

방사선 기술을 이용한 특수식품 개발 현황

신 정 규

전주대학교 식품산업연구소장

전주대학교 문화관광대학 전통음식문화전공

1. 서 론

경제적 수준이 향상되고 건강에 대한 관심이 점점 커지면서 소비자들은 식품의 안전성(safety), 편의성(convenience), 그리고 품질 또는 가치(quality or value)를 중요시하고 이는 바로 식품을 선택하는 기준이 되고 있다. 특히 근래들어 다양한 식품관련 식중독 사고가 발생하면서 식품의 안전성에 대한 소비자들의 관심은 더욱 높아지고 있으며, 식품업계에서는 식품으로 인한 질병 예방과 위생적이고 고품질의 식품을 생산하기 위한 식품 저장 및 가공 기술의 개발을 시급히 요구하고 있다. 지금까지 식품의 안전성을 확보하기 위한 기술로 대부분 열처리에 의한 가열 살균을 적용하여 왔으나, 열처리 공정은 영양성분의 파괴, 향미의 손실, 색택 및 조직감의 변화 등에 의한 기호도의 감소를 피할 수 없으며, 대체방법으로 선택되고 있는 화학적 물질 처리도 효과, 비용, 건전성 및 환경적 측면에서 문제점이 지적되면서 이를 극복할 수 있는 기술의 필요성이 대두되고 있다(1).

최근 식품의 새로운 가공 기술로서 사용 범위가 확대되고 있는 방사선 조사기술은 세계보건기구에

서 이미 건전성과 안전성이 승인되어 있으며, 식품의 포장이 끝난 후에도 연속처리가 가능하여 살균 처리 후에 재포장에 의한 2차 오염을 방지할 수 있고, 열처리 공정에 비해 에너지의 효율성이 높고, 저온에서 처리가 가능하여 식품의 품질 손실의 최소화 할 수 있으며, 미생물 뿐만 아니라 해충을 제거할 수 있고, 유해성분의 생성이나 잔류성분이 남지 않는다는 장점을 가지고 있다. 식품에 대한 방사선 조사는 주로 발아 및 발근의 억제, 해충의 제거, 기생충 방제 및 병원균, 부패균등의 미생물 제어를 통해 식품의 저장 및 안전성을 확보할 수 있는 수단으로 이용되고 있으며, 이 이외에도 생명공학기술과의 융합을 통해 식품내 화학적 유해성분의 제거, 고기능성 신소재 개발 등의 연구가 진행되고 있다. 그리고 최근 들어서는 우주식품, 군용 전투식품, 환자용 식품, 비상재난용 구호식품 및 등산 등의 레저 식품등의 특수 식품의 개발에 적용되고 있다(2).

본 원고에서는 방사선 조사 기술을 활용한 특수 식품 개발 현황과 향후 전망에 대해서 살펴보고자 한다.

II. 방사선 조사 기술

방사선 (식품) 조사 기술은 식품 또는 식품재료를 본래의 상태에 가깝게 보존하거나 위생적 품질을 개선할 목적으로 방사선 에너지를 식품에 일정시간 노출시켜 살균, 살충, 생장조절, 물성개선 등의 효과를 거두는 기술이다. 식품의 생산과 제조에는 광합성, 일광건조, 마이크로파 가열, 자외선 살균, γ 선/전자선/X선 등 여러 형태의 방사선 에너지가 다양하게 이용되고 있으나 보다 전문적인 의미에서 방사선 (식품)조사 기술이란 파장이 상대적으로 짧은 γ 선, 전자선(electron beam, 10 MeV 이하) 및 X선 (5 MeV 이하)을 이용한 식품 처리를 말한다. 이들 방사선 가운데 식품 및 공중보건산업에서 활용되고 있는 비율은 대략 감마선이 80%이상, 전자선이 20%미만을 차지하고 있으며, X선은 진단용을 제외하고는 아직까지 실제적인 이용에는 한계가 있다(3, 4). 식품에 조사되는 방사선 조사량은 흡수선량(absorbed)으로 나타내며, 사용되는 단위는 그레이(gray, Gy)이다. 여기서 1 Gy는 100 rad이고 1 joule/kg에 해당된다. 이 때 1 rad(radiation absorption dose)는 피조사체의 종류에 관계없이 물질 1g당 100 erg의 방사선 에너지를 흡수하였을 때를 의미한다.

