

수비드 가열을 활용한 저나트륨 식육가공품의 개발

Development of Reduced-Sodium Meat Products with Sous-vide Cooking

송동현¹, 함윤경², 노신우¹, 이재혁¹, 변민석¹, 김현욱^{1,*}

(Dong-Heon Song¹, Youn-Kyung Ham², Sin-Woo Noh¹, Min-Seok Byeon¹, Hyun-Wook Kim^{1,*})

¹국립경남과학기술대학교 동물생명과학과, ²국립경남과학기술대학교 동물소재공학과

¹Department of Animal Science & Biotechnology, Gyeongnam National University of Science and Technology

²Department of Animal Resources Technology, Gyeongnam National University of Science and Technology

I. 서론

현대인은 가공식품의 과도한 섭취로 일일권장섭취량 이상의 나트륨을 과잉으로 섭취하게 된다(Kloss 등, 2015). 세계보건기구(World Health Organization, WHO)는 과도한 나트륨 섭취가 심혈관계 질환, 고혈압 및 신장 질환 등의 원인이 된다고 보고하였다(Ruusunen와 Puolanne, 2005). 따라서, 건강한 삶을 지향하는 소비자들은 나트륨 함량이 높은 가공식품의 소비를 기피하기 때문에 전 세계적으로 가공식품의 나트륨 함량을 줄이기 위해 노력하고 있다(Kloss 등, 2015; Inguglia 등, 2017).

식육에는 100 g당 약 60-80 mg 수준의 적은 나트륨이 포함되어 있으나, 가공과정 중 추가적으로 첨가되는 소금에 의해 식육가공품의 나트륨 함량은 크게 높아진다(Inguglia 등, 2017). 소금은 저장성 향상을 목적으로 식육에 사용되기 시작하였고, 냉장시설이 발달된 현대에서는 식육가공품의 보수력 증진, 조직감 형성 및 짠맛 부여 등 가공기능적 특성 향상을 위해 사용되고 있다(Desmond, 2006; Lee, 2015; Park HG 등, 2003). 비록 식품첨가제(인산염, 보존제, 증점제, 증진제 등)의 활용을 통해 식육가공품의 나트륨 저감화가 시도되고 있으나(Desmond, 2006; Inguglia 등, 2017), 식육가공품은 여전히 나트륨 함량이 높은 가공식품으로 인식되고 있다(Kloss 등, 2015; Inguglia 등, 2017). 더욱이 최근에는 식품첨가물의 활용 또한 소비자들이 기피하는 가공 방법이기 때문에(Bedale 등, 2016; Moon, 2019), 식육가공품의 소금 첨가량 감소를 위해 식품첨가물의 활용을 대신할 새로운 가공 방법의 모색이 필요하다.

수비드 가열은 식육가공품의 품질 향상을 기대할 수 있는 가열 방법으로 인식되어 왔다(Ayub와 Ahmad, 2019). 수비드 가열은 전통 가열 방식에 비하여 식품을 저온(65°C 이하)에서 장시간 가열하는 것이 특징이다. 식육가공품은 가열 처리에 따라서 소비자들이 섭취하기 바람직한 조직감, 풍미 및 향이 형성되지만, 고온 가열에 의해 영양성분 파

*Corresponding author: Hyun-Wook Kim

Department of Animal Science & Biotechnology, Gyeongnam National University of Science and Technology, Jinju 52725, Korea

Tel: +82-55-751-3261

Fax: +82-55-751-3267

Email: hwkim@gntech.ac.kr

괴 및 수분 삼출에 의한 품질 저하가 발생한다(Ayub와 Ahmad, 2019). 2000년대 초반 다수의 연구에서 수비드 가열은 식육가공품의 수분 삼출 억제, 제품 수율 증진, 풍미와 다즙성 향상, 영양소 파괴 감소 및 미생물 생장 억제가 가능하다고 보고되었다(Ayub와 Ahmad 2019; Baldwin, 2012; Vaudagne 등, 2008). 국내에서도 수비드 가열을 활용한 식육가공품(장조림, 갈비찜, 사태찜, 닭찜 및 닭가슴살햄 등)의 품질적 개선에 관한 연구가 수행된 바 있다(김 등, 2017).

소금 첨가량과 수비드 가열에 따른 식육가공품의 품질특성 변화는 가열감량에 관련하여 보고된 바 있다. Vaudagna 등(2008)은 우육의 가열감량이 소금 첨가량과 가열 온도의 상호작용에 영향을 받지 않는다고 보고하였다. 이들의 연구에서 우육의 가열감량은 소금 첨가량(0-1.4%)이 낮아질수록 증가하고, 가열 온도(55-75°C)가 낮아질수록 감소하였다. 식육을 60°C 이하로 가열하면 미오신(myosin)과 콜라겐(collagen)은 서서히 변성되고, 액틴(actin)의 열변성이 억제되어 고온 가열에 비하여 수분 삼출이 감소한다(Baldwin, 2012; Briggs 등, 2019; Moon, 2019).

