일함.	- 설치 및 재사용 불가 등 비용이 많이 듦.
	• 과냉각 식품의 빙결점의 형성을 억제시킴.	- 빙결점 형성의 억제를 통해 품질을 유지시킴.	- 충격을 최소화 해야하기 때문에 장비설치의 어려움이 있음.
	• 초고압 동결 초고압을 통해 어는점을 변화시켜 식품의 품질을 유지시킴.	- 빙결점이 생성되지 않아 높은 품질의 식품을 획득할 수 있음.	- 비용이 많이 듦.
해동	냉장 해동	- 해동 시 재 냉동시킬 수 있음. - 미생물의 오염이 적음.	- 해동의 시간이 오래 걸림. - 고르게 해동되지 않음.
	냉수 해동	- 해동의 시간이 냉장해동보다 빠름.	- 물을 주기적으로 교환해 주어야 함. - 방수 처리된 포장지를 사용하지 않으면, 미생물의 교차오염, 육즙의 손실 등이 일어남. - 재냉동 불가
	마이크로파 해동	- 해동 시간이 매우 빠름.	- 미생물의 생장에 있어 Dangerous Zone에 있기 때문에 바로 조리하지 않으면 오염의 위험성이 높음. - 크기가 클 경우 해동이 고루되지 않음. - 재냉동 불가
	라디오파 해동	- 해동 시간이 빠름.	- 품질의 하락이 큼. - 재냉동 불가
	원적외선 해동	- 투과력이 좋아 해동이 골고루 이루어짐.	- 사용할 수 있는 용기가 한정적임.
	초고압 해동	- 냉장 해동 보다 같은 온도에서 시간을 1/3 감소시킴.	- 비용이 많이 듦.
	음 해동	- 크기와 상관없이 같은 온도에서 냉장해동보다 반이상 감소시킴.	- 전류의 위험성이 존재함.

켜지지 않을 경우 대형 식중독 사고가 발생할 가능성이 매우 높기 때문에, 소비자가 섭취하는 시점에서 제품의 미생물 기준·규격을 만족하여야 한다(Kim et al., 2011).

코로나 19로 소비가 더욱 급증하고 있는 HMR 식품에 대하여, 국내 식품의약품안전처에서는 식품섭취를 통한 인체 위해발생 가능성을 차단하고, 식품 안전성을 확보하기 위하여 기준과 규격을 설정 및 관리해오고 있다. HMR 식품에서 식중독을 유발할 수 있는 식중독균에 대해서 인체에 미치는 영향에 따라 고위해성, 저위해성 식중독균으로 구분하여 안전성 기준으로 설정한다(표 2). 고위해성 식중독균은 소량(10CFU 이하)으로도 식중독을 일으킬 수 있고, 감염 시 사망, 합병증 또는 후유증을 유발할 수 있어 음성으로 관리해야 한다. 특히, 더 이상의 가열조리를 하지 않고 섭취하는 가공식품에서는 고위해성 식중독균은 이군법(n,c,m)의 음성(n=5, c=0, m=0/25 g)의 공통규격으로 관리해야 한다. 저위해성 식중독균은 다량으로 위해를 일으키는 균을 말하며, 고위해성 식중독균에 비해 상대적으로 위해도가 낮아 위

해 평가 후 정량규격인 삼군법(n, c, m, M)으로 설정 및 관리해야 한다고 하였다(식품 등 기준 설정 원칙 및 적용, 2016). 식품유형을 즉석섭취·편의식품으로 구분하는 HMR 식품의 경우 미생물에 대한 기준 규격이 표 3과 같다.

Kim 등(2011)은 서울지역 유통판매 중인 HMR 식품(즉석섭취·편의식품)의 위해 미생물 오염도 조사를 한 결과, 일반세균 수는 대부분 3 ~ 5 Log CFU/g의 오염 분포를 보였으며, 일부 제품에서 대장균군이 확인되어 이들 식품군들의 위생관리가 더욱 요구됨을 보고하였다. HMR 식품에서 식중독 등의 안전성을 확보하고 저장기간 연장 및 품질 저하를 최소화하기 위하여 적절한 가열 가공기술과 비가열 가공기술이 요구되고 있다(Pereira & Vicente, 2010).