방사선 조사 기술은 현재 식품의 위생화 및 안전 저장유통을 위한 식품가공산업, 난치성 질환의 진단 및 치료, 고품질 신기능성 소재 생산, 고품질 식품종 및 유전자원 확보등의 다양한 분야에 응용되고 있으며 그 적용범위가 점차 확대되고 있는 상황이다(5).

III. 특수식품의 개발 현황

1) 우주식품

우주식품이란 말 그대로 우주선, 우주정거장 및

달, 화성 등의 행성에 건설하게 될 우주기지 등 우주공간에서 우주인이 섭취할 수 있도록 만든 식품을 말한다. 우주식품은 우주선에 실려 우주로 발사되기 때문에 무게가 가벼워야 한다. 현재까지 개발된 대부분의 식품은 우리가 집에서 먹는 컵라면과 같이 수분이 제거된 건조된 상태이며, 이러한 건조된 형태의 식품을 우주에서 섭취하기 위해서는 뜨거운 물을 부어 복원시켜 먹을 수 있다. 그렇지만 우주공간에서 공급되는 뜨거운 물은 온도가 낮기 때문에 (70℃) 우주식품은 낮은 온도에서 쉽게 복원되는 특성이 있어야 한다(6, 7). 또한 일반 음식에는 식중독균, 발효균, 부패균 등 다양한 미생물이 존재하는데, 아무리 우리 몸에 이로운 젖산균이라하더라도 우주공간에서는 위협적인 존재가 되어 우주인의 건강을 위협할 수 있기 때문에 우주식품은 무균 상태이어야 한다(8).

현재 우주 식품은 미국, 러시아가 주도적으로 개발하고 있으며, 그 이외에 일본, 유럽, 중국 등에서 개발하고 있으며, 우리나라도 최근까지 8종의 우주 식품을 개발하였다.

미국은 미우주항공국 (NASA)의 주도하에 미 육군 Natick 연구소와 공동으로 1960년대부터 방사선 조사기술을 핵심기술로 하여 우주식품을 개발하기 시작해서 1995년에는 FDA로부터 우주프로그램에서 사용할 냉동, 포장 식육제품에 방사선 조사를 승인 받았으며, 식육의 멸균을 통해 우주식 스테이크 및 BBQ를 개발하였다.

러시아의 경우는 대부분 진공 포장된 동결건조식품 또는 알루미늄 캔에 포장된 10% 이하의 수분을 함유한 식품들이다. 러시아는 우주식품의 방사선 조사선량에 대한 규정은 없으나 엄격한 미생물 규격을 가지고 있다. 포장형성균이 식품 g당 10 CFU 이하, 혐기성균은 식품 5 g에서 검출되면 안되며, pH가 4.2이하의 식품의 경우 효모와 곰팡이 역시 식품 2 g에서 검출되면 안된다.

일본, 유럽등은 국제우주정거장 건설을 위한 모

들을 제작중에 있으며, 이를 위해 자국 우주인이 섭취할 우주식품 개발을 활발히 진행하고 있으며 중국도 우주식품개발에 박차를 가하고 있다.

우리나라의 우주식품 개발 연구는 한국원자력연구원 방사선 과학 연구소에서 미국 NASA 및 러시아 IBMP와의 국제공동 연구를 진행하고 있으며, 지금까지 김치, 라면, 생식바, 수정과, 미역국, 미역국, 전주비빔밥, 음료, 용기 등 8종의 제품이 개발, 인증되었다(9).