수비드(sous-vide)는 ‘진공상태’라는 의미를 가진 프랑스어이며, 수비드 가열을 정의하면 식품을 열 안정성이 있는 포장재(플라스틱 파우치)에 넣고 진공 밀봉하여 수조 혹은 스팀 오븐에서 균일하게 가열하는 방법을 뜻한다(Schellekens, 1996). 이러한 가열방식은 기존의 생산방식과 비교하여 살균 후 교차오염 방지에 효과적인 특징이 있다. 즉, 저나트륨 식육가공품의 미생물 생장 억제에 관하여, 수비드 가열은 소금을 대신하여 교차오염 방지라는 새로운 허들 효과(hurdle effect)를 추가하는 것이다.

따라서, 수비드 가열은 저나트륨 식육가공품의 품질적 향상을 위한 가공기술로 활용될 수 있으며, 건강지향적 소비자들의 기호성을 충족시킬 수 있을 것으로 기대된다. 본 원고에서는 저나트륨 식육가공품 개발에 있어 수비드 가열의 활용을 이해하고자 수비드 가열이 식육가공품의 품질 및 저장안정성에 미치는 영향에 대해 살펴보

고, 향후 산업적 적용 방향에 대해 제안하고자 한다.

II. 본론

1. 수비드 가열 소개

수비드 가열은 전통적인 가열 방법보다 낮은 온도에서 장시간 가열하는 것이 특징이다(Briggs 등, 2019). 1915년 미국의 피터 그레이스(Peter Grace)가 플라스틱 포장지에 식품을 넣고 가열하는 방법으로 특허를 등록하면서 수비드 가열이 미국과 프랑스에서 발전되기 시작하였다(김 등, 2017). 현대의 수비드 가열은 1970년 브루노 구소(Bruno Goussault)가 확립하였고(Meyer, 1997), 1974년 조르주 프랄뤼(Georges Pralus)가 수비드 가열을 적용한 거위 간 요리를 선보임으로서, 대중에게 주목받기 시작하였다(김 등, 2017). 2000년 중반부터 레스토랑 및 가정에서 식품 조리에 수비드 가열을 활용하는 방법이 널리 소개되며 대중에게 친숙한 조리방법이 되었다(Baldwin 2012). 수비드 가열은 단체 급식 및 요식업계에서 생산과정 통제, 노동 생산성 증가 및 원가 절감 등을 목적으로 활용되고 있으며, 가공식품산업에서는 최종 소비자가 간편하게 섭취할 수 있는 레토르트 형태(ready to eat)로 수비드 가열 식품을 공급하고 있다(김 등 2017).

최근 수비드 가열 식품의 출시가 증가하는 것은 식품조리에 대한 대중의 관심 증가와 간편식에 대한 소비자 요구 증가 등 식생활 가치관의 변화에 따른 것이다(김 등, 2017). 김 등(2017)은 소비자에게 수비드 가열 제품 구매의도에 미치는 영향 요인은 영양성, 생산성 및 안전성이며, 제품의 본질성이 구매의도에 영향을 미치지 않는다고 하였다. 그 이유는 소비자들이 수비드 가열에 대해 아직 이해가 부족하고 인지도가 낮기 때문이라고 설명하였다. 따라서, 앞으로 수비드 가열을 활용한 저나트륨 식육가공품의 개발과 소비자의 원활한 구매를 위해 산업적으로 수비드 가열이 저나트륨 식육가공품의 품질 및 저장안정성에 미치는 영향에 관한 이해를 높일 필요가 있다.

2. 수비드 가열을 활용한 저나트륨 식육가공품의 생산수율 증진

소금은 단백질의 보수력을 증가시키는 기능적 특성이 있다. 소금의 염소 이온이 단백질에 결합하면, 단백질은 음전하가 증가하므로 근원섬유 단백질 사이에 반발 작용이 발생하여 팽창된다. 단백질의 아미노산 측쇄의 극성 그룹은 반데르발스 힘(van der Waals' forces)에 의해 물 분자와 결합하게 된다(Ruusunen와 Puolanne, 2005). 식육의 보수력은 등전점에서 가장 열악하지만, 양전하를 띤 미오신 그룹과 염소 이온의 결합으로 등전점이 낮은 pH로 이동하여 식육의 보수력이 증가한다(Park 등, 2003). 즉, 식육가공품에 소금 첨가량이 감소할수록 단백질의 보수력 향상을 기대하기 어렵기 때문에 가열에 따른 식육의 수분 삼출을 최소화 할 수 있는 방안을 모색해야 한다.