### 3.1. 가열 가공기술

HMR 식품을 비롯한 식품가공에서 가열기술은 가장 중요한 공정 중 하나이다. 가열기술 이용의 주된 목적은

표 2. HMR 식품에 오염될 수 있는 식중독균(식품 등 기준 설정 원칙 및 적용, 2016)

구분	이름	분류	증상
고위해성 식중독균	장출혈성 대장균 (Enterohemorrhagic <i>Escherichia coli</i> )	감염형	수양성 설사(혈변), 복통, 발열
	살모넬라 ( <i>Salmonella</i> spp.)	감염형	설사, 발열 및 복통은 흔함
	리스테리아 모노사이토제네스 ( <i>Listeria monocytogenes</i> )	감염형	(건강인) 감기와 유사 증상 (임산부) 유산, 사산 (면역력저하자) 수막염, 패혈증
	캠필로박터 제주니 ( <i>Campylobacter jejuni</i> )	감염형	설사, 복통
	여시니아 엔테로콜리티카 ( <i>Yersinia enterocolitica</i> )	감염형	설사, 복통
저위해성 식중독균	클로스트리디움 퍼프리젠스 ( <i>Clostridium perfringens</i> )	독소형	설사, 복통, 간혹 구토와 열
	황색포도상구균 ( <i>Staphylococcus aureus</i> )	독소형	심한 구토, 설사
	바실러스 세레우스 ( <i>Bacillus cereus</i> )	감염형	구토, 설사
	장염비브리오 ( <i>Vibrio parahaemolyticus</i> )	감염형	설사, 복통, 구토, 발열

표 3. HMR 식품의 미생물 기준규격(식품 등 기준 설정 원칙 및 적용, 2016)

구분	규격(n, c, m, M 또는 이하/g)		
	즉석섭취식품	즉석조리식품	신선편의식품
<b>위생지표균</b>			
세균수	5,0,0(멸균제품)	5,0,0(멸균제품)	
대장균군		5,1,0,10(살균제품)	
대장균	5,1,0,10	5,1,0,10(살균제품 제외)	5,1,10,100
<b>저위해성 식중독균</b>			
클로스트리디움 퍼프리젠스	1,000	-	100
황색포도상구균	100	100	100
바실러스 세레우스	1,000	-	1,000
<b>고위해성 식중독균</b>			
살모넬라	5,0,0(n,c,m)/25 g	5,0,0(n,c,m)/25 g	5,0,0(n,c,m)/25 g
장출혈성 대장균	5,0,0(n,c,m)/25 g	5,0,0(n,c,m)/25 g	5,0,0(n,c,m)/25 g

n = 검사 시료수  
 c = 최대허용 시료수, 허용기준치(m)를 초과하고 최대허용한계치(M) 이하인 ( $> m \text{ and } \leq M$ ) 시료의 수로서 결과가 m을 초과하고 M이하인 시료의 수가 c 이하 일 경우에는 적합으로 판정.  
 m = 미생물 허용기준치로서 결과가 모두 m 이하인 경우 적합으로 판정.  
 M = 미생물 최대허용한계치로서 결과가 하나라도 M 초과하는 경우는 부적합으로 판정.

식품의 조리뿐만 아니라, 미생물의 사멸, 효소와 독성분의 파괴 등 안전성과 저장성을 부여하는 식품가공의 한 수단이다. 전통적으로 사용되던 가열방법들로는 삶기, 수비드, 구이 등이 있다(표 4). 이러한 전통 가열방법들은 식품의 외부에서 발생된 열이 대류나 전도에 의해서 내부로 전달되는 원리에 기반을 두기 때문에, 식품의 심부까지 충분한 열이 전달될 때까지 많은 시간이 소요되어 품질 손상이나 열손실 등의 효율성의 문제점이 있다(Kang, 2012). 이러한 이유로 최근 식품산업계에서는 다양한 가열 기술들이 큰 관심을 받으며, 기존 가열 방법들의 대안으로 제시되고 있다(표 5).