2) 군용전투식품

전투식품은 인간의 가장 기본적인 식생활을 충족시켜주고 만족할만한 상태로 유지시켜 줌으로서, 전투의 효율을 유지하는데 있다. 이러한 전투식품을 개발하는 경우에는 단순히 식품을 개발하는 측면뿐만 아니라 전략적 측면, 산업적 측면, 군 급식 체계등의 고려가 있어야 하며, 또한 식량의 종류, 형태, 영양성, 휴대성, 기호성, 폐기성, 경제성등이

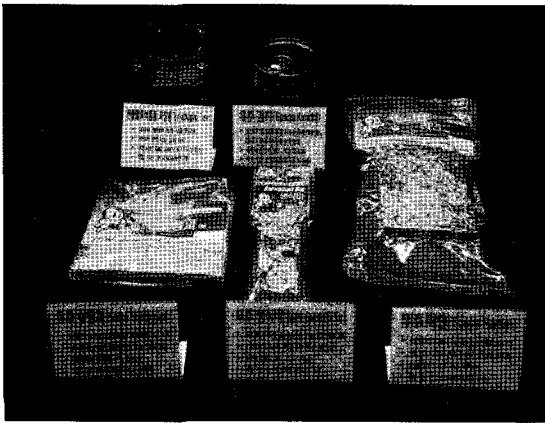


Fig. 1. Photographs of Korea space foods developed by Korea Atomic Energy Research Institute

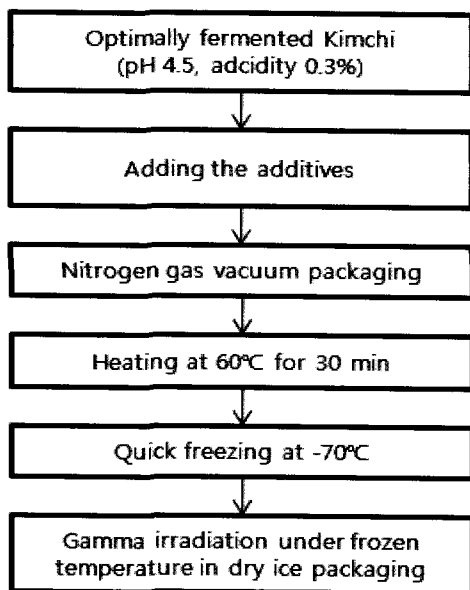


Fig. 2. Manufacturing processes of space kimchi.

모두 종합적으로 고려되어야 하다. 특히 미래의 전투식품은 작전속도의 증가와 다양한 작전형태에 대응하고, 전쟁의 환경에 부합하는 방향으로 설계가 필요하며 이를 위해서는 식량·포장방법 설계, 식량가공·포장재 제조기술, 그리고 장기 저장성과 위생 안전성의 확보가 필수적이다.

선진국의 군에서는 전 세계의 다양한 작전환경에 부합하고, 포장과 수송 편의성이 향상된 다양한 형태의 표준화된 전투식품을 개발하여 식단을 구성하고 있는데, 여기에 방사선 기술을 통해 멸균으로 장기간 저장 가능하고 고유의 맛을 유지한 제품의 개발이 연구되고 있다. 미 육군 (Natick Inst.)과 NASA는 2001년에 이미 방사선 조사 기술이 적용된 식품을 야전에 급식으로의 적용에 대한 실험을 하였으며, 그 범위를 확대하고 있다. 국내의 경우에는 2005

년에 한국원자력연구소와 육군이 상호협력협약 체결을 통해 군 급식체계 구축과 미래 한국형 전투 식량 개발등 국군 비무기 체계 분야에 방사선 기술을 이용한 연구개발 및 실용화에 대한 연구사업을 진행하기 시작하여, 현재 우주식품으로 개발된 우주 비빔밥, 우주김치, 우주 생식바 등을 활용한 신개념의 전투 식품이 개발 중에 있다(10).

3) 환자용 식품

환자용 식품은 특정 질병으로 인하여 일상식을 섭취하기 어려운 환자들에게 공급할 목적으로 제조된 식품으로서 무균식 또는 유동식의 형태로 제조되고 있으며, 지금까지는 주로 죽이나 음료의 형태로 주로 곡물에 열처리를 통해 흐를 정도의 점성을 부여하고 소화가 용이하도록 개발되어 왔다. 그러나 이러한 식품의 경우 과도한 열처리를 통한 관능 및 기호도의 감소로 환자들의 음식에 대한 만족도를 충족시키지 못하고 있다.

