

방사선 식품조사에 관하여 2

김 희 선

한국전력공사, 방사선보건연구센터

운 재 호

국립 수의과학검역원

II. 세계 각나라의 방사선 식품조사 관련 연구·개발 실태 및 우리나라 수의·축산분야의 현황

II. 각국의 개발현황

앞서 설명하였듯이, 유럽에서 시작되었던 식품조사 관련연구는, 바다를 건너 미국에 의해서 기초 연구단계로부터 산업적, 공업적 이용을 위한 개발로 발전되었다. 1960년에는 방사선 이용에 관한 미국의 국가계획을 변경시켜, 완전살균을 주 목적으로 하는 고선량조사와 저선량조사 연구계획이 동시에 진행되게 되었다. 1963년에 완전살균선량 4, 5~5, 6Mrad로 베이컨 조사가 법적으로 허가 된 것을 계기로, 이 신기술을 산업적 수단으로 이용하려는 목적으로 미국정부는 각종 연구계획을 적극적으로 진행 시키게 되었다. 1970년대에는 법적 허가 품목수의 증가와 대량조사 경험을 통하여 공업화에 필요한 데이터를 축적하는 일에 심혈을 기울였다.

이런 결과로, 1.3Mci의 ^{60}Co 선원, 24MeV~18KW의 전자가속기에 의한 다양한 경험을 통하여, 식품조사의 연구와 개발에 있어서 미국이 세계의 중심이 되게 되었다. 그 이외에, 대형 ^{60}Co 선원이 수산물용(250,000Ci), 곡물용(20,000Ci), 열대과일용(30,000Ci)으로 건설되었으며, 이동식선원도 시험적으로 제작되었다.

1966년에는 최초로 15톤의 베이컨에 대량으로 조사되었고, 1968년에 연간300부터 5,000파운드의 육류를 조사 할 수 있는 능력을 갖춘 공장을 민간기업이 만들게 정부가 도움을 주었다. 이 중요성의 하나는 상업적 규모로 전면조업을 함으로써 실제적 조건 아래서 방사선조사가 진행되어 간다는데 있다.

캐나다도 미국과 마찬가지로, 일찌기부터 근채류의 발아방지, 과일-육류의 저선량처리, 조사장치 개발을 포함한 많은 연구를 수행하여 왔으며, 특히 이동식선원차에 의한 대규모 실험을 포함하여 감자의 발아억제에 큰 성과를 거두었다.

구주에서는, 영국을 시작으로, 프랑스, 독일, 네델란드, 벨기에등 다수 나라가 시민용의 저선량조사 연구를 하고 있다. 그 가운데, 1964년, 구주 원자력기관, 국제 원자력기관, 오스트리아 원자력공사, 미국, 캐나다 그리고 일본이 협력하여 6개년간 국제적인 연구를 추진하여 주목을 받았다. 과즙을 모델물질로, 식품조사에 필요한 기초적 지식을 얻는 것을 목표로 하였는데, 생화학, 식품공학적 관점으로부터 조사 후 효과를 관찰하였을 뿐만 아니라 동물실험에 의한 영향평가도 수행하였다.

구소련에서도, 근채류, 곡류, 과일, 채소류, 육류, 수산식품등 많은 품목에 대하여 활발한 연구가 진행되어 표2처럼 다수 품목이 시험적으로 또는 전면적으로 방사선 조사가 허가되었다.

그 가운데, 근채류의 발아억제가 1958년 세계 최초로 허가되었다. 구소련의 연구의 특징은, 과일, 채소류의 방사선 조사에 의한 보존효과, 또는 근채류의 발아억제에 있어서 생화학적 기초와 조사기술 사이의 연관성에 관심을 두

고 독자적 입장에서 기초-응용양면의 연구를 계속적으로 수행 하였다는 것이다. 예를 들어 감자에 대한 방사선조사의 영향을, 발아시 핵산의 활동, 에너지대사 측면으로부터 검토하여, 발아억제 효과를 확실하게 하기 위해서는 수확 후 2주간20℃에 놓아 손상부위를 회복시킨 다음에, 저장온도를 5℃로 낮추고, 약4개월 계속되는 휴면기간중에 100,000rad조사하는 것을 주장하고 있다. 이렇게 처리된 감자는 적어도 일년이상 실온저장이 가능해, 다음 수확기까지 연결 할 수 있게 된다는 것이다.

