

식품 가공기술과 포장기술을 활용한 가정대용식 제품 개발

Development of home meal replacement products by food processing and packaging technology

유아름, 최운상, 홍정선, 최희돈*
A-Reum Yu, Yun-Sang Choi, Jung Sun Hong, and Hee-Don Choi*

한국식품연구원 식품가공기술연구센터
Food Processing Research Center, Korea Food Research Institute

Abstract

In order to secure competitiveness of the home meal replacement (HMR) industry from a long-term perspective, development of packaging and processing technologies must be achieved. The development of technology that can secure freshness, nutrition, and taste but secures the shelf life is the key to the future growth of HMR. The future of HMR can be considered in terms of nutrition, environment and safety. From the nutritional point of view, it is expected that development of healthy HMR such as low-salt, low-sugar, low-fat, and high fiber and premium HMR with functional ingredient enhanced, and personalized HMR for silver, infant and patients will be done. And

it is expected that development of HMR utilizing environmentally friendly food or local food, development of energy reduction and environmentally friendly disinfection technology, development of environmentally friendly packaging material, and providing information on HMR preparation using QR code and RFID from the environmental and safe point of view.

Key words : HMR, processing, packaging, technology

서론

경제성장과 더불어 국민소득이 증가하면서 생활 문화의 서구화, 가치관의 변화 등 생활양식이 변화

* Corresponding Author: Hee-Don Choi
Food Processing Research Center, Korea Food Research Institute, Kyonggi, 13539, Korea
Tel: +82-31-780-9068
Fax: +82-31-709-9876
E-mail: chdon@kfri.re.kr
Received September 5, 2017; revised September 13, 2017; accepted September 14, 2017

하였고 식품에 대한 소비형태에도 많은 변화를 가져왔다. 특히 편의성 및 간편성에 대한 요구가 점점 커져 가정에서 직접 조리해서 식사를 하는 빈도가 줄어들고 외식을 하거나 또는 조리된 음식을 구매해서 가정에서 식사하는 경우가 많아지게 되었다. 이러한 소비자 성향이 식품시장의 변화로 나타난 것이 가정대용식(home meal replacement, HMR)이다(1). 가정대용식이란 가정 외에서 판매되는 가정식 스타일의 완전, 반조리 형태의 제품을 구매하여 가정 내에서 바로 또는 간단히 조리하여 섭취하거나 구매장소가 아닌 가정외의 다른 장소에서도 섭취할 수 있도록 제공되는 식품을 뜻한다(2).

국내 HMR 시장은 초기에 간편하게 즐길 수 있다는 장점 때문에 소비자의 관심을 받았지만 요리에 대한 정서, 품질, 안전성에 대한 불신으로 크게 성장하지 못하다 2000년대 초반부터 크게 성장하고 있다. HMR 시장규모는 2010년 7747억 원에서 2016년 2조 원 규모로 성장하였고 향후 2017년 2조 7000억 원, 2021년 7조 원 규모에 이를 것으로 예상된다. 이와 같은 HMR 시장의 성장은 1인 가구, 저출산, 고령화 등의 인구구조 변화와 맞벌이 증가에 따른 여성의 경제활동 증가 등의 사회구조 변화의 영향이 크며, 외식 문화가 확산되어 외부 음식에 대한 거부감이 감소한 것도 HMR을 쉽게 구매하게 되는 주요 원인이다(3). 또한 식품 제조업체, 유통업체, 외식업체 등에서 최근의 불경기를 타개하기 위한 전략상품으로 HMR을 분류하여 맛과 영양 등 품질이 크게 향상된 제품을 출시하고 있고, HMR의 유통경로도 대형마트, 온라인 쇼핑몰, 홈쇼핑, 편의점 등 매우 다양하고 우리나라의 음식의 종류가 많아 제품이 더욱 세분화되고 다양해지고 있다(2).

장기적 관점에서 HMR 산업의 경쟁력을 확보하기 위해서는 무엇보다도 가공 및 포장기술의 개발이 꾸준히 이루어져야 한다. 현재 국내 HMR 제조업체에서 활용하고 있는 기술은 레토르트, 진공포장, 냉동

등인데 이는 유통기한 확보에는 도움이 되나 소비자의 관심이 높은 신선도, 영양, 맛을 유지하기에는 한계가 있다. 따라서 신선도와 영양, 맛을 살리되 유통기한을 어느 정도 확보할 수 있는 기술의 개발이 향후 HMR의 성장을 위한 관건이라고 할 수 있다.

본론

1. 냉동

한국농수산식품유통공사가 발표한 자료에 의하면 조리냉동식품 시장 규모는 2008년 2,450억 원에서 2014년 6,084억 원으로 생산액이 2.5배 증가하였으며, 국외에서도 2016년 냉동식품 시장 규모는 독일(10조 원), 영국(5조 원), 프랑스(4조 원), 이탈리아(4조 원), 스페인(2조 원), 네덜란드(1조 원) 등에서 냉동식품 소비가 꾸준히 증가하고 있다.

식품을 상온에 보관하면 내부에서 생·화학적 반응이나 미생물의 증식 등이 발생하여 식품의 변질과 변패 등이 일어나고, 장기보관 시 부패되어 식품으로서의 가치를 잃어버린다. 이러한 식품의 생·화학적 반응 및 미생물의 증식 등을 억제하여 식품의 장기저장을 위한 보존 방법으로 냉동이 많이 활용되고 있다. 냉동은 방부제를 첨가하지 않고도 얼리기 전 식품의 맛과 식감을 그대로 장기 보존할 수 있는 최상의 안전한 방법의 하나이지만 냉동과정 중 물의 상변화로 인해 조직이 파손되고 이로 인해 해동시 drip, 영양분 손실, 수분손실 및 변색 등의 품질저하가 발생한다(4). 이를 억제하기 위해 IQF(individual quick freezing)와 같은 급속동결기술이 식품의 품질을 향상시키기 위하여 활용되며, HMR 제품에도 다양하게 활용되고 있다.