식육단백질의 구성은 50-55% 근원섬유 단백질(주로 미오신과 액틴), 30-34% 근장 단백질과 10-15% 결체조직(주로 콜라겐)으로 이루어져 있다(Park 등, 2003). 식육단백질은 가열에 의해 근원섬유 단백질은 수축하고, 근장 단백질은 응집 및 겔화되며, 결체 조직은 수축 및 용해된다(Baldwin, 2012; Park 등, 2003). 근원섬유 단백질의 수축은 35-80°C에서 발생하며, 근장 단백질의 응집 및 겔화는 40°C 정도에서 시작되어 60°C

C 정도에서 완료되고, 결체조직은 60°C에서 수축이 시작되어 65°C 이상에서 더욱 강하게 수축이 이루어진다(Baldwin, 2012; Park 등, 2003). 식육 내 수분은 80%가 근원섬유 단백질에 보유되어 있으며, 식육의 보수력은 근원섬유 단백질의 수축과 팽창에 의해 영향을 받는다고 알려졌다(Baldwin, 2012). 근원섬유 단백질의 수축은 35-40°C에서 시작되어 80°C까지 선형적인 증가를 나타내며, 40-60°C에서 가로 방향으로 수축하여 근원섬유 사이의 간격이 넓어지지만, 60-65°C에서 세로 방향으로 수축하여 수분 손실이 야기된다(Baldwin, 2012). 열변성에 따라 근원섬유 단백질 내의 수분이 삼출되면 최종 제품의 수분 함량 및 제품 수율이 감소한다(Ayub와 Ahmad, 2019; Baldwin, 2012). 즉, 식육가공품은 60°C 이상으로 가열을 실시하면 근원섬유 단백질의 수축과 함께 과도한 수분 삼출이 발생된다. 따라서, 가열 온도의 조절은 식육가공품의 보수력을 유지할 수 있는 방안이 될 것이다.

식육의 수비드 가열은 일반적으로 55-80°C에서 수시간(1.5-48 h) 동안 이루어진다(Ayub와 Ahmad, 2019). 수비드 가열에 관한 이전의 연구를 살펴보면, 수비드 가열 조건 설정에서 가열 온도가 낮을수록 가열감량 감소에 긍정적인 영향을 미치며, 가열 시간과 진공 조건이 가열감량에 미치는 영향은 크지 않은 것으로 나타났다(표 1). 이러한 결과는 식육가공품의 보수력 유지

표 1. 수비드 가열 조건이 가열감량에 미치는 영향

조건	주요 내용	참고문헌
온도	<ul style="list-style-type: none"> • 60°C가열은 1,000°C 가열보다 가열감량이 낮음. • 80°C가열은 100°C 가열과 가열감량이 유사함. 	del Pulgar 등 (2012)
	<ul style="list-style-type: none"> • 50-65°C 가열시 가열 온도가 낮을수록 가열감량이 낮음. 	Christensen 등 (2011) Vaudagna 등 (2002)
	<ul style="list-style-type: none"> • 일반적인 가열(75°C/30 min)보다 수비드 가열(50, 55, 60°C/12, 24 h)에 따른 가열감량이 유의적으로 낮음. 	Hwang 등 (2019)
시간	<ul style="list-style-type: none"> • 가열시간이 증가하여도 가열감량의 유의적 차이는 없음. 	Roldán 등 (2013) del Pulgar 등 (2012) Christensen 등 (2011) Vaudagna 등 (2002)
진공	<ul style="list-style-type: none"> • 진공 조건에 따른 가열감량의 유의적 차이는 없음. 	del Pulgar 등 (2012) Jeong 등 (2018)

를 위해 수비드 가열의 적용에 있어서 가열 온도의 설정이 가장 중요한 요인인 것을 시사한다.

식육 및 식육가공품은 가열 온도가 높아질수록 가열 감량이 증가한다고 알려졌다(Tornberg, 2005). Oz 등(2017)은 우육 스테이크에 fan-frying, oven cooking, grilling 및 boiling과 같은 고온 가열을 실시하면 가열 감량이 28-50% 정도로 나타난다고 보고하였다. 수비드 가열 우육의 가열감량은 50°C 가열에서 약 8%를 나타내고, 65°C 가열에서는 약 19%가 나타난다(Vaudagna 등, 2002). 한편으로, Vaudagna 등(2008)은 가열온도, 소금 첨가량 및 인선염 첨가량에 따른 우육 햄의 가열감량 추정 수식을 제시하였다. 이들은 가열 온도(55-75°C)와 소금 첨가량(0-1.4%) 사이에 상호작용이 나타나지 않았으며, 그러므로 55°C 가열의 저염 처리구가 75°C 가열의 고염 처리구보다 가열감량이 낮게 나타날 수 있다고 하였다. 더욱이, 수비드 가열(65°C) 우육은 소금 첨가량(0-1.4%)에 따라서 가열감량이 10-3% 수준으로 나타났으며, 0.25% 인산염을 병행 사용하면 1.0% 소금 첨가시 가열감량이 0%에 가깝게 나타날 수 있다고 보고하였다.