일본에서는 1960년대부터 연구가 진행되어 감자, 양파의 발아억제, 쌀의 살충을 시작으로 점차적으로 농-축-수산물등 다수품목이 선정되어 조사효과, 유해성 양면에 대한 실험이 종합적으로 수행되어 왔다. 또한 모든 연구-개발과정에서부터 법적허가에 이르기까지 모든 비용을 국가가 부담하고 있으며, 산업화와 실용화를 추진하는 것이 최종 목표이다. 그 최초의 실험으로서, 1970년대에 호카이도산 감자와 양파 약 27톤이 일본원자력연구소, 다카사키연구소에서 조사되어, 그 대부분이 후생성 연구기관에 의해서 3년에 걸쳐서 동물 실험용 사료로 조제된 다음, 일부는 조사효과를 화학적, 생화학적, 미생물학적 실험을 통하여 연구하기 위해, 대학, 연구소에 보내졌다.

12. 조사식품의 안전무해성 (Wholesomeness)

“Wholesomeness”라고 하는 까다로운 단어는, 조사식품이 인간에 대하여 안전무해할까 그렇

지 않을까의 문제에 대하여, 이 분야에서 사용되는 관용어인데, 여기에는 두가지의 측면이 있다. 방사선처리에 의해서 식품에 유해(위험)한 마이너스인자가 새롭게 만들어질까 그렇지 않을까라고 하는 안정성의 문제로, 식품이 본래 가지고 있는 영양소가 어느정도 많이 파괴될까 하는 영양학적 문제를 포함하고 있다.

어떤나라보다 미국에 의해서 국가계획의 일부로서 일찍이 수행된 동물실험을 중심으로 한 "Wholesomeness test"는 식품조사 연구에서 높게 평가되어야 할 일이며, 생물학적 독성, 특히 발암성, 영양소의 파괴에 대하여 검토하였다. 구미 각국에서는, 저선량조사와 관련하여 미생물학적 안정성의 연구가 활발하여 왔는데, 여기에서는 유도방사능에 대해서만 설명하고, 이론적·실험적연구의 결과를 간단히 소개한다.

기본적으로 식품에는 ^{40}K , ^{14}C , ^3H 등과 같은 자연 방사능(표3참조)이 포함되어 있지만, 식품의 방사선조사에 의해서 방사능이 유기되는 것을, 확실하게 저하시키지 않으면 안된다. 그러나, 실제로 여러 방사선 가운데 조사식품에 사용 가능한 것은 γ -선과 β -선 그리고 전자선을 갖는 에너지범위에 한정된다.

이론적으로 방사능 유발 가능성은, γ -선에서는 核光電效果(nuclear photoelectric effect)와 核異性體轉移(Isomeric transition), 전자선에서는 制動放射(Bremsstrahlung)현상이다. 과도의 에너지 광자가 물질에 입사되면, 물질중의 원자핵은 방사선 에너지의 흡수에 의해서 유기되어, 곧 바로 중성자, 양성자의 입자를 방출하지만, 준안정상태의 핵으로 되고, 장시간에 걸쳐서 광자를 방출하는 일이 있다. 전자가 핵광전효과, 후자

가 핵이성체전이에 의해 감마-감마반응이라고 불리우는 것이다.

고속전자의 경우에는, 원자핵의 근처를 통과할 때, 전기적인 상호작용에 의해, 진로를 바꾸게 됨과 동시에 감속되고, 입사전자의 낮아진 에너지는 연속 X-선의 형태로 방출된다. 이것이 제동방사선이지만, 이 에너지의 최고치는 입사전자의 에너지와 같고, 평균치는 상당히 낮아수분의 일 정도이다.