1) 전기자장 급속동결

전기자장 급속동결(magnetic resonance quick freez-

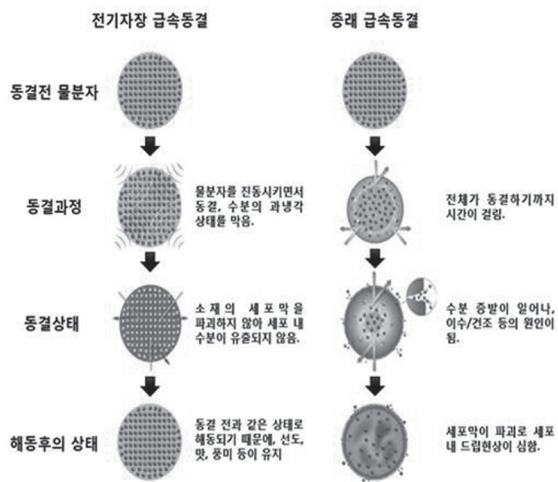


Fig. 1. 종래 급속동결과 전기자장 급속동결의 비교(8)

ing)은 자성 물질 주변에 형성되는 자기장과 전기를 이용한 것으로, ‘자성물질에 의해 생기는 자기장과 전기에 의해 생기는 외부 자기장 사이에 엔트로피를 유지하려는 성질인 ‘자기열량효과(magneto-caloric effect)’를 사용하여 온도를 떨어뜨려 냉동하는 것이다. 식품을 자장환경에서 에너지를 부가해 식품의 물 분자를 진동시키면서 수분의 빙결정화를 억제해 과냉각 상태를 유지하며 일정 온도 이하까지 온도를 강하시키기 때문에 식품 내·외부를 동시에 냉동하므로 식품의 냉동 시 물분자의 이동없이 식품의 세포 조직 파괴가 최소화될 수 있다(5,6).

전기자장 냉동의 장점은 식품의 저장 뿐만 아니라 식품 유통에 있어 자동화가 이루어 질 수 있다. 1인 가구가 증가하면서 냉동 가공 식품의 소비 또한 급격히 증가하고 있고, 냉동식품의 유통은 그만큼 중요시 되고 있으며 소비자들을 만족시키기 위해 품질의 유지가 가장 중요한 요인이다. 전기자장 냉동식품은 식품의 신선도를 유지할 수 있으며 다른 동결법보다 식품의 세포 조직의 파괴를 적게 할 수 있다는 장점이 있다. 특히 육제품에서는 수분을 보유하는 능력인 보수력이 중요한데, 내부 물

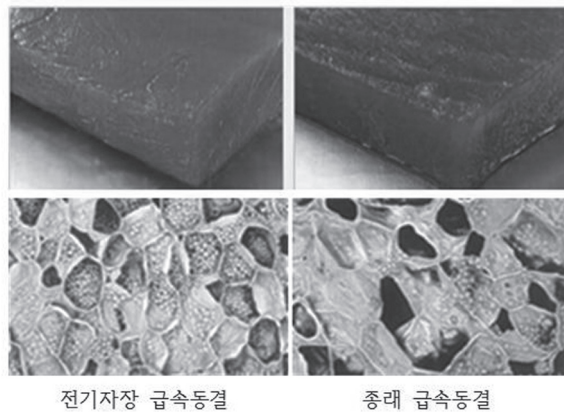


Fig. 2. 전기자장 급속동결과 종래 급속동결 식품의 해동후 품질 비교(8)

분자의 이동이 없기 때문에 보수력을 잃지 않게 되어 장기간 품질의 유지가 기대된다. 또한 수산식품에서도 생선의 사후 경직이 일어나기 전에 전기자장 냉동법을 활용하면 해동 시 드립의 발생을 줄일 수 있다. 이는 전기자장의 조절로 인해 수분 결정화를 최소화하여 세포막의 파괴를 억제함에 따라 드립을 최소화하여 신선한 상태를 유지할 수 있는 장점이 있다(7).

신선한 식재료의 안정적인 확보는 식품산업에서 가장 중요한 요소이다. 그러나 식재료의 자급률은 한계가 있으며 계절적인 요인도 있는 것이 사실이다. 전기자장 냉동기술은 소비자들이 요구할 경우에 언제든지 식재료를 제공할 수 있고, 식품의 품질변화를 억제하여 손실률을 최소화할 수 있는 냉동기술로 활용도가 높을 것으로 보여진다. 또한 지구온난화가 가속화되면서 많은 국가들이 이를 방지하기 위해서 많은 노력을 기울이고 있으며, 모든 냉동장치의 에너지 절약은 결국 온실가스의 배출을 절약하는 결과를 가져온다. 그러므로 냉동기술 또한 에너지 절약을 기본적으로 하는 방향으로 발전할 것이며, 향후 전기자장 냉동기술은 에너지 효율이라는 측면에서 대안이 될 수 있다(8).

Table 1. 초음파 냉동의 특징점(11)

방법	적용식품	특장점
식품 외부에 20-100 kHz의 초음파를 조사하여 물분자에 미약한 에너지를 전달하여 동결	광범위한 식품군에서 이용가능	<ul style="list-style-type: none"> - 균일한 크기의 결정체 형성 - 동결 속도 가속화 - 얼어붙은 표면의 결빙 방지 - 향미, 촉감, 경도 향상 - 쉽고 안전하게 작동할 수 있고 제어 가능 - 비용이 효율적임

2) 초음파 냉동

최근 식품산업에서의 활용이 크게 증가하고 있는 초음파는 높은 주파수 낮은 에너지의 진단 초음파 (5~10 MHz)와 낮은 주파수 높은 에너지의 초음파 (20~100 kHz)로 구분되며, 전자는 일반적으로 비파괴 검사, 공정 조절 및 품질 측정 등의 분석 수단으로 활용되는 반면 후자는 식품산업에서 비교적 새로운 분야로서 공정효율 증진 및 공정의 문제점 개선을 목적으로 기존의 가공기술을 대체하거나 보완하기 위해 활용되고 있다(9).