결론적으로, 저나트륨 식육가공품 개발에 수비드 가열의 활용은 기존의 가열방식에 비하여 식육의 단백질 열변성을 최소화함으로써 수분을 식육 내에 보유할 수 있는 가공기술로 사료된다. 따라서, 저나트륨 식육가공품 개발에 있어서 소금첨가량 감소에 따른 보수력 저하 및 수분 삼출 문제를 효과적으로 개선시킬 수 있을 것으로 예상된다.

3. 수비드 가열을 활용한 저나트륨 식육가공품의 관능적 특성 향상

식육가공품에 첨가된 소금은 나트륨 이온에 의해 식육가공품에 짠맛을 증가시키며, 식육 고유의 풍미를 향상시킨다(Ruusunen와 Puolanne, 2005). Crehan 등(2000)은 식육가공품의 소금 첨가량의 감소에 따라서 짠맛과 전체적인 풍미가 감소한다고 보고하였다.

Desmond(2006)는 소시지의 관능적 수용도는 1.65-1.80% 소금 첨가시에 가장 높으며, 1.2% 소금 첨가시에는 소비자의 구매 의사가 낮아진다고 하였다. Delgado-Pando 등(2018)도 돈육햄에 0.8% 소금 첨가시 1.2-2.0% 소금 첨가보다 관능적으로 전체적인 기호도가 낮았으며, 1.2% 미만의 소금을 첨가한 돈육햄은 소비자들에게 관능적으로 부정적인 인식을 유발할 수 있다고 보고하였다.

식육가공품 제조에 있어서 수비드 가열 활용에 장점으로 가장 널리 알려진 것은 다즙성 및 연도의 향상 때문이다. 식육가공품의 다즙성은 가열감량과 상관관계가 있으며, 수비드 가열은 다른 가열방법에 비하여 식육가공품의 수분 삼출이 억제되기 때문에 다즙성의 개선이 가능하다(Ayub와 Ahmad, 2019). del Pulgar 등(2012)은 우육을 60°C에서 가열하면 70-80°C 가열에 비하여 경도, 씹음성, 응집성이 낮게 나타났으며, 이러한 이유는 가열 온도에 따라 단백질 열변성이 선택적으로 이루어지기 때문이라고 설명하였다. 식육의 기계적 경도가 낮으면 관능적 연도는 높아지는 것이 일반적이다.

식육가공품의 풍미는 일반적으로 70°C 이상에서 아미노산 분해로 생성된 휘발성 화합물에 의해 형성되지만, 수비드 가열을 실시한 식육가공품의 풍미는 지질 분해 산물과 비휘발성 화합물들에 의해 형성된다고 알려졌다(Ayub와 Ahmad, 2019). 수비드 가열을 실시한 식육가공품의 풍미 및 마이야르 반응을 증가시키기 위해 oven roasting을 병행하거나 환원당을 첨가하는 방법이 제시되었다(Ruiz-Carrascal 등, 2019). 대부분의 레스토랑에서는 수비드 가열된 식육가공품을 고온에서 2차 가열하여 풍미를 증진시키는 방법을 사용한다(Dominguez-Hernandez 등, 2018).

Naveena 등(2017)은 계육 소시지를 100°C에서 진공 가열하면 대조구(호기 가열)와 비교하여 가열수율 및 전단력이 유사하지만 다즙성, 풍미, 짠맛 및 전체적인 기호도가 유의적으로 높아진다고 보고하였다. Ishamail 등(2020)은 수비드 가열을 실시한 우육을 전자혀로 분석한 결과에서 60°C/12 h 처리구가 다른 처리구들에 비

하여 짠맛이 유의적으로 높게 평가되었으며, 60°C 가열과 12 시간 가열이 짠맛에 양의 상관성을 나타낸다고 보고하였다. 비록 이들의 연구에서 짠맛의 상승 이유가 명확하게 설명되지는 않았으나, 수비드 가열이 저나트륨 식육가공품에 짠맛 향상 및 관능적 특성 개선에 긍정적인 영향을 줄 수 있다는 것을 시사하였다.

지금까지 연구 결과들을 종합하면 수비드 가열은 식육가공품의 관능적 특성 개선에 긍정적인 영향을 미치며, 식육가공품에 소금의 첨가량이 감소하여도 수비드 가열을 활용하여 짠맛을 향상시킬 수 있는 가능성이 있다. 추후, 수비드 가열에 특정 조건을 확립함에 따라서 저나트륨 식육가공품의 짠맛을 향상시킬 수 있을 것으로 판단된다.