고속전자가 물질에 방사능을 유기하는 기전은, 대부분 전체제동방사에 의한 것이라고 생각하고 있기에, 방사능유기에 관해서는 전자선의 경우에도 -선과 같이 처리할 수 있다. 다만, γ -선과 비교하여 동일 크기 에너지의 전자선에 의해 방사능 유발 가능성은 적다. 이것은 방사화의 원인이 되는 제동방사선이 원자핵 이외의 방향에도 산란, 방출되기 때문이다. 핵광전 효과에 의해서 중성자등의 입자를 방출한 원자핵은, 새로운 방사성각종으로 되는 것도 많고, 장기간에 걸쳐서 음양 전자선 또는 γ -선을 방출하는데, 한층 중요한 것은 방출된 중성자가 다른 핵에 다시 흡수되어 방사성핵종을 만드는 것이다. 핵이성체전이에서는, 준안정상태의 원자핵으로부터 상당기간에 걸쳐 γ -선이 방출되기 때문에, 이것도 일종의 방사능이라고 불리우나, 핵광전전자와 달리, 용기핵으로부터 중성자나 양성자가 나오지 않는다.

핵광전효과, 핵이성체전이 모두의 경우에도, 각종 핵종과 반응에 의해서 일정치보다 많은 방사선 에너지로 된다면, 이런 현상은 일어나지 않는다. 일반적으로, 이성체활성화를 유기하는데 필요한 방사선 에너지는 핵광전효과에 필

요한 에너지보다 적어, 1MeV이하의 에너지 광자에 의해서도 일어난다. 또, 같은 크기 에너지에서는, γ -선에 비해 전자선쪽이 이성체활성화를 일으키기 어렵다. 조사에 의한 방사능 유발정도를 추정하기 위해서는, 우선 여러가지 식품에 포함되어 있는 핵종의 질적·양적인 분석을 해 여러가지의 핵종에 대한 방사화의 반응형식, 방사선의 종류와 에너지, 선량으로부터, 생성하는 방사성핵종의 종류와 양을 알아 보면 좋다. 식품의 일상성분으로 있는 핵종으로는 이성체활성화는 전혀 일어나지 않지만, ^{87}Sr , ^{117}Sn , ^{119}Sn , ^{135}Ba , ^{137}Ba , ^{111}Cd , ^{113}Cd , ^{107}Ag , ^{109}Ag 등 한정된 핵종에 대하여, 그 가능성을 검토하지 않으면 안된다.

식품조사에서는, 비교적 낮은 에너지(5MeV이하)로 (γ , n)반응을 일으키는 4개의 핵종, ^2H , ^9Be , ^{13}C , ^{17}O 가 주목을 받고있다. 이 가운데 베리리움은 조사시설등에 사용되는 銅안에 포함되어 있을 가능성이 있지만, 식품중에는 일반적으로 흔적 조차도 보이지 않는다. 따라서, γ -조사에서는 전체 방사화의 가능성을 고려한 경우에, ^2H -2(γ , n) H 반응에 필요하는 2.2MeV, γ -선에너지의 안전영역이 조사목적으로 채용되고 있다. 2.2MeV이상의 에너지영역에도, 방사화 또는 생성되는 방사성핵종의 종류와 양등이 실제상에서 문제로 되고, 사용 가능성이 고려되고 있는데, 미국에서 밀, 베이컨에 대하여 5MeV전자의 X-변환이 법적으로 허가되어 있다. 또한, 같은 에너지의 γ -선에 비해 방사화 반응을 일으키기 어려운 전자선의 경우에서, 물질중에서 투과성을 높이기 위해서 한층 높은 에너지의 사용도 기대되어, 식품에 대하여

검토한 결과 10MeV이하에서는 안전하다는 것이 밝혀졌다.