식품의 가열처리 기술로서 가장 대표적인 것은 바로 레토르트이다. 1980년대~2000년대 초반 HMR 시장에서 주를 이루었던 레토르트 가열 방법은 현재까지도 꾸준히 사용되고 있다. 레토르트 기술은 단층 플라스틱 필름이나 금속박 또는 이를 여러 층으로 접착하여, 파우치와 기타 모양으로 성형한 용기에 제조·가공 또는 조리한 식품을 충전·밀봉하여 멸균한 것을 말한다. 일반적으로 밀봉한 식품을 레토르트에 넣고 100~120℃ 정도

표 4. 전통적인 식품가열기술의 분류

열처리	특성	종류
습열 조리	• 수분을 통해 열을 전달 및 조리하는 방법	- 삶기(boiling), - 찌기(steaming) - 수비드(Sous-vide)
건열 조리	• 수분을 추가하지 않고 조리하는 방법 • 습열조리에 비해 메일라드 반응(Maillard reaction)이 더 많이 발생함.	- 팬 구이(pan heating) - 전기그릴(grilling) - 오븐 구이(oven roasting) - 숯불 구이(charcoal heating)

의 온도로 10~40분동안 가열하는데, 이 때 대기압 이상의 일정압력(1.5 g~3.0 kg/cm<sup>2</sup>)이 가해지며, 처리 후 미생물이 전부 멸균되는 특성으로 상운유통이 가능하다는 장점이 있다. 레토르트는 열 공급 방법에 따라 열수식, 스팀식, 열수 스프레이식으로 나눌 수 있다. 레토르트 식품이라 하면 파우치 스타일의 카레나 자장을 떠올리기 쉬우나, 그 종류는 훨씬 다양하다(Chung, 2007). 레토르트 처리 시 육류의 조직이 부드러워진다는 특성이 있어 삼계탕 HMR 식품 제조 시 사용되기도 한다(Kim, 2018).

표 5. 식육가공품에 적용 가능한 가열 가공기술의 종류 및 특성

가공기술	특성
레토르트 (Retort)	- 레토르트(retort)라 불리는 압력용기를 사용하는 가열공정을 레토르트 공정(retort processing)이라고 함. - 레토르트는 120℃에서 30~60분이 일반적이거나, 105~115℃의 세미레토르트, 130℃ 이상의 고온레토르트 등이 있음.
마이크로파 (Microwave-frequency)	- 마이크로파란 주파수 300 MHz ~ 30 GHz에 이르는 범위의 전자파를 칭함. 가정용 오븐에는 2,450 MHz가 이용됨. - 식육 내 물 분자가 전기장에 의해 회전운동과 진동 운동을 하여 열이 발생함.
라디오파 (Radio-frequency)	- 라디오파란 주파수가 낮고 파장이 긴 3 kHz~300 MHz 범위의 전자파를 칭함. - 마이크로파와 같은 원리로 열이 발생함.
옴 가열 (Ohmic heating)	- 식품에 연속적으로 흐르는 저압의 교류 전류를 적용하여 식품에서 열이 발생함. - 옴 가열은 신속하고 균일하게 물질에 열을 처리를 한다는 장점이 있음.
과열증기 (Superheated steam)	- 포화수증기를 100℃ 이상으로 가열하였을 때 100~400℃의 과열증기가 발생함. - 고온의 증기를 이용해 단시간 내에 식품에 열을 전달하여 장시간 가열 조리 시 발생하는 영양소 손실을 최소화할 수 있음.