4. 수비드 가열을 활용한 저나트륨 식육가공품의 저장성 개선

1) 지질 산화

식육가공품에 소금은 산화촉진제(pro-oxidant)로 작용하여 저장기간을 감소하게 한다(Park 등, 2003). 저나트륨 식육가공품은 기존의 제품에 비하여 소금 첨가량이 낮아져 지질 산화가 다소 억제되는 장점이 있다. 식육가공품은 가열에 의해 다가불포화지방산의 산화가 촉진되며, 지질 산화물은 식육가공품에 이취 발생, 영양적 손실 및 저장성 저하를 야기한다(Ayub와 Ahmad, 2019; Roldan 등, 2014). 식육가공품의 소금 첨가는 지방산과 콜레스테롤 산화를 촉진시키는 요인이 되며, 소금 첨가량과 가열 온도간에 상관관계가 있다고 알려졌다(Mariutti와 Bragagnolo, 2017). Mariutti와 Bragagnolo(2017)은 고온 가열(100–170°C)이 0.5% 소금 첨가 닭가슴살에 일차 지질 산화물의 생성을 가속시키며, 2% 소금 첨가 식육가공품은 70°C 이상에서 가열되면 이차 지질 산화물의 생성이 촉진된다고 하였다. 수비드 가열이 지질 산화 억제 가능한 이유는 진공포장을 실시하여 식육과 산소의 접촉을 줄이며(Falowo

등, 2017), 낮은 온도에서 가열하므로 지방산의 변화가 적게 나타나기 때문이다(Ayub와 Ahmad, 2019). 그러므로, 소금첨가량이 높은 식육가공품에 수비드 가열을 적용하면 지질 산화 억제 효과를 나타낼 수 있다. 결론적으로, 수비드 가열을 저나트륨 식육가공품 개발에 적용하면 가열 및 소금에 의한 산화 촉진이 억제되는 효과가 있을 것으로 기대된다.

2) 미생물 성장 억제

식육가공품의 미생물 성장 억제는 소비자의 안전을 위하여 매우 중요한 사항이다. 식육가공품은 산처리, 방사선조사, 소금 첨가, 항균제 첨가 및 가열 조건 조절에 따라 미생물 성장을 억제할 수 있다고 알려졌다(Baldwin, 2012). 소금은 식육가공품의 수분 활성도를 감소시켜 미생물 성장을 억제하며, 소금의 염소이온은 일부 미생물에게 독성 물질로 작용한다(Mariutti와 Bragagnolo, 2017; Taormina, 2010). 그러나, 저나트륨 식육가공품은 소금 첨가량 감소에 따라 최종 제품의 미생물적 안전성이 감소하며, 그람 양성균(gram-positive bacteria)의 성장에 의해 식육가공품의 부패가 발생할 수 있다(Desmond, 2006; Delgado-Pando 등, 2018). Delgado-Pando 등(2018)은 염지햄에서 소금 첨가량(0.8–2.0%)이 낮아질수록 미생물 생장이 빨라졌으며, 염지햄의 저장수명(shelf-life)은 총균수 기준으로 6 log CFU/g에 도달하는 시점 기준으로 2.0% 햄이 39일인 반면에 0.8% 햄은 24일로 감소하였다고 보고하였다.

식육가공품은 가열에 의해 미생물을 사멸시킬 수 있지만, 가열 후 포장단계에서 교차오염이 발생할 수 있는 위험이 있다. 수비드 가열은 진공포장 후 가열하는 제조 공정상 교차오염을 방지할 수 있는 장점이 있다. 우리나라의 식품공전에서는 식육가공품의 심부온도가 71°C에 도달하여 수초간 가열하여 미생물을 사멸시키나, 이와 동등한 살균효과를 나타내는 조건으로 가열이 실시되어야 한다고 명시되어 있다. FDA에서는 *Salmonella* spp.의 살균을 위해 63°C에서 15초간 가열하는 것을 권

장하고 있다(Baldwin, 2012). Karyotis 등(2017)은 대표적인 병원성 미생물인 *Salmonella* spp. 및 *Listeria monocytogenes*의 D-value가 각각 47.65 min/55°C와 7.48 min/60°C 및 54.81 min/55°C와 10.39 min/60°C라고 보고하였다. Baldwin(2012)은 수비드 가열에 있어서 식육의 두께와 가열 온도를 고려하여 가열시간을 결정해야 한다고 설명하였다.

수비드 가열 제품은 포장 후 가열을 실시하므로 최종 제품에서 검출되는 미생물은 제품 제조과정에서 살아남은 것이다(Choi와 Shin, 2020). 수비드 가열 제품은 *C. botulinum* 및 *Listeria monocytogenes*와 같은 병원성 미생물의 성장 위험이 경고되고 있으므로 미생물 안전성 확보를 위해 확실히 살균이 가능하도록 가열을 실시해야 한다(Nyati, 2000). Stringer와 Metris(2018)는 식품의 냉장 유통 10일이 가능한 살균 조건은 70°C에서 최소 20분 동안 가열되어야 한다고 하였다. 최근 연구들을 살펴보면 45 min/61°C 가열 조건으로 수비드 가열을 실시하면 미생물이 검출되지 않았으나(Jeong 등, 2018), 20 min/65°C 가열 조건에서 *Listeria* spp.가 검출되었다고 보고되었다(Biyikli 등, 2020). 아직까지 수비드 가열 식품에 관련된 식중독 사례는 보고되지 않았지만(Choi와 Shin, 2020), 수비드 가열을 활용한 저나트륨 식육가공품은 미생물 안전성 및 안정적인 유통기한 확보를 위해서 지속적인 생산공정 관리가 필요할 것이다. 결론적으로 수비드 가열을 적용한 저나트륨 식육가공품의 미생물 안전성을 확보하기 위해서는 제품의 두께, 크기 등을 고려하여 미생물 사멸이 가능한 가열 온도 및 시간을 설정하는 것이 중요하다고 판단된다.