식품의 냉동시 초음파 처리는 핵 형성, 얼음결정 크기의 조절, 냉동속도 증진, 냉동식품의 품질 등에 영향을 미친다. 핵 형성은 새로운 결정의 형성으로서 동결공정의 최적화와 우수한 품질의 냉동식품 제조를 위한 주요 요인이다. 그러나 핵 형성은 자

발적이고 확률적이어서 핵 형성이 발생하는 온도를 예측하기 어렵다. 초음파는 고체식품 뿐만 아니라 액체에서도 핵 형성을 개시할 수 있고 좀더 높은 온도에서 핵 형성을 유도할 수 있으며 이에 의해 핵 형성의 확실성 및 반복성이 크게 증진된다. 또한 얼음결정의 크기와 분포는 냉동식품에서 중요한 품질 인자로서 냉동식품에서 얼음결정이 작고 고르게 분포하는 것이 바람직하다. 초음파가 좀더 높은 온도에서 핵 형성을 유도할 수 있는 특성에 의해 냉동식품에서의 얼음결정의 크기와 분포가 조절될 수 있다. 냉동속도는 얼음결정의 크기, 세포 탈수, 조직 구조에 대한 손상 등을 결정하기 때문에 냉동식품의 품질에 큰 영향을 미치는 요인이다. 냉동공정에서 상전이 단계에 초음파를 적용할 경우 냉동속도를 증진시켜 냉동시간을 크게 단축할 수 있고 이에 의해 더 작은 얼음결정을 생성시켜 냉동식품의 품질을 유지하는데 도움이 된다(10,11).

2. 해동

일반적으로 축육 등의 식품원료는 -20℃ 정도에서 냉동보존하고 있어 그대로의 상태로는 대단히 단단하게 동결되어서 가공이 곤란하기 때문에 해동을 하게 된다. -5~-1℃ 정도의 반해동 상태가 되면 절단 등의 가공이 용이하고 품질 저하도 방지할 수 있다. 이와 같이 반해동 상태로 하는 것을 완전 해동과 구별해서 템퍼링(tempering)이라고 부른

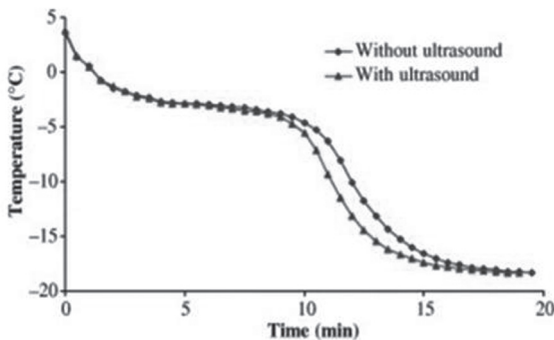


Fig. 3. 초음파 처리가 식품의 냉동속도에 미치는 영향(12)



Table 2. 해동기술의 특장점 비교(16)

해동기술	방법	특장점	단점
마이크로파 해동	2,400~2500 MHz 사이의 주파수 대역을 이용한 파장을 냉동품에 조사하여 냉동품 내부의 물분자들의 마찰열을 이용하는 방식	- 공정 시간 단축 - 드립현상에 의한 손실 감소로 인한 경비 절감	침투력에 의하여 적은 용량의 식품에 이용되고 있으며, 대용량 식품에 이용에는 한계가 있음
고주파 해동	30~60 MHz 고주파를 전극 사이의 식품에 흘려 얼음 및 물의 분자운동에 의한 발열에 의하여 급속히 해동하는 방식	냉동 수산물에 대한 해동은 품질변화를 최소화하고 해동시간을 단축할 수 있어 현재까지 가장 적합한 해동방법	신선도 유지가 어려워 맛이 떨어지는 단점이 있음
원적외선 해동	투과성을 이용하여 식품의 표면과 심부의 분자들을 동시에 진동작용을 일으키도록 하여 온도를 동시에 상승시키는 방식	수분증발, 건조발생을 막아 식품의 맛과 향, 질감 등을 냉동 이전의 신선한 상태로 유지함	해동시 용기가 제한적일 수 있음
저온고습 해동	저온 고습시(3℃, 90%) 온도와 습도를 계절온도와 주위 온도에 관계없이 유지하여 제품이 마르는 현상을 방지	냉장고 안에서 해동하는 것으로 전체적으로 균일하게 해동되며 미생물 번식 또한 억제됨	해동 시간이 오래 걸림(5시간 이상)

다. 템퍼링은 고주파나 마이크로파를 이용한 전자파 해동이 적당하다. 전자파 해동은 마이크로파, 고주파를 식재료에 조사하여 단시간(초단위)으로 내부, 외부로도 균일하게 가열할 수 있기 때문에 식품에 변성을 일으키지 않고 풍미, 식감도 망가지지 않는다(13). 한편 완전 해동은 템퍼링 후에 계속 해동을 유지할 필요가 있는데, 고주파나 마이크로파의 이용은 효율이 나쁘고 게다가 수분 증발에 의한 품질의 열화를 초래하기 쉽기 때문에 저온 고습도해동이나 진공 증기해동, 유전자열 해동, 원적외 가열 해동 등이 적당하다(14).