최근의 연구에 의하면 전분에 방사선을 조사할 경우 점성을 줄이고 호화온도를 낮출 수 있으며 소화율이 증가하는 특성을 가지게 되어 이를 환자식품에 적용할 경우 미생물이나 기타 위해 요소에 안전하면서도 열량 밀도가 높은 *semi-fluid high-energy food(SHEF)*의 개발이 가능할 것으로 보인다.

네덜란드의 경우 면역결핍 환자를 위한 완전멸균식에 방사선 조사를 허가하고 있으며, 영국도 방사선 멸균 병원식에 대한 제한 없는 방사선 조사를 허가하고 있다. 미국에서는 이미 1974년부터 방사선 조사식품을 환자에게 제공해 오고 있다. 국내의 경우에는 아직 환자식에 방사선 멸균 식품의 제공이 되었다는 보고는 없으나 최근 FAO/IAEA에서 시작한 “면역억제 치료환자를 위한 clean food 개발”의 국제공동연구과제에 우리나라가 참여하는 등 방사선 조사를 활용한 환자용 식품 개발에 대한 연구가 진행되고 있다.

방사선 조사 기술에 의한 특수식품의 개발은 최

근 들어 비상 재난용 구호식품이나 고지대 산악지역이나 레저용 식품의 개발에도 그 영역을 확대하고 있다. 비상 재난시나 고지대 산악 지역의 경우 상황의 특수성으로 인하여 즉석에서 간편하게 취식이 가능하여야 하며, 미리 생산하여 비축해야 하기 때문에 장기 저장이 가능하여야 하는데 이미 적용하고 있는 우주식품 개발 기술이나 전투식량 개발 기술이 적용 가능할 것으로 보인다.

이 이외에도 방사선 기술은 식품내 알려지 저감 또는 제거, 식품내 유해 물질인 N-nitrosamin 및 잔류 아질산염, Biogenic amine의 저감등을 통한 안전한 식품 개발에도 적용되고 있으며, 고선량 조사에 의한 식품 품질의 저하 가능성을 극복하기 위해 기타 다른 비가열 기술과의 병합 처리를 통해 보다 안전하고 위생적인 식품의 개발에 적용 영역을 확대하고있어 향후 일부 특수식품뿐만 아니라 고품질의 일상 제품 개발에도 기여할 수 있을 것으로 기대된다.

IV. 참고문헌

1. 신정규, 김보라, 김애진 : 전기 에너지를 이용한 비가열 식품가공 기술. 식품과학과 산업. 43(1), 21-34 (2010)
2. 이주운 : 방사선 기술의 식품산업에의 이용 및 안전성 관리. 식품과 기계. 11, 20-44 (2005)
3. 권중호 : 식품방사선조사기술의 실용화와 조사 식품의 확인. 식품과학과 산업. 36(1), 50-55 (2003)
4. 방사선과학연구회 : 방사선과학개론, 205-215, 청구문화사 (2010)
5. 신정규 : 방사선 기술을 이용한 특수식품 개발 동향. 방사선 조사식품 진흥 공동 심포지움 초록집, 95-109 (2010)
6. 이주운 : 방사선 기술을 이용한 한국형 우주식

- 품개발현황 및 전망. 식품저장과 가공산업. 6(2), 60-67 (2007)
7. Bourland, C.T., Fohey, M.F., Kloeris, V.L. and Rapp, R.M. : Designing a food system for space station freedom. Food Technol., 43, 76 (1989)
 8. De Bruyn : Prospects of radiation sterilization of shelf-stable food. In: Irradiation for food safety and quality. (eds) Loaharanu, P. and Thomas, P. Proceedings of FAO/WHO International conference on ensuring the safety and quality of food through radiation processing. Technomic Publishing Co., Inc., Lancaster. pp. 206-216
 9. 이주운 : 방사선 조사 기술을 활용한 한국형 우주식품. 식품산업. 80-93 (2008)
 10. 변명우, 조철훈, 이주운 : 특수목적식품 개발과 식품생명공학과와의 융합기술로서 방사선의 이용. 식품세계, 5, 113-119 (2004)