일반적으로, γ -선, 전자선에 의해서 식품중에 일어나는 방사선은, 주로 단수명핵종에 의한 것으로, 조사후에 급속히 감쇄하지만, 특히 ^{60}Co 선에 의해 유일한 가능성으로 있는 이성체활성화에 있어서 이 경향이 현저하다. 또한, 전자선조사의 데이터에 의하면, 생성된 방사성핵종은 반감기가 긴 물질일수록 생성량이 적은 경향이 있다. 식품중의 자연방사능을 칼륨의 최고확실농도에 의한 방사능에 상당하는 정도로 계산해보면, ^{60}Co γ -선에 있어서, 6Mrad 조사후 24시간에 유도방사능의 최고치는, 기껏해야 0.00005%, 5MeV전자선에서는 0.03%, 10MeV에서 0.1%정도로 환산되었다. 10MeV이하의 전자선에서는, 식품에서 측정에 걸릴 정도의 방사능 증가는 검출되지 않았다. 이와같은 수치를 볼때, 조사식품에서 방사능의 유기는 식품의 자연 방사능 변동 범위내에 들어가는 정도로, 소비자에게 조금도 장애를 주지 않는다고 결론 지을 수 있다. 매일 일상식품에 의한 방사성물질의 섭취량이 약3 μCi 로서, 정상인 체중 전 방사량의 2%에 상당한다 할 지라도, 상기의 해석은 적당하지 않다고 말 할 수 있다.

위에 설명한 유도방사능의 관점으로부터, 식품 조사용으로, 다음과 같은 방사선을 안전하게 사용할 수 있다.

- (1) 방사선동위원소로부터 2.2MeV의 γ -선, 예를 들어 ^{60}Co (1.17 및 1.33 MeV의 γ -선, 0.33MeV의 γ -선), ^{137}Cs (0.66MeV의 γ -선), ^{95}Zr , ^{95}Nb (0.72, 0.76, 1.19MeV의 γ -선), 0.36, 0.39, 0.89MeV의 β -선),

- (2) 전자가속기로부터의 10MeV이하의 고속전자선,
- (3) 5MeV정도까지의 전자선에 의해서 변환된 X-선,
- (4) 원자로에서 사용이 완료된 연료봉으로부터의 평균 1MeV의 γ -선.

이들의 사용은, (4)를 제외하고, 모두가 미국에서는 법적으로 허가되어 있다. 24MeV전자선에 의해서 5Mrad조사되었던 소고기, 햄중의 방사성핵종의 생성량을, 핵종함유량의 분석결과를 기초로 계산한 것을 표 4에 표시했지만, 핵광반응에 의해서 유발된 전방사능으로 해석된다. 장수명핵종으로서 ^{22}Na , ^{59}Fe , ^{65}Zn 등이 인정되지만, 이 가운데 $^{22}\text{Na}(\gamma-, n)$, ^{22}Na 과 ^{23}Na 의 중성자 포획에 의한 ^{24}Na 의 생성이 중요하다. ^{22}Na 및 ^{24}Na 의 생성량은 소고기, 햄 조사 경우에 전자 에너지가 10~20MeV의 사이에서 급격하게 증가하는 경향을 보인다.

〈표 3〉 식품중의 백그라운드 방사능

방사능	(pCi/g)
자연방사능	$^3\text{H}(3.6)$, $^{40}\text{K}(3.0)$, $^{14}\text{C}(1.3)$, $^{226}\text{Ra}(8 \times 10^{-4})$
Fall-out	$^{90}\text{Sr}(1.7 \times 10^{-2})$, $^{137}\text{Cs}(7 \times 10^{-2})$

13. 식품조사의 문제에

식품조사에서 연구를 해야 할 문제로, 선원, 조사기술, 조사효과, 포장재료, 조사식품의 안전성, 경제성등 광범위한 분야를 포함하고 있지만, 문제로 금후 해명을 필요로 하는 것 가운데 하나로서, 소고기의 조사 및 방사선 살균시 곤란한 문제로 있는 방사선 저항성균에 대하

여 간단하게 설명을 하려고 한다.