5. 수비드 가열을 활용한 저나트륨 식육가공품의 개발

현재까지 저나트륨 식품 기준에 부합(<120 mg/100 g)되는 식육가공품은 다이어트용 닭가슴살햄 제품이 있지만, 그 외의 제품군에서 저나트륨 식육가공품의 개발은 미비한 실정이다. 저나트륨 식육가공품을 제조하기

위해서 산술적으로 소금 첨가량이 0.3% 이하로 제한된다. 따라서, 유화형 소시지 및 패티류에서 인산염과 같은 식품첨가물을 사용하지 않고 저나트륨 식육가공품을 개발하는 것은 어려운 실정이다. 지금까지 개발된 수비드 가열 식육가공품의 나트륨 함량은 닭가슴살햄 제품에서 28–570 mg/100 g, 돈육햄, 베이컨, 족발류 등의 제품들에서 322–648 mg/100 g으로 조사되어, 제품별로 나트륨 함량의 차이가 큰 것으로 나타났다. 그러나, Ham 등(2018)이 조사한 국내의 식육가공품의 제품군별 나트륨 함량(657–690 mg/100 g)에 비교하면 수비드 가열 식육가공품의 나트륨 함량이 다소 낮은 것으로 판단된다. 이러한 결과는 식육가공품의 나트륨 함량 감소에 수비드 가열 제품들이 기여하고 있지만, 본격적인 저나트륨 식육가공품의 개발은 미비하다는 것을 시사하는 바이다.

수비드 가열은 10년 전부터 유럽 및 미국의 외식업체에서 보편적인 조리방법으로 활용되고 있다(Ruiz-Carrascal 등, 2019). 우리나라에서는 2010년 초반에 산업적으로 수비드 제품이 출시되었으며, 식품으로써 수비드 제품이 출시되었으며, 2015년을 기점으로 부드럽고 다즙한 식감을 갖는 수비드 닭가슴살햄 제품이 다수 출시되면서 소비자들에게 널리 알려졌다(김 등 2017). 현재까지 개발된 수비드 가열 식육가공품은 햄, 스테이크 및 찜류가 대부분이며, 소시지 및 분쇄 육제품의 개발은 아직까지 미비한 상황이다(표 2). 아워홈은 수비드 가열 닭가슴살햄을 개발하고, 이를 원료로 사용하는 닭개장, 미역국 및 삼계탕 등 가정간편식(HMR) 제품을 출시하였다. 최근, 소비자들이 편리한 생활을 추구함에 따라서 가정간편식(HMR)과 레스토랑 간편식(RMR) 등의 레토르트 제품이 각광받고 있다. 따라서, 앞으로 레토르트 형태의 저나트륨 식육가공품이 소비자들의 니즈를 충족시킬 수 있을 것으로 예상된다. 또한, 수비드 가열은 식육가공품의 연도를 증진시킬 수 있으므로 나트륨을 저감한 고령친화형 식육가공품의 개발에 적용 이점이 있을 것이다(Kerdpi boon 등, 2019). 향후, 소비자의 식육가공품에 대한 구매의사를 체계적으로 분

표 2. 수비드 가열 적용 식육가공품

제조사	제품명	사진	제품특징
			사진출처
아워홈	부드럽고 연한 닭가슴살		닭가슴살을 염지하여 수비드 가열을 실시 나트륨 함량: 570 mg/110 g
			https://mall.ourhome.co.kr/mall/product/detail.do?goods_id=S000000001024
수비드림	닭가슴살 퓨어		수비드 가열을 활용한 무염지 닭가슴살햄 제조 나트륨 함량: 28 mg/100g
			https://www.sousvidream.com/
오델	수비드학선		돈육 족발을 수비드 가열 방식으로 제조 나트륨 함량: 529.5 mg/ 100 g
			https://smartstore.naver.com/snbfood/products/5129014309
허니포레스트	수비드 햄		훈연 후 수비드 가열을 실시한 돈육햄
			https://honeyforest.modoo.at/
Simcook	수비드 부채살 스테이크 밀키트		우육 스테이크, 소스 및 야채로 구성된 밀키트 형태
			http://sim-cook.com/index.html
수비드닭컴	집콕수비드 찜닭		즉석조리식품(HMR) 제품
			http://item.gmarket.co.kr/Item?goodscode=1740943868
아워홈	닭개장 II 행복한맛남		수비드 닭가슴살을 원료로 활용한 2차 가공 제품
			https://www.ourhometts.co.kr/eat/product/view.our?prdSeq=37947