마이크로파와 라디오파 역시 식육 및 육가공품에 적용 가능한 가열처리 기술 중 하나이다. 이 두 처리 방법은 진동을 가진 전자기장의 파장을 이용하여 식품에 열을 주는 방법으로서 유전가열(dielectric heating) 방식이라 불린다. 자연 상태를 유지하는 물질(전기적 성질을 갖지 않고 존재하는 물질)은 전자기장의 파장에 의해 영향을 받지 않고 파를 투과 하지만 수분과 같은 양극성 분자는 전자기장을 흡수하여 진동하는데, 이 때 물 분자 간에 충돌과 마찰이 생기며, 식품 내 열이 발생하게 된다(Kang, 2012). 두 방법 모두 짧은 시간에 높은 열을 발생시킴으로써, 병원균을 효과적으로 파괴할 수 있다. 마이크로파는 주파수 300 MHz에서 30 GHz에 이르는 매우 짧은 영역의 전자파를 말하며, 빔처럼 직진하는 성질을 가진다. 한편, 라디오파란 주파수가 낮고 파장이 긴 3 kHz ~ 300 MHz 범위의 전자파를 칭한다. 마이크로파는 파장이 짧기 때문에 표면에 흡수되고 깊이 전달되지 않는다는 단점이 있으나, 라디오파는 마이크로파보다 파장이 100배로서 열에너지가 내부까지 에너지가 전달될 수 있다. 하지만 가정용 오븐이나 산업체에서 많이 사용되고 있는 마이크로파와 달리 라디오파는 아직까지 산업적인 적용 실적이 저조한 실정이다(Ha & Park, 2006).

옴 가열은 식품 내에 저압의 전류를 적용하고, 식품내의 전기 저항효과를 이용하여 전기에너지를 열에너지로 전환시키는 방법이다. 옴 가열은 최소한의 에너지를 이용

함으로써 식품의 열에 대한 손상을 줄일 수 있으며, 신속하고 균일하게 열을 처리할 수 있다는 것이 장점이 있다. 이러한 신속한 온도 상승은 식품 내 미생물을 효과적으로 제어할 수 있다(Ha & Park, 2006). 최근 연구 결과에 따르면, 옴 가열 처리 시 미생물 세포벽에 구멍이 생기고, 전하가 축적되는데, 이러한 전기천공 효과가 미생물 사멸을 유도한다고 한다(Kang, 2012). Zell 등(2010)은 소고기 등심에 옴 가열을 처리할 때와 오븐을 이용한 가열 처리를 할 때, 수분, 조단백, 가열감량, 전단력 값에서 유의적인 차이가 없다고 보고하였다. 옴 가열은 식품의 안전성과 더불어 높은 수준의 식품 품질을 유지시켜 줄 수 있는 기술로서 산업에서 이용이 기대되는 기술이다.

과열 증기는 포화 압력 그대로 더욱 가열하여 포화 온도 이상으로 한 증기를 말한다. 과열 증기는 포화 증기에 비해 이용할 수 있는 잠열(latent heat)이 크기 때문에 이를 식품에 이용하여 미생물 저감화에 응용할 수 있다(Kwon, 2017). 또 다른 가열 처리 기술로는 전자기 복사 기술을 활용한 적외선 가열(Infrared heating) 등이 있으며 다양한 식품에의 적용 가능성 및 미생물 저감 효과에 대한 연구가 지속되고 있다(Kim, 2018).

### 3.2. 비가열 가공기술

앞서 살펴본 가열 기술들은 열을 사용함에 따라 식품의 영양 성분 및 관능적 특성 등 품질 변화를 피할 수 없

다. 이에 따라 열을 사용하지 않으면서 미생물을 제어할 수 있는 비가열 가공기술과 관련된 연구 및 산업화가 활발하게 진행되고 있다(표 6).