해동공정에서 일반적인 방법의 가장 큰 문제점은 표면에 녹아있는 물이 얼음보다 열의 흡수가 쉽고 빠르기 때문에 내부에는 대부분이 여전히 냉동상태로 존재하게 된다. 즉 표면에서 먼저 해동이 되고 열의 흡수가 일어남으로써 중심 부위까지의 열 전달을 막게 된다. 그러나 마이크로파를 이용하게 되면 식품이 수분내에 약 -3℃까지 해동이 가능하고 표면의 수분 현상을 방지하여 성공적인 해동을 할 수 있다. 또한

이러한 장점 이외에도 드립현상에 의한 손실을 현저히 감소(5~10%)시켜 경비절감을 꾀할 수 있다(15). 마이크로파 처리는 작은 크기의 식품을 빠르게 해동하는 데는 적합하지만 다소 큰 크기의 식품을 해동하는 데는 만족스럽지 못하다. 이는 물의 높은 유전손실 인자 때문에 물이 얼음에 비해 더 빨리 가열되고 그 후 얼음이 용해되는 runaway heating이 일어나고 이에 의해 불균일한 해동 발생 및 제한적인 식품에의 침투가 발생하기 때문이다. 반면 고주파는 식품에의 침투력이 높고 가열 에너지의 생성량이 적기 때문에 균일하게 해동하기에 쉽고 runaway heating 문제를 최소화할 수 있다(16).

3. 열처리

열처리는 식품을 가공 저장하는 방법 중 가장 널리 사용되는 방법으로 식품 변패의 원인이 되는 미생물과 그 미생물이 가진 효소를 불활성화시킴으로써 식품의 변패를 방지해 저장성을 증진시키지만

Table 3. 주요 식품 매개성 병원균(17,18)

미생물	관련 식품	특징	살균방법
<i>Listeria monocytogenes</i>	채소류, 육류, 가금류, 해산물, 유제품 등	다양한 식품군에 광범위하게 생존 가능	가열, 고압살균, 건조, 훈제, 조사법(irradiation) 등
<i>Salmonella enterica</i>	육류 및 가금류, 해산물, 소스류, 샐러드 드레싱, 디저트, 최소 가공 과일 및 채소류	넓은 범위의 생장조건 (7-46°C, pH 4.4-9.4, 수분활성도 0.94 이상)	적절한 온도에서의 가열공정이 필요
<i>Escherichia coli</i> O157:H7	다진 고기, 샐러드, 잎채소, 과일	비료, 물, 장비 등을 통한 교차 오염의 가능성이 있음	조사, 증기진공, 멸균법
<i>Clostridium perfringens</i>	육류 및 가금류	내열성 포자 형성, 재가열 온도 변화에 따라 균의 성장 및 확산이 가능	- 가열살균, 냉장보관시간과 냉각속도가 중요함 - 화학적 살균법

식품의 영양가 손실이나 물성의 변화를 동반한다는 문제점을 가지고 있다. 식품의 변패 방지 및 안전성 확보를 위한 가장 보편적인 가공기술이 열처리 기술이며, 전통적으로 cook-chill, 수비드(sousvide), 저온살균(pasteurization), 멸균(sterilization) 등의 기술이 산업적으로 가장 많이 활용되고 있다(17,18,19). 최근에는 기존의 열처리 기술이 나타내는 식품의 변패 방지 효과는 물론 과도한 열처리에 의한 식품의 영양가 손실 및 물성의 변화를 최소화할 수 있

는 새로운 열처리 기술이 산업적으로 요구되고 이러한 기술들이 개발되어 상용화되고 있다. 새로운 열처리 기술은 열처리 기술과 비열처리 기술로 구분될 수 있다.

1) 열처리(thermal processing) 기술

옴 가열(ohmic heating)은 낮은 전압의 교차 전류를 식품 내로 흐르도록 하여 식품의 전기 전도성으로 인하여 식품 내에 열을 발생시키는 열처리 기술

Table 4. 전통적인 열처리 기술의 특징점(19)

열처리방법	방법	적용식품	유통기한	특장점	단점
Cook-chill	가열조리 후 즉각 냉각시킨 후 0-3°C에서 저장	냉장저장 식품	5일	- 저온가열 방식으로 풍미보존효과가 큼	- 유통기한이 짧음 - 식품 소비 전 재가열(70°C)이 필요
Sousvide	진공 파우치에서 부분적으로 가열조리(육류 내부 온도 70-80°C)	냉장저장 식품	6-42일 (평균 21일)	- 저온가열 방식으로 풍미보존효과가 큼 - 가열 전 진공포장으로 유통기한 연장	- Cook-chill processing 후 냉장보관
Pasteurization	미생물의 성장세포의 활성을 제어할 정도의 온도로 가열처리	산성 및 냉장식품	가열온도와 시간에 따라 다양함	- In-package/in-flow pasteurization	- Cook-chill processing 후 냉장보관 - 포자형성균 제거 효과 미미
Sterilization	포자형성균을 포함한 모든 활성 미생물을 제거할 정도의 온도로 가열처리	상온 보관 가능 식품	가열온도와 시간에 따라 다양함	- In-package/in-flow sterilization	- Overcooking에 따른 품질 저하→HTST/UHT로 개선 가능



Table 5. 음 가열의 특징점(20)

방법	적용식품	안정성	특징점	단점	상용화
전류를 식품에 흘렸을 때 생기는 전기저항을 열에너지로 전환시켜 가열	육류, 연육제품 (surimi), 건더기를 포함하는 스프, 스투, 과일시럽 등	포자형성균 비활성화	<ul style="list-style-type: none"> - 빠른 가열속도로 식품의 구조적, 영양적, 관능적 품질 저하를 최소화 - 육류의 경우 기존 가열공정보다 밝은 색을 유지 - Heating assembly를 공정 내 적용시키기 수월함 	식품성분에 따라 불균일한 열전도성을 가짐	UK, Italy, France, Mexico

로서 여러개의 전극이 장치된 관 속으로 식품을 투입하여 처리하게 된다. 신속하고 균일하게 열처리할 수 있으며, 식품내 미생물을 효과적으로 제어할 수 있다. 이 열처리 방법은 현재 일본과 유럽 등에서 과일의 살균을 위해서, 미국에서는 액상 계란의 처리를 위해 개발된 상업적 설비가 이용되고 있다. 식품의 데치는 과정, 증류, 수화, 발효 그리고 추출 등의 과정에 이용이 기대되며, 액화식품이나 미립자 식품 특히 인스턴트 식품, 과일, 채소 등의 살균이나 멸균 등에 이용될 수 있다(20).