표 2. 계속

제조사	제품명	사진	제품특징
			사진출처
아워홈	통순살삼계탕		수비드 닭가슴살을 원료로 활용한 즉석조리식품
			https://www.ourhometfs.co.k
Kirkland	Sous Vide Pork Belly		돈육 베이컨을 수비드 가열 방식으로 제조 나트륨 함량: 648.35 mg/ 100 g
			https://costcocouple.com/kirkland-signature-sous-vide-pork-belly/
Mister delicious	Sous Vide Pastrami		염지햄을 수비드 가열 후 냉동 유통
			https://mrdelicious.ph/products/pastrami-sliced-300-g

석하면 수비드 가열을 저나트륨 식육가공품 개발 방향에 구체화가 가능 할 것이다.

III. 결론

저나트륨 식육가공품의 개발은 소금 첨가량 감소에 따른 품질 및 저장안정성 저하의 문제가 해결되어야 성공적으로 이루어질 수 있다. 앞서 설명한 바와 같이 저나트륨 식육가공품에 수비드 가열을 적용하면 최종제품의 보수력, 관능적 특성 및 저장안정성의 개선이 가능 할 것으로 기대된다. 산업적으로 저나트륨 식육가공품 개발에 수비드 가열을 보다 적극적으로 활용하기 위해서는

제품의 형태 및 두께를 고려하여 수비드 가열 조건을 정확히 설정하는 것이 중요하다. 향후, 산업적으로 수비드 가열 저나트륨 식육가공품의 개발을 위하여 소금 첨가량 따른 가열 특성(열전달속도 등) 변화를 고려한 제조 조건을 확립하고, 수비드 가열 조건에 따른 식육가공품의 짠맛 변화에 관한 연구 등이 추가적으로 수행 될 필요가 있다.

사사

본 원고는 농업과학기술 연구 개발사업(No. PJ013809012020)의 지원에 의해 이루어진 것으로 이에 감사드립니다.

참고문헌

1. Ayub H, Ahmad, A. 2019. Physicochemical changes in sous-vide and conventionally cooked meat. Int J Gastron Food Sci 17:100145.

2. Bedale W, Sindelar JJ, Milkowski AL. 2016. Dietary nitrate and nitrite: Benefits, risks, and evolving perceptions. *Meat Sci* 120:85-92.
3. Bıyıklı M, Akoğlu A, Kurhan Ş, Akoğlu İT. 2020. Effect of different sous vide cooking temperature-time combinations on the physicochemical, microbiological, and sensory properties of turkey cutlet. *Int J Gastron Food Sci* 20:100204.
4. Briggs W, Papadopoulos A, Wilcock A. 2019. Sous vide cooking in restaurants: A qualitative study of Ontario public health inspector knowledge, experience, practices and needs. *Food Prot Trends* 39:51-61.
5. Choi EC, Shin WS. 2020. Manufacturing process and food safety analysis of sous-vide production for small and medium sized manufacturing companies: Focusing on the Korean HMR market. *Korean J Food Sci Technol* 52:1-10.
6. Christensen L, Bertram HC, Aaslyng MD, Christensen M. 2011. Protein denaturation and water-protein interactions as affected by low temperature long time treatment of porcine *Longissimus dorsi*. *Meat Sci* 88:718-722.
7. Crehan CM, Troy DJ, Buckley DJ. 2000. Effects of salt level and high hydrostatic pressure processing on frankfurters formulated with 1.5 and 2.5% salt. *Meat Sci* 55:123-130.
8. del Pulgar JS, Gázquez A, Ruiz-Carrascal J. 2012. Physico-chemical, textural and structural characteristics of sous-vide cooked pork cheeks as affected by vacuum, cooking temperature, and cooking time. *Meat Sci* 90:828-835.
9. del Pulgar JS, Gázquez A, Ruiz-Carrascal J. 2012. Physico-chemical, textural and structural characteristics of sous-vide cooked pork cheeks as affected by vacuum, cooking temperature, and cooking time. *Meat Sci* 90:828-835.
10. Delgado-Pando G, Fischer E, Allen P, Kerry JP, O'Sullivan MG, Hamill RM. 2018. Salt content and minimum acceptable levels in whole-muscle cured meat products. *Meat Sci* 139:179-186.
11. Desmond E. 2006. Reducing salt: A challenge for the meat industry. *Meat Sci* 74:188-196.
12. Dominguez-Hernandez E, Salaseviciene A, Ertbjerg P. 2018. Low-temperature longtime cooking of meat: Eating quality and underlying mechanisms. *Meat Sci* 143:104-113.
13. Falowo AB, Muchenje V, Hugo A. 2017. Effect of sous-vide technique on fatty acid and mineral compositions of beef and liver from Bonsmara and non-descript cattle. *Ann Anim Sci* 17:565-580.
14. Ham YK, Song DH, Ha JH, Park SG, Choi YS, Kim TK, Chin KB, Kim HW. 2018. Current trends in the research and development to reduce sodium content in processed meat products. *Food Sci Anim Resour Ind* 7:42-51.
15. Hwang SI, Lee EJ, Hong GP. 2019. Effects of temperature and time on the cookery properties of sous-vide processed pork loin. *Food Sci Anim Resour* 39:65-72.
16. Inguglia ES, Zhang Z, Tiwari BK, Kerry JP, Burgess CM. 2017. Salt reduction strategies in processed meat products: A review. *Trends Food Sci Technol* 59:70-78.
17. Ismail I, Hwang YH, Joo ST. 2020. Low-temperature and long-time heating regimes on non-volatile compound and taste traits of beef assessed by the electronic tongue system. *Food Chem* 320:126656.
18. Jeong K, Hyeonbin O, Shin SY, Kim YS. 2018. Effects of sous-vide method at different temperatures, times and vacuum degrees on the quality, structural, and microbiological properties of pork ham. *Meat Sci* 143:1-7.
19. Karyotis D, Skandamis PN, Juneja VK. 2017. Thermal inactivation of *Listeria monocytogenes* and *Salmonella* spp. in sous-vide processed marinated chicken breast. *Food Res Int* 100:894-898.
20. Kloss L, Meyer JD, Graeve L, Vetter W. 2015. Sodium intake and its reduction by food reformulation in the