산업적으로 식품의 저장기간 연장 및 미생물 저감화를 위한 비가열 가공기술로서는 초고압이 가장 크게 적용되고 있다. 고압으로 미생물을 죽이는 능력은 19세기 후반부터 알려져 오며, 우유의 저장 기간을 연장시키는데 사용된 것이 시작이었다(Shin, 2019). 현재 초고압 처리는 100 ~ 600 MPa에 이르는 유체정역학 압력(수압)을 식품에 적용시켜 그 내부에 있는 미생물과 미생물 효소의 활동을 비활성화 한다. 뿐만 아니라 초고압 처리는 미생물 세포막 형태 변화를 유도하며, DNA 전사와 번역의 저해 등 미생물 세포의 여러 가지 생리적 변화를 가져온다(Park, 2010). 이전 연구들에 따르면, 초고압은 슬라이스 햄 또는 닭고기 부분육과 같은 육가공품에 적용되어 *Listeria*를 불활성화 시키고 유통기한을 연장시킬 수 있다고 하였다(Kim, 2018). 초고압은 식품 포장의 크기나 모양에 상관없이 균일하고 빠른 시간에 작용한다는 장점이 있다. 초고압을 활용한 식품들은 이미 우리나라뿐만 아니라, 일본, 프랑스, 그리고 미국 등의 시장에 선보이고 있으며 처리되는 식품 또한 다양하다.

자외선(UV) 살균 처리는 단파장의 자외선(200~300 nm)영역을 식품에 이용하는 비가열 살균방법이다. 자외선은 편리하고 경제적이며, 독성이 없고, 미생물 불활성화 이외에도 표면에 2차 손상을 거의 미치지 않기 때문에 식품 표면 살균 기술로서 높은 가능성을 내포하고 있다. 하지만, 자외선 살균처리 기술 효과는 식품군에 따

라서 차이가 날 수 있다는 단점이 있다. 또한 표면만 살균이 되기 때문에, 상업적인 활용을 확대하기 위해서는 다른 기술과의 병합 처리를 이용할 필요성이 있다(Yoo, 2012).

고압 펄스 자기장은 2개의 전극 사이에 배치되거나 순환하는 식품에 20-80 kV/cm의 고전압을 적용시키는 방법이다. 펄스 자기장 이용 시 식품의 열처리에 의한 에너지를 최소화 하며, 식품 내 병원성 세균, 효모, 곰팡이 등을 제어한다는 특징이 있다. 미생물의 경우, 전기분해와 전기청공으로 인한 세포막 파손으로 인해 사멸한다는 연구 보고가 있다. 하지만, 고압 펄스 자기장의 경우 높은 자기장을 견딜 수 있는 식품으로 사용이 제한된다는 문제가 있다(Park, 2010). 따라서 산업적 응용에 앞서 다양한 연구가 먼저 수행되어야 하는 상황이다.

플라즈마란 기체에 어떠한 에너지가 주어졌을 때 기체가 이온화됨에 따라 발생한 물질의 제 4상태로서, 양과 음으로 전리된 원자와 분자, 다양한 활성종들, UV photons로 가득 채워져 있다(Park, 2010). 저온 플라즈마를 식품에 처리 시 위와 같은 반응성 활성종들이 식품 내 미생물의 세포벽을 산화시켜 비가역적인 손상을 주며, 이에 따라 세포 내 DNA를 포함한 단백질들이 용출되며 사멸된다(Olatunde et al., 2019). 따라서, 저온 플라즈마를 햄과 베이컨과 같은 육가공품에 적용 시 *Listeria*, *Salmonella*, *Staphylococcus* 등의 병원성 미생물을 효과적으로 제어할 수 있다(Yong et al., 2017). 이러한 저온 플라즈마는 아직까지 식품산업에의 적용이 시행되지 않고 있으나, 상업적인 활용을 위하여 안전