장기보존 목적으로서, 가열에 의해서 효소를 불활성화한 소고기를 완전살균량(4, 56Mrad)으로 방사선 처리하는 경우에 일어날 수 있는 것은 방사취 발생 및 변색 문제이다. 이것을 피하려는 노력의 하나로써, 동결상태에서 저온조사가 1959년, 영국 케임브릿지 그룹에 의해서 제안되었는데, 동결상태에서는 소고기의 조사에 의한 변질이 억제되는데 비해, 살균의 지표 미생물인 *Cl. botulinum* 포자의 살균은 생각만큼 막아지지 않아, 액체질소 온도에서는 실온의 약 75%정도가 살균되는 것으로 알려져있다. 실제로, 지시계로 쓰이는 화합물 첨가시험이나 관능검사 결과도 만족할만한데 단가측면에서도 액체질소를 사용하면서, 4.5Mrad조사하는 경우에 약 200400원/500gm(4,000Mrad · 500gm/hr)의 처리능력, 연간 6,000시간 조업, 자본회수를 50~60%에 대하여) 정도로 계산되고 있다. 이와 같이, 동결-조사법은 육류의 조사에 의한 완전살균에의 길을 여는면에서 주목받고 있는데, 가열하여 효소를 불활화한 고기를, 진공포장하여 액체질소온도의 완전멸균선량으로 조사한 후, 서서히 실온에 되돌리는 것이 한층 품질이 좋다는 것이 밝혀졌지만, 차후에 공업적으로 이용되는 온도 (-10 ~ -30℃) 에서도 같은 성적이 얻어질 수 있는 연구가 필요하다.

아미노산, 펩티드 모델계에 의한 실험에 따르면, 암모니아와 유화수소등의 생성을 지표로하여 측정된 방사선화학적수율에의 온도효과는 매우 복잡하고, 또한 생성하는 방사취의 강도는 +20 ~ -196℃의 범위에서 조사온도에 비례하여 감소한다는 것이 인정되었다.

상온에서 방사취발생에 대해서는, 가스미크로그래피를 중심으로 휘발성분해생성물의 검색이 이루어지고 있지만, 방사취발생기전에 대한 견해는 일치하고 있지 않다.

휘발성 카르보닐화합물의 역할 역시 중시하고 있는데, 메탄올, 1-nonanal 및 Phenylacetaldehyde의 혼합물이 조사취의 주체일것이라는 가설들이, 최근 의문시 되고 있다. 고기 전체조사에 의한 휘발성물질과, 단백분획으로부터는 주로 유황화화합물, 방향성탄화수소, 지질으로부터는 주로 지방족탄화수소, 리보단백으로부터는 지방탄수화수소와 유황화합물이 검출된다. 흥미있게도, 리보단백분획만이 특징적인 조사취를 발생한다는 것을 알았지만, 조사취 발생과정의 해명으로는 충분하지 않다. 장래, 이와같은 조사취 발생기구의 연구와 실제적인 방지 또는 제거방법등을 확실하게 하는 것이 고기에 대한 방사선 조사의 중요한 문제라고 생각된다.

다음으로, 방사선 저항성 세균에 대한 문제를 간단히 언급해 보려고 한다. 식품내에는 방사선의 살균작용에 매우 강하게 저항하는 미생물 세포가 포함 될 수 있다. 최근, 조사된 소고기로부터 *Micrococcus faecium*, 쌀로부터는 *Red Pseudomonas*(가칭)이 분리 되었다. 이것들은, 어느것이나 방사선 고저항성 영양세균이다. 이와같은 세포의 저항성은, 포자와 영양세포에서는 본질적으로 다르게 보인다. 포자에서는 세포내 수분 함유량이 적고, 방사선의 간접작용에 의해서 불활성기구가 활성화되기 어려울 정도로 커다란 이유가 있을 것이라고 생각 할 수 있지만, 그러나 전향에 기술한 극저온조사에 있어서 처럼, 포자에 있어서는 불활성화에 대하여

온도효과가 인정되고 있는 것로부터, 포자에서도 한층 복잡한 저항성기구가 작동되고 있다고 보지 않으면 안된다. 영양세포에 대해서는, 최근 생화학적해석이 진행되고 있지만, DNA수복능이 강하다는 것을 제외하고 명확한 설명이 곤란하다.