마이크로파 가열(microwave heating)은 진동을 가진 전기 자기장 파장을 이용하여 물질에 열을 주는 방법으로 일반적으로 식품의 처리를 위하여 2450과 915 MHz의 두가지의 주파수가 주로 이용되고

있다. 식품내 물분자의 양극성 특성으로 인해 물분자가 높은 파장에 의해 진동되고 이 물분자의 진동에 의해 열이 발생하며, 식품내의 이온들 또한 진동에 의한 동요를 만들고 자기장을 형성함으로써 열을 생산한다. 마이크로파 가열은 기존의 열처리 방법과 비교했을 때 식품의 온도를 매우 빠르게 증가시키며, 원하는 온도를 만드는데 적은 시간이 소요된다. 특히 고체나 반고체 식품의 적용이 용이하며, 포장된 식품에서도 이용이 가능하다(21). 최근 AMT (advanced microwave technologies)와 IMS (industrial microwave system) 등의 업체에서 연속식 마이크로파 시스템을 개발하여 마이크로파 가열의 상용화 기술을 개척하였다.

Table 6. 마이크로파 가열의 특징점(21)

방법	적용식품	안정성	특징점	단점	상용화
915-2450 MHz 주파수 범위의 전자기적 파장을 이용하여 가열하는 방법	In-package식품 (식품특성에 맞는 microwave용 포장재 선택)	<i>C. sporogene</i> 포자 살균효과	<ul style="list-style-type: none"> - 빠른 온도 상승 효과, 열에 민감한 식품의 경우 고품질, 영양성분 보존효과 - 육류의 가열조리 시 mutagenic/carcinogenic heterocyclic aromatic amines 형성 감소효과 	<ul style="list-style-type: none"> - 다중성분 식품의 경우 불균일한 가열효과 - 초기 수분함량, 식품성분(e.g., salt, fat, etc.)의 영향이 큼 	915MHz, 2450MHz 연속식 마이크로웨이브 시스템(AMT, IMS)

Table 7. 초고압 처리의 특징점(22)

방법	적용식품	안정성	특장점	단점	상용화
100-1000 MPa의 고압처리	주스, 스무디, 말린 저민고기, 익힌고기, 소시지등	살균공정과 동일(단일 처리했을 경우 포자형 성균에는 제한적)	식품의 Fluid/ solid 형태, 크기, 포장 유무에 상관 없이 처리 가능	- Air를 포함하는 bread, cake, 또는 적은 수분함량의 spices, 건조 식품에는 적용불가 - In package food의 경우 고압용 포장재질 사용 - 연속식 공정 불가	Japan, USA, Europe (Hiperbaric, Avure)

2) 비열처리(non-thermal processing) 기술

식품 원료와 제품의 신선도를 최대한 유지하면서 유통기한을 연장하는 기술로 최근 가장 활발히 연구되고 있는 것이 최소가공기술(minimal process technology)이다. 최소가공기술은 식품 본래의 신선한 품질을 그대로 유지하면서 식품을 안전하게 보존할 수 있는 가공기술을 말한다. 현재 식품공업에서는 대부분 가열 조작이나 보존제의 첨가 등에 의한 방법으로 식품의 보존기간을 연장하고 있으나 가열조작의 경우 열에 의한 영양성분의 파괴, 식감의 변화, 향기성분의 손실 등 품질 손실을 피할 수 없으며, 소비자들의 거부감으로 인해 인공 보존료의 사용이 감소하고 있다. 이러한 기존의 방법에 대한 문제점의 해결과 기존의 방법으로는 살균이 어려운 신선식품 등에 대한 살균을 위해 새로운 기술

의 도입이 지속적으로 요구되고 있으며 다양한 비열처리 기술이 개발되고 있다.

초고압 처리 기술(high pressure processing, HPP)은 포장한 액체 또는 고체 식품이나 포장하지 않은 상태로 100~1000 MPa의 정수압으로 압력 처리하는 것으로 이 정도의 압력은 생체 고분자의 입체구조를 유지하는 비공유결합에만 영향을 주기 때문에 단백질, 전분, 핵산에는 영향을 주지만 비타민 등의 영양소나 풍미의 파괴를 일으키지 않는다. 반면 유용한 공유결합의 변화(가열향기의 발생이나 갈변화 반응 등)가 일어나지 않는 단점이 있지만 천연의 맛과 향을 그대로 유지할 수 있다는 것은 매우 큰 매력이다. 미생물에 초고압 처리를 하면 세포벽의 투과도가 변화하게 되고 효소와 리보솜 등이 파괴되며 핵도 영향을 받아 DNA의 복제와 전

Table 8. 초음파 처리의 특징점(24)

방법	적용식품	안정성	특장점	단점
20-100kHz의 초음파를 조사하여 미생물 세포를 파괴하거나 효소활성을 제거, 또는 세포 대사를 변형시키는 방법	다양한 식품에 적용가능	살균공정과 동일(포자 파괴 효과는 제한적)	- 가열, HPP*과 함께 처리하였을 때 효과증대 - 가열 또는 HPP에 소요되는 시간과 강도를 줄일 수 있음(에너지 저감효과) - 입자를 포함하는 식품의 경우 효과 증대 - 풍미감소를 최소화 - 균일한 살균	- Soluble solid 농도가 높을 경우 초음파 처리에 대한 protective effect (점도에 의한 영향이 있음) - Gram(+) 균은 초음파에 대한 내성이 존재 →가열처리 병행 필요

* HPP: high pressure processing

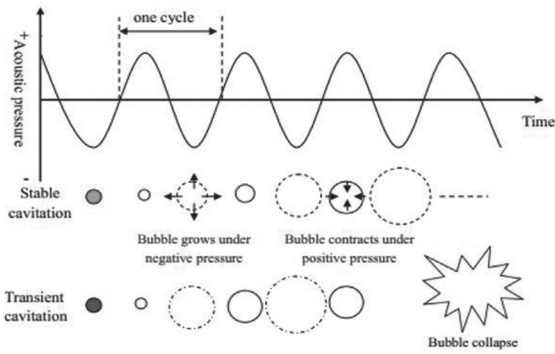


Fig. 4. 초음파 처리에 의한 미생물 살균 원리(9)

사가 제대로 일어나지 않게 되어 미생물이 사멸하게 된다. 또한 초고압은 포장의 크기나 모양에 상관없이 균일하고 순식간에 작용한다는 장점이 있다(22,23). 고품질, 최소가공식품에 대한 소비자의 요구가 커짐에 따라 비열처리기술의 개발은 계속 될 것이며, 비열처리기술 중 산업적으로 가장 발달한 기술이 초고압 기술이며 앞으로도 계속 발전할 것으로 예상된다.