표 6. 식육가공품에 적용 가능한 비가열 가공기술의 종류 및 특성

가공기술	특성
초고압 (High-pressure)	- 식품에 100~600 MPa 고압을 이용함. - 미생물 저해뿐만 아니라, 효소의 활성 및 불활성화에도 관여함.
자외선 (Ultraviolet light, UV)	단파장의 자외선 (200~300 nm)영역을 UV-C라고 부르며, 이를 미생물 살균에 이용함.
고압 펄스 자기장 (Pulsed electric field)	2개의 전극 사이에 식품을 넣고 10 kV/cm 이상의 고전압 전기장을 순간적으로 방전시켜 처리함.
저온 플라즈마 (Cold plasma)	기체에 전기적 에너지를 가하여 방전되어 발생하는 이온화된 기체를 사용함.

성 등과 관련된 추가적인 연구가 진행 중에 있다. Jo 등 (2020)은 저온 플라즈마가 처리된 버섯분말이 유전독성학적으로 안정적이며, Sprague-Dawley 쥐에게 경구 투여(5,000 mg/kg body weight)하여 실시한 급성독성시험 결과, 뚜렷한 독성을 나타내지 않았다고 보고하였다.

#### 4. 포장기술

식품의 포장은 식품 내외에서 발생할 수 있는 생물학적, 화학적, 물리적 품질 저하를 방지하며, 유통 과정 후에도 소비자에게 고품질의 상품을 제공하는 기능을 지닌다. 현재 HMR 식품의 포장 방법 중 가장 보편적으로 사용되는 방법은 진공포장으로, 이 외에도 포장지 안에 수분을 보존한 채 조리할 수 있는 스틱팩 포장기술, 전자레인지에서 조리할 수 있는 스킨포장기술, 즉석 가열식품의 편의성을 위한 발열포장기술, 포장지 내 기체 조성을 바꾸어 제품의 저장기간을 연장할 수 있는 가스치환 포장기술 등이 있다. 코로나19의 영향으로 HMR 시장이 확대됨에 따라 HMR 식품 자체뿐만 아니라, 상품 포장 또한 중요한 기술로 대두되며, 식품 산업에서는 새로운 포장기술을 개발하는데 많은 노력을 기울이고 있다(Yu et al., 2017).

HMR 식품에 사용되는 포장기술은 먼저 사용할 가공기술에의 적합 여부를 확인하고, 그에 맞게 개발되어야 한다. 레토르트 기술을 활용할 경우, 제품의 제조과정 중 고온·고압처리를 견딜 수 있으며, 포장재의 성분이 음식내용물에 녹아들면 안되며, 빛과 공기를 충분히 차단할 수 있는 포장 재료가 필요하다. 일반적으로 해당 조건들을 완벽하게 만족하는 재료는 없으므로 포장재를 여러 층으로 나누어 서로 다른 재질을 겹쳐서 사용하는 ‘다층 포장재’를 활용하고 있다(Chung, 2007). 가공과정 중 마이크로파를 이용하거나 HMR제품의 최종 조리시 마이크로파(전자레인지)를 이용해야 한다면, 이 또한 매우 다양한 요인들을 고려해야만 한다. 전자레인지 조리용 식품에 사용되는 포장재는 마이크로파의 투과를 위하여 금속물질이 없고, 열변성을 견딜 수 있어야 하며,

저장과 유통 시 물리적 손상에 저항성을 가질 수 있어야 한다(Kang, 2012). 이와 같이 포장재는 사용하는 가공기술과 깊은 연관성이 있다.