European Union: A review. *NFS J* 1:9-19.

21. Lee MY. 2015. Reduced sodium contents of processed food. *Food Ind Nutr* 20:1-5.
22. Mariutti LR, Bragagnolo N. 2017. Influence of salt on lipid oxidation in meat and seafood products: A review. *Food Res Int* 94:90-100.
23. Meyer RA. 1997. Sous vide technology: American foodservice markets discovering the benefits. *J Restaur Foodserv Mark* 2:51-62.
24. Moon SS. 2019. Quality strategy for competitiveness of meat products. *Food Sci Anim Resour Ind* 8:2-11.
25. Naveena B, Khansole PS, Shashi Kumar M, Krishnaiah N, Kulkarni VV, Deepak S. 2017. Effect of sous vide processing on physicochemical, ultrastructural, microbial and sensory changes in vacuum packaged chicken sausages. *Food Sci Technol Int* 23:75-85.
26. Nyati H. 2000. An evaluation of the effect of storage and processing temperatures on the microbiological status of sous vide extended shelf-life products. *Food Control* 11:471-476.
27. Oz F, Aksu M, Turan M. 2017. The effects of different cooking methods on some quality criteria and mineral composition of beef steaks. *J Food Process Preserv* 41:e13008.
28. Park HG, Oh HR, HA JO, Kang JO, Lee KT, Chin GB. 2003. The science and technology of meat and meat products. Sunjin Pringting, Seoul, Korea. pp 227-494.
29. Roldan M, Antequera T, Armenteros M, Ruiz J. 2014. Effect of different temperature-time combinations on lipid and protein oxidation of sous-vide cooked lamb loins. *Food Chem* 149:129-136.
30. Roldán M, Antequera T, Martín A, Mayoral AI, Ruiz J. 2013. Effect of different temperature-time combinations on physicochemical, microbiological, textural and structural features of sous-vide cooked lamb loins. *Meat Sci* 93:572-578.
31. Ruiz-Carrascal J, Roldan M, Refolio F, Perez-Palacios T, Antequera T. 2019. Sous-vide cooking of meat: A Maillarized approach. *Int J Gastron Food Sci* 16:100138.
32. Ruusunen M, Puolanne E. 2005. Reducing sodium intake from meat products. *Meat Sci* 70:531-541.
33. Schellekens M, 1996. New research issues in sous-vide cooking. *Trends Food Sci Technol* 7:256-262.
34. Stringer SC, Metris A, 2018. Predicting bacterial behaviour in sous vide food. *Int J Gastron Food Sci* 13:117-128.
35. Taormina PJ. 2010. Implications of salt and sodium reduction on microbial food safety. *Crit Rev Food Sci Nutr* 50:209-227.
36. Tornberg E. 2005. Effects of heat on meat proteins: Implications on structure and quality of meat products. *Meat Sci* 70:493-508.
37. Vaudagna SR, Pazos AA, Guidi SM, Sanchez G, Carp DJ, Gonzalez CB. 2008. Effect of salt addition on sous vide cooked whole beef muscles from Argentina. *Meat Sci* 79:470-482.
38. Vaudagna SR, Sánchez G, Neira MS, Insani EM, Picallo AB, Gallinger MM, Lasta JA. 2002. Sous vide cooked beef muscles: Effects of low temperature-long time(LT-LT) treatments on their quality characteristics and storage stability. *Int J Food Sci Tech* 37:425-441.
39. 김수인, 손다경, 신명선. 2017. 수비드(Sous-Vide) 제품의 선택속성이 구매의도에 미치는 영향. *외식경영연구* 20:7-34.