초음파 파장은 음파가 순식간에 발생했을 때 액체에서 높은 온도와 압력을 수반하는 공기방울을 생산할 수 있다. 초음파의 항균 효과는 추진기 뒤에 생기는 진공현상(cavitation)에 기인하여 발생되며, 세포조직과 기능성 요소들을 파괴하여 결과적으로 세포의 용해를 일으킨다. 이 방법에 영향을 미칠 수 있는 요소로는 초음파 파장, 미생물의 종류, 처리되는 식품의 양, 식품의 구성 그리고 온도 등이 있다. 초음파는 비가열처리의 하나로 전통적인

가열공정 중에 일어날 수 있는 영양적, 관능적 품질 변화를 최소화하며, 공정의 편의성 및 친환경적으로 식품을 처리할 수 있는 방법으로 향후 다양한 활용이 기대된다(24). 그러나 이 방법이 단독으로 처리되었을 때 미생물에 충분한 저해를 일으키지 못하므로 주로 다른 식품보존방법들과 결합하여 사용된다. 전리된 가스상태인 플라즈마에는 전자, 양이온, 음이온, 자유 라디칼 그리고 자외선 광자 등을 포함한 반응성 화학종(reactive species)이 존재하고 있다. 반응성 화학종은 미생물 세포막을 통해 확산되면서 세포막의 지질과 단백질 그리고 세포 내의 DNA와 같은 거대분자들과 반응하여 미생물 세포를 손상시킨다. 저온 플라즈마 처리기술은 온도가 높지 않게 형성된 플라즈마를 이용하여 식품에 오염된 미생물을 저해시키는 기술로서(25,26) Plasmatreteat USA와 Anacail Ltd.가 저온 플라즈마 오존 발생기(cold plasma ozone generator)를 개발함으로써 상용화하였다.

4. 포장기술

HMR 시장이 확대되고 그 종류도 다양해지면서 가정대용식은 상품 자체뿐 아니라 상품 포장기술도 중요한 요소로 대두되고 있다. 최근 가정대용식 메뉴를 확장중인 식품업계에서는 HMR의 품질을 보호하고 그 가치를 높이기 위해 상품을 적합한 재료의 용기로 포장하는데 힘쓰고 있다.

현재 국내 HMR 시장을 선도하는 한식은 국물 배

Table 9. 저온 플라즈마 처리의 특징점(25,26)

방법	적용식품	안정성	특징점	단점	상용화
플라즈마에 포함된 하전된 입자와 반응성 입자, 그리고 UV photons에 의해 미생물 파괴	고체식품(e.g., 닭가슴살, 햄), 우유, 사과주스, 신선채소 등	<i>L. monocytogenes</i> , <i>E. coli</i> 살균	저온 플라즈마의 경우, 포자, 바이러스, 효모, 곰팡이 등의 넓은 범위의 미생물 살균에 효과가 있음	식품 영양성분, 화학적, 관능적 변화에 대한 연구가 부족함 설치 시 고비용 소모	Anacail (UK)

이스의 상품이 많으므로 용기에 담기가 쉽지 않은데 유통업체는 이러한 특징을 반영한 포장재를 개발하고 있다. 전자레인지에 데워도 모양이 보존되는 내열성과 음식의 국물이나 소스가 흘러나오지 않도록 하는 밀폐성은 기본적으로 갖춰야 하는 요건이다. 현재 가정대용식 포장방법 중에는 진공포장이 가장 보편적으로 사용된다. 실제로 판매되고 있는 국, 탕, 찌개류 같은 ready-to-heat (RTH) 형태의 간편식은 진공포장과 함께 특수 코팅 재질의 포장재를 사용, 외부 공기 유입을 막으며, 최적의 신선도를 유지하고 있다. 또한 최근 매출 상승세를 보이는 ready-to-cook (RTC) 형태의 반조리 상품은 재료의 신선함과 조리의 편리함을 강조한 포장을 적용중이다. 특히 고객이 집에서 직접 요리할 식재료를 볼 수 있게 투명 트레이로 상품을 덮는 등 HMR의 선도를 강조하는 방향으로 포장용기를 설계하는 추세다(27).

또한 쉽고 간편한 조리법과 함께 음식 본연의 맛을 얼마나 잘 살리느냐가 관건이 되고 있으며 소비자의 편의성을 높이는 포장 분야가 더욱 중요해지고 있다. 열전도율을 달리해 식재료별로 적합한 온도로 조리하는 기술, 포장을 개봉하지 않고 전자레인지에서 조리할 수 있는 ‘스킨포장’ 기술, 포장지 안에 수분을 보존한 채 조리할 수 있는 ‘스팀팩 포장’ 기술, 수증기를 배출해 휘파람 소리로 알려주는 ‘휘슬링’, 제품이 열을 받아 팽창했을 때 작은 구멍을 통해 수증기를 배출시키는 ‘수증기 배출 용기’ 등 다양한 포장기술을 적용한 제품들이 개발되어 출시되어 있다(28).