식품의 포장은 소비자들의 구매의사를 결정짓게 하는 첫 번째 요인이라 할 수 있다. 최근 소비자들은 최종적으로 구매되는 식품의 안전성과 품질을 확인하고자 하는 경향이 있기 때문에, 전통적인 식품 포장에 식품보존 향상 및 정보전달 역할을 추가한 스마트 포장(지능형 포장)에 대한 요구가 증가하고 있다. 스마트 포장의 핵심기술은 지시계(Indicator)와 RFID(Radio Frequency Identification) 기술 등이 있다. 지시계는 식품의 품질 상태를 색깔의 변화로 나타내 주는 기술로 온도와 시간의 이력을 알려주는 시간-온도 지시계(Time-Temperature Indicator, TTI)와 품질을 나타내는 대사산물을 이용한 선도 지시계(Freshness Indicator)가 대표적이다. RFID 기술은 바코드를 대신할 수 있는 차세대 포장기술로 식품의 이력 및 품질 상태를 실시간으로 알려줄 수 있는 중요한 포장기술이다. 최근에는 모바일 기반 RFID 어플리케이션 등이 개발되면서 그 시장이 점차 확대되고 있는 추세이다(Hur et al., 2010).

개인의 만족도를 최고로 여기는 소비 심리 또한 새로운 소비자 트렌드로 부각되면서, 소비자들의 심적 만족도를 높이기 위한 다양한 HMR 포장방법들도 나오고 있다. 휘슬링 쿡은 요리가 완성되면 휘슬 소리로 알려주는 독특한 포장기술을 선보인바 있다. 쿡킹 밸브 시스템을 도입해 열에 의한 원재료의 손상은 최소화 하면서도 소리라는 컨셉을 이용한 마케팅 차별화 포인트로서 HMR 시장 내 큰 입지를 확보하였다(오수연, 2018). 또한, 다양한 기업에서는 친환경 포장재를 개발하여 소비자의 만족도를 높이고자 HMR 용기의 감량화, 포장의 단순화, 바이오 매스 부산물을 활용한 포장개발 등에 노력을 기울이고 있다(Jo, 2015).

### III. 결론

코로나 19 바이러스로 인하여 식품시장은 냉동, 저장,

즉석식품류가 큰 폭으로 성장세를 이어가고 있으며, 이에 발맞추어 식육가공품도 가정간편식(HMR)이나 meal kit 형태의 제품들이 큰 호황을 누리고 있다. 앞서 서술한 냉동기술, 해동기술, 가열기술, 살균기술, 포장기술 등은 언택트 문화에 전략적으로 활용할 수 있는 식육가공기술로서 포스트 코로나 시대의 새로운 성장 동력으로 활용 가능한 요소 기술들로 판단된다. 이러한 식육가공기술로 언택트 문화를 식육가공 산업의 발전할 수 있는 토대를 마련할 수 있으며, 미래 지속가능한 언택트 식육가공 산업을 발전시켜 나갈 수 있을 것이다. 특히 사회

적 거리두기가 지속되고 있는 시점에 가정간편식(HMR)이나 meal kit 제품들은 더욱더 비약적인 발전을 할 수 있으며, 식육가공 산업도 이러한 제품 개발들을 토대로 미래 지향적으로 발전시켜 나가야 한다.

## 사사

본 원고는 2020년 과학기술정보통신부 재원으로 한국식품연구원 주요 사업(E0193118-02)의 지원에 의해 이루어진 것으로 이에 감사드립니다.

## 참고문헌

1. 식품 등 기준 설정 원칙 및 적용. 2016. 식품의약품안전처, 발간등록번호: 11-1471000-000075-01.
2. 오수연. 2018. 소비자들의 심적 만족을 공략하라! 마케팅 52:55-60.
3. 이동선. 2006. 조리기능과 관련된 최근 식품포장기술. Proceedings of the Korean Society of Food and Cookery Science Conference, pp.18-24
4. Cho SY. 2017. Management system for ensuring safety of HMR (Home Meal Replacement) products. Food Sci Ind 50:51-59.
5. Chung DH. 2007. Retort processing of packaged foods. Korean J Packag Sci Technol 13:59-65.
6. Ha SD, Park JY. 2006. Trends in controlling method of foodborne pathogenic microorganisms. Safe Food 1:8-18.
7. Her JY, Lee SM, Kim SW, Lee KG. 2010. Smart packaging technology: Time-temperature indicator and freshness indicator. Food Sci Ind 43:2-13.
8. Jo GS. 2015. Eco-friendly packaging of CJ. The Monthly Packaging World 50-56.
9. Jo K, Lee S, Yong HI, Choi YS, Baek KH, Jo C, Jung S. 2020. No mutagenicity and oral toxicity of winter mushroom powder treated with atmospheric non-thermal plasma. Food Chem 127826.
10. Joh JH. 2020. Influence of untact culture on both social development and personality formation: Focus on the COVID-19 pandemic. J Saramdaum Edu 14:139-155.
11. Jun SH, Kim JH. 2020. Theoretical background and prospects for the untact industry. J New Ind Bus 38:96-116.
12. Kang DH. 2012. Current thermal/non-thermal technologies to control foodborne pathogens. Food Sci Ind 45:48-59.
13. Kim HS. 2018. Future technologies for the manufacture of safe meat products. Korean J Food Sci Anim Resour 7:28-38.