*M. radiodurans*에 대하여, 핵산, 단백질등 세포내 고분자물질의 특징적인 성질, 기능, DNA손상의 효소적 수복능력, 세포내의 보호물질이 존재 할 가능성등의 관점으로부터 검토하고 있지만, 이 저항성균의 조사후에 있어서 핵산, 단백질성분의 패턴은, 통상, 감수성균의 그것과 다르게 되어 있어서, 세포질 타겟의 중요성을 나타내고 있다. 그러나, 앞서 기술한 어떠한 관점으로 보아도, 저항성을 설명할 수 있는 결정적인 증거는 불충분해, 금후 더욱 연구를 할 필요가 있다. 이 균은 자외선, 전리방사선 어느쪽에 대해서도 저항성이 높아, DNA의 G-C함량과 감수성 상호 관계를 기초로 하였던 기존의 가설에서는 고저항성을 이해 시킬 수 없다. 고저항성균의 연구는 당연히 고선량영역에 있어서 세포사멸의 기구를 검토하는 것이 되기 때문에, 방사선생물작용의 일반적기구의 해명에도, 선량효과의 면으로부터 새로운 문제를 제기하는 일도 기대되고 있다. 이와같은 세포가 보유하는 저항성을, 무언가 물리적·화학적 수단에 의해서 파괴하는 일은 *Radiosensitization*의 문제로서, 방사선살균에 필요한 선량의 저하, 나아가서는 조사식품의 품질개선에의 중요한 기초이다. 현재도 가열법과 모노요오드아세트아마이드, 할로겐화합물등과 같은 몇종의 화학약제에 의한 증감효과가 보고되고 있지만, 실

측면으로부터 볼 때, 오히려 넓은 물리적요인의 연구를 진행해야만 할 것이다. 조사와 가열의 조합된 효과는, 살균의 지표 미생물로 있는 포자에 대해서도 많은 보고가 있지만, 그 기초 메카니즘은 잘 알려져 있지 않다.

14. 우리나라의 방사선 조사식품과 수의학적인 측면에서의 고찰




우리나라의 경우 현재 방사선조사가 허용된 품목은 감자, 양파 등 18개 품목으로 한정되어 있지만, 2000년 12월에 식품의약품안전청에서 입안예고한 기준이 확정되면(2001년 4월 예정) 육류, 햄 등 37개 품목으로 확대된다. 현재, 방사선식품조사에 관한 연구는 식품의약품안전청(방사선식품공학팀)에서 추진하고 있으나, 선진외국의 연구수준과 비교할 때 이제 초기 연구단계에 있기 때문에 이에 대한 연구투자가 절실한 실정이다. 특히, 수입축산물과 농산물의 검역, 검사를 담당하고 있는 농림부나 해양수산부의 경우, 소속 기관 및 대학 등의 관련 연구기관에서 방사선식품조사 관련 연구결과가 없을 뿐만 아니라, 관련 전문가 또한 부재한 실정에 있다. 가까운 중국의 경우, 외국에 수출하는 농산물의 신선도를 장기간 유지하기 위해서 대규모로 상업적인 방사선조사시설을 이용하여 조사를 하고 있다. 그러나, 국내에서는 이러한 상황을 정확히 파악하지 못하고 있으며, 방사선조사여부를 탐지할 능력을 갖추지 못하고 있는 실정이다. 다시 말해서 방사선이 조사된 농산물이 국내에 수입되고 있어도 이

를 분별할 수 없는 것이 현실이다. 국민의 건강과 식품 취사선택의 권리를 행사할 수 있도록 이에 대한 검역 탐지체계의 마련이 시급한 실정이다. 참고적으로 국내에서 현재 방사선조사가 허용된 품목과 추가 허용예정인 품목과 조사기준은 표 5와 같다.