식품의 포장은 식품 내외에서 발생할 수 있는 생물학적, 화학적, 물리적 품질의 저하를 방지하여 소비자에게 고품질의 상품을 제공하는 기능을 지닌다. 이러한 최적의 품질을 유지하기 위하여 여러 포장기법이 적용되어 왔지만 식품은 유통이나 소비 단계에서 다양한 장소에서 분포하기 때문에 식품

의 통합 관리가 매우 어렵게 된다. 또한 최근 소비자들은 최종적으로 구매되는 식품의 안전성과 품질을 확인할 수 있는 방법을 요구하고 있는 실정이다. 이러한 공급자 및 소비자의 요구를 해결해 줄 수 있는 포장기술을 포괄적으로 스마트 포장이라고 한다(29). 스마트 포장기술은 현재 일부의 HMR 제품에 적용되고 있고 향후 HMR 제품의 품질을 향상시키기 위해 더욱더 적용이 증가할 것으로 기대된다.

스마트 포장의 핵심기술로는 지시계(indicator)와 radio frequency identification (RFID) 기술을 들 수 있다. 지시계는 품질을 색깔의 변화로 나타내 주는 기술로 온도와 시간의 이력을 알려주는 시간-온도 지시계(time-temperature indicator)와 선도 지시계(freshness indicator)가 대표적이다. RFID 기술은 바코드를 대신할 차세대 포장기술로 식품의 이력 및 품질상태를 실시간으로 알려줄 수 있는 중요한 포장기술이다.

라벨과 비슷한 모양으로 포장의 표면에 부착되는 시간-온도 지시계는 저장과 유통과정 중 제품이 겪는 온도이력에 따라 변화하는 품질지표 변화에 상응하는 색 변화를 일으킨다. 이러한 색 변화는 냉장 및 냉동식품이 겪는 온도변화의 영향을 정량적으로 표시하게 되며, 특히 온도 관리가 제대로 안되었을 경우 경고를 보여주는 유용한 역할을 수행한다(30,31). 시간-온도 지시계의 발색현상은 라벨이나 태그(tag)에 담겨있는 기질의 물리적 화학적 변화에 연계되어 일어나며 이러한 변화는 온도에 상응하여 비가역적으로 발생한다. 식품포장에 부착된 시간-온도 지시계는 단순히 날짜로 표기되는 유통기한 대신 제품의 품질에 관한 정보를 제공하고 온도 관리의 건전성에 대한 확신을 부여할 수 있다(30).

시간-온도 지시계는 식품의 유통기한 또는 저장과 유통과정 중 상품이 겪는 온도이력을 나타내지만 보다 구체적이고 실질적인 품질 지표는 제공하지 못하는 단점을 지닌다. 또한 식품포장에 붙어 있

기 때문에 포장 전의 상품관리에 대한 정보는 제공할 수 없다. 이를 개선하기 위한 선도 지시계는 포장된 식품의 미생물적 품질이나 대사에 관련된 품질을 표시하며 식품의 실질적인 변질을 실시간으로 알려준다. 즉, 선도 지시계는 부패 동안에 발생할 수 있는 품질 변화를 실시간으로 표시한다. 선도 지시계의 원리는 식품의 미생물적 품질을 나타내는 지표 대사산물을 감지하는 기작에 기초한다. 선도와 관련되어 감지될 수 있는 화학물질은 포도당, 유기산, 에탄올, 휘발성 염기질소(ammonia, dimethylamine, trimethylamine), 아민류(histamine), 이산화탄소, ATP 분해 산물, 유황화합물(H₂S) 등을 들 수 있다. 이러한 성분의 증가나 감소가 선도를 나타내는 지표로 사용된다. 색도 변화를 유발하는 염료는 중요한 변수로서 sulfonphthalein 계열이 주로 사용되고 있다(32).

결론

국내 HMR 시장은 1981년 오투기 3분카레로 시작하여 2000년대 초반 형성되었으나 국과 탕을 선호하는 한국 고유의 식문화와 가공 기술 부족, HMR 제품에 대한 거부감 등으로 인해 크게 성장하지 못했다. 하지만 1인 가구의 급격한 증가와 여성의 경제참여율 증가 등 사회 구조적인 변화와 이에 따른 식생활의 외부화, 공급자의 적극적인 시장 확대 전략으로 급격히 성장하고 있다. 이와 더불어 HMR이 간단하게 한끼 식사를 해결할 수 있는 즉석 편의식품이 아닌 어머니의 정성이 깃든 제대로 된 한끼 식사 개념으로 변화하면서 최고의 품질을 갖춘 가공식품의 대명사가 되고 있다. 이를 위해 품질 향상 및 품질 변화의 최소화를 위한 기술이 접목되고 있으며 앞서 서술한 냉해동기술, 열처리기술, 포장기술 등의 다양한 가공기술들이 활용되고 있거나 향후 활용될 것으로 기대된다.

향후 개발될 것으로 예측되는 HMR 제품 및 기술은 영양적 측면, 환경 및 안전성 측면에서 전망해 볼 수 있다. 영양적 측면에서는 저염, 저당, 저지방, 고식이섬유 등의 건강식 HMR 개발, 기능성 성분 강화 프리미엄 HMR 개발, 관능적, 영양성분 보존을 위한 전자레인지 대체 HMR 조리기술 개발, 실버식, 유아식, 환자식 등 맞춤형 HMR 개발 등이, 환경 및 안전성 측면에서는 친환경 식재료 또는 로컬푸드 활용 HMR 개발, 에너지 저감 및 친환경 살균기술의 개발 및 상용화, 환경친화적 포장재 소재 개발 및 상용화, 식품 안전성 확보 기술(이물질 검출 기술, 전자레인지 내열성 필름 등) 개발 및 상용화, QR 코드 및 RFID를 이용한 HMR 식재료 조리 과정 정보 제공 등이 이루어질 것으로 전망된다.