14. Kim HY, Oh SW, Chung SY, Choi SH, Lee JW, Yang JY, Seo EC, Kim YH, Park HO, Yang CY, Ha SC, Shin IS. 2011. An investigation of microbial contamination of ready-to-eat products in Seoul, Korea. *Korean J Food Sci Technol* 43:39-44.
15. Kim NS. 2008. 맛있는 닭고기, 이렇게 우리 식탁에 오릅니다 제 8 편-삼계탕 (레스토랑 식품) 이 생산되는 과정. *Monthly Korean Chicken* 14:85-89.
16. Kwon SA. 2017. Application of superheated steam for inactivation of foodborne pathogens on cantaloupe and watermelon surfaces. M.S. thesis, Department of Agricultural Biotechnology, Seoul National Univ., Seoul, Korea.
17. Li B, Sun DW. 2002. Novel methods for rapid freezing and thawing of foods: A review. *J Food Eng* 54:175-182.
18. Olatunde OO, Benjakul S, Vongkamjan K. 2019. Dielectric barrier discharge cold atmospheric plasma: Bacterial inactivation mechanism. *J Food Saf* 39:e12705.
19. Park JY, Na SY, Lee YJ. 2010. Present and future of non-thermal food processing technology. *Food Sci Ind* 43:2-20.
20. Pereira RN, Vicente AA. 2010. Environmental impact of novel thermal and non-thermal technologies in food processing. *Food Res Int* 43:1936-1943.
21. Shin JY, Marraud JL. 2019. High Pressure processing: A revolutionary technology for food safety and shelf life increase. *Food Sci Anim Resour* 8:2-7.
22. United States Department of Agriculture [USDA]. 2013. The big thaw-safe defrosting methods for consumers. Available from: [https://www.fsis.usda.gov/wps/portal/fsis/topics/food-safety-education/get-answers/food-safety-fact-sheets/safe-food-handling/the-big-thaw-safe-defrosting-methods-for-consumers/CT\\_Index](https://www.fsis.usda.gov/wps/portal/fsis/topics/food-safety-education/get-answers/food-safety-fact-sheets/safe-food-handling/the-big-thaw-safe-defrosting-methods-for-consumers/CT_Index). Accessed at Sep 9, 2020.
23. Yong HI, Kim HJ, Jung S, Jo C. 2017. Application of atmospheric pressure plasma on improvement of meat safety and processing procedure. *Korean J Food Sci Anim Resour* 6:55-62.
24. Yoo JH, Kim BR, Choi NY, Lee SY. 2012. Efficacy of UV light against microorganism on foods. *Safe Food* 7:26-34.
25. Yu A, Choi YS, Hong JS, Choi HD. 2017. Development of home meal replacement products by food processing and packaging technology. *Food Sci Ind* 50:39-50.
26. Zell M, Lyng JG, Cronin DA, Morgan DJ. 2010. Ohmic cooking of whole turkey meat—Effect of rapid ohmic heating on selected product parameters. *Food Chem* 120:724-729.