아울러서, 방사선조사가 점차 확대되고 있는 국제적인 추세를 감안할 때, 수입농축산물뿐만 아니라 외국에 수출하는 농축산물과 국내에 유통되는 농수축산물의 신선도유지와 장기보관 그리고 공중위생적인 측면에서 식중독을 예방할 목적으로, 방사선조사에 의한 미생물 살균 및 식품의 장기보관 기법에 대한 연구개발을 중장기적으로 추진할 필요가 있다고 사료된다.

15. 결 론

본 투고에서는 기술하지 않았지만, 조사식품이라는 신기술의 과정을 거쳐서, 예를들어, 비타민K, 유허화합물의 방사선화학, 방사선 저항성 미생물, 식물대사 제어등에 대하여 흥미있는 연구과제 항목이 많이 얻어졌지만, 금후함께, 생물-화학적작용 및 인체에 대한 영향에 관하여, 연구의 발전이 더욱 있을 것으로 기대한다. 또한 식품조사는 하나의 나라로서는 해결할 수 없는 넓고 많은 문제를 포함하고 있기 때문에 국제협력이 강조되는 분야의 하나이다. 그러나, 조사효과가 품목, 품종에 의해서 다르고, 각국의 음식습관에 의해서 평가가 바뀌어지는 등, 식품공업 특유의 번거러움도 있어서, 해외의 성과를 그대로 우리나라에 도입하는 일은

현실적으로 어렵다. 이런 이유로 우리는 우리나라의 조건에 적합한 기술체계의 확립과 그 기초가 되는 연구 발전에 열성을 다 해야 할 것으로 생각된다. 마지막으로, 우리 젊은 연구자가 이 분야의 연구에 많이 참가하여, 새로운 원리의 개척에 의해서 한층 발전이 있기를 바라는 바이다. 다음 투고에는 방사선 조사와 축산식품-미생물 살균 관계에 대하여 언급하려고 한다.   

참고 문헌

- 1) Ministry of Health: Report on the working party on irradiation of food, London (1964)
- 2) IAEA/FAO: Proc.Intern. Symp. On Food irradiation, Karlsruhe (1966)
- 3) Am. Chem. Soc.: Radiation preservation of foods (Adv. In Chemistry Series 65), Washington, D.C. (1967)
- 4) 松山晃: 化學과 生物, Vol. 6(7), 393-400(1968)
- 5) 식품의약품안전청 입안예고 식품의 기준 및 규격중 개정(안), 2000년 12월 23일.
- 6) 일본원자력연구소 다카사키연구소 조사자료(1999년).

〈표 5〉 우리나라 방사선 식품조사 기준

구 분	품 목	조사기준(kGy이하)	
현	감자, 양파, 마늘	0.15	
	밥	0.25	
	생버섯	1	
	건조버섯	1	
	건조향신료 및 이들 조제품	10	
	가공식품 제조원료용 건조식육 및 어패류분말	7	
	된장분말, 고추장분말, 간장분말	7	
	조미식품 제조원료용 전분	5	
	가공식품 제조원료용 건조채소류	7	
	효모, 효소식품	7	
행	알로에 분말	7	
	인삼(홍삼포함)제품류	7	
	2차살균이 필요한 환자식	10	
	개	감자, 양파, 마늘	0.15
		밥	0.25
생버섯		1	
분쇄가공육제품		3	
가공식품 제조원료용 식육(냉장)		4.5	
건조버섯, 전란분, 난황분, 난백분, 가공식품 제조원료용 곡류, 두류 및 그 분말, 가공식품 제조원료용 전분 가공		5	
식품 제조원료용 건조수산물 및 건조식육품,		7	
가공식품 제조원료용 식육(냉동), 분말장류 및 메주,			
가공식품 제조원료용 건조과채류, 효모효소식품,			
키토산가공식품, 화분가공식품, 조류식품, 알로에분말,		10	
정 (안)	인삼(홍삼포함)제품류		
	건조향신료 및 이들 조제품, 복합조미식품, 소스류,		
	침출차, 분말차, 2차살균이 필요한 환자식		