참고문헌

1. Kim JY, Song HJ, Park SS. Segmentation of the home meal replacement(HMR) market by life cycle: The case of S department store in Kang-nam, Seoul. *J. Foodservice Management* 8: 137-154 (2005)
2. 한국농촌경제연구원. 가정식 대체식품(HMR) 산업의 현황과 정책과제 - 가공식품을 중심으로 (2015)
3. Kwon TS, Lee YN, Choi W. HMR selection motive and behaviorism by lifestyle type. *J. Hotel Resort* 4: 395-408 (2005)
4. Lagerstedt A, Enfalt L, Johansson L, Lundstrom K. Effect of freezing on sensory quality, shear force and water loss in beef *M. longissimus dorsi*. *Meat Sci.* 80: 457-461 (2008)
5. Kim YB, Woo SM, Jeong JY, Ku SK, Jeong JW, Kum JS, Kim EM. Temperature changes during freezing and effect of physicochemical properties after thawing on meat by air blast and magnetic resonance quick freezing. *Korean J. Food Sci. An.* 33: 763-771 (2013)
6. Ulf E, Elin K, Tora B, Hanne D, Marte S, Tore SS, Ida GA. Quality of atlantic cod frozen in cell alive system, air-blast, and cold storage freezers. *J. Aquatic Food Product Technol.* 25: 1001-1020 (2016)
7. Iwasaka M, Onishi M, Kurita S, Owada N. Effects of pulsed magnetic fields on the light scattering property of the freezing process of aqueous solutions. *J. Appl. Phys.* 109: 07E320 (2011)
8. 최윤상. 식품학적 접근방법에서 바라본 전기자장 냉동기술. *한국식품냉동기술소식지* 2017(1) 11-18 (2017)
9. Rastogi NK. Opportunities and challenges in application of ultrasound in food processing. *Crit. Rev. Food Sci.* 51: 705-722 (2011)
10. Cheng X, Zhang M, Xu B, Adhikari B, Sun J. The principles of

- ultrasound and its application in freezing related processes of food materials: A review. *Ultrason. Sonochem.* 27: 576-585 (2015)
11. Zheng L, Sun DW, Innovative applications of power ultrasound during food freezing processes-a review, *Trends Food Sci. Technol.* 17: 16-23 (2006)
 12. Li B, Sun DW. Effect of power ultrasound on freezing rate during immersion freezing. *J. Food Engineer.* 55: 277-282 (2002)
 13. Erdogdu F, Altin O, Marra F, Bedane TF. A computational study to design process conditions in industrial radio-frequency tempering/thawing process. *J. Food Engineer.* 213: 99-112 (2017)
 14. Ku KH. Recent technology of refrigeration and thawing method in food industry, *Bull. Food Technol.* 22: 731-741 (2009)
 15. Kum JS, Lee CH, Han O. Effects of Height for Microwave Defrosting on Frozen Food, *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.* 27: 109-114 (1998)
 16. Uyar R, Bedane TF, Erdogdu F, Palazoglu TK, Farag KW, Marra F. Radio-frequency thawing of food products – A computational study. *J. Food Engineer.* 146: 163-171 (2015)
 17. Kiranmayi CB, Krishnaiah N, Mallika EN, Escherichia coli O157:H7-An emerging pathogen in foods of animal origin, *Veterinary World* 3: 382-389 (2010)
 18. Mataragas M, Bellioc FR, Astegiano S, Decastelli R, Coccolin L. Risk-based control of food-borne pathogens *Listeria monocytogenes* and *Salmonella enterica* in the Italian fermented sausages Cacciatore and Felino. *Meat Sci.* 103: 39-45 (2015)
 19. Grahame W. Method for preservation and extension of shelf life, *Intern. J. Food Microbiol.* 33: 51-64 (1996)
 20. Knirsch MC, Alves dos Santos C, Augusto Martins de Oliveira Soares Vicente A, Vessonni Penna TC. Ohmic heating - a review. *Trends Food Sci. Technol.* 21: 436-441 (2010)
 21. Chandrasekaran S, Ramanathan S, Basak T. Microwave food processing-A review. *Food Res. International* 52: 243-261 (2013)
 22. 박지용. 초고압 살균 가공 기술. *식품공업* 210: 9-23 (2009)
 23. 김영호. 초고압 살균기술과 식품포장. *포장정보* 10: 97-105 (1994)
 24. Fonteles TV, Costa MGM, de Jesus ALT, de Miranda MRA, Fernandes FAN, Rodrigues S. Power ultrasound processing of cantaloupe melon juice: Effects on quality parameters. *Food Res. International* 48: 41-48 (2012)
 25. Kim JE, Kim IH, Min SC. Microbial decontamination of vegetables and spices using cold plasma treatments. *Korean J. Food Sci. Technol.* 45: 735-741 (2013)
 26. Oh YJ, Lee H, Kim JE, Lee SH, Cho HY, Min SC. Cold plasma treatment application to improve microbiological safety of infant milk powder and onion powder. *Korean J. Food Sci. Technol.* 47: 486-491 (2015)
 27. 리테일매거진. 간편식 포장기술의 진화. Available from: http://www.retailing.co.kr/article/a_view.php?art_idx=2056#. Accessed Jun. 28. 2017.
 28. 매일경제. 간편하게 음식맛 살리는 포장기술 경쟁. Available from: <http://news.mk.co.kr/newsRead.php?no=513619 &year=2017>. Accessed July 31. 2017.
 29. Her JY, Lee SM, Kim SW, Lee KG. Smart packaging technology: Time-temperature indicator and freshness indicator. *Food Sci. Ind.* 43: 2-13 (2010)
 30. Lee DS. Smart food packaging. *Food Ind. Nutr.* 11: 34-41 (2006)
 31. Lee JM, Lee SJ. Kinetic modeling for predicting the qualities of beef and color of enzyme time-temperature indicators during storage. *Food Engineer. Progress* 12: 241-246 (2008)
 32. Kerry J, Butler P. Smart packaging technologies for fast moving consumer goods. In: *Smart Packaging Technologies for Fish and Seafood Products*. Diamond D(ed). John Wiley & Sons, West Sussex, England. pp. 75-98 (2008)