



放射線을 이용한 食品加工



延世大學校教授

金 熒 洙

1. 緒 論

과학 기술의 발전에 따라 식품의 저장법 및 유통기구가 개선되어, 우리들 食생활이 차차 향상되고 있는 것은 사실이다. 그러나, 여러 나라에 있어서 부패, 충해, 발아 등으로 인한 손실의 방지로 유통과 소비의 안

정화를 기하고자 하는 대책, 또는 위생상의 관점에서 식품 중의 병원성 세균 및 기생충의 방제 등 여러가지 未 해결 문제가 남아 있는 것이다.

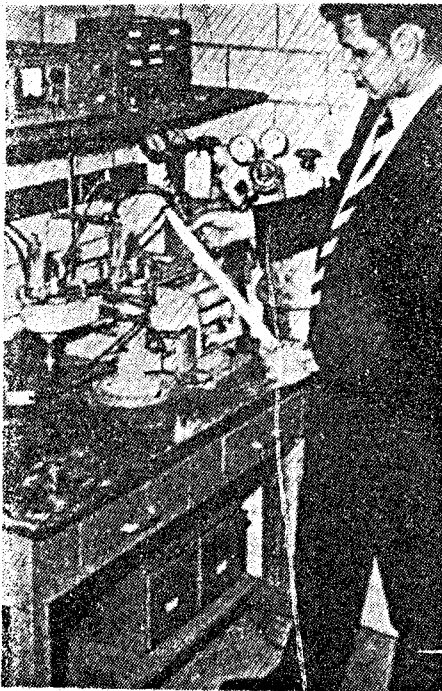
이와 같은 문제 해결 방법의 하나가 될 수 있는 것이 식품의 방사선 照射이다.

이 방법은, 장차 기업화가 될 수 있는 새로운 방법으로 등장하였으며, 2차 대전 이래 美國, 캐나다, 歐洲 諸國 등 여러 나라에서 개발 연구가 진행되고 있다.

캐나다를 위시한 몇 나라에서는 최근 일부 농산물의 저장에 방사선의 이용을 法的으로 허가하였고, 기업화가 구체화 됨에 따라 실용화 단계에 들어가고 있는 것이다.

방사선 처리법은 간단한 조작으로 대량의 시료를 처리할 수가 있고, 또한 照射에 따른 온도 상승이 실지에 있어서 거의 문제가 되지 않으므로 신선한 상태로 식품을 처리할 수가 있는, 소위 冷殺菌法(Cold Sterilization)이라는 점. 또 방사선 처리법은 재래의 식품 처리법인 加熱, 통조림, 冷凍, 냉장법 등과 병행해서 행하는 것이 가능하며, 이와 같은 조합 처리는 일층 그 효과를 기대할 수 있는 것이다.

더욱, 외국 여러 나라에서 Cold Chain(低溫輸送체계)과 같은 새로운 식품 유통 지구의 증강이라는 면에서 볼 때, 방사선 처리법의 유효 가능성은 충분히 고려되어야 하는 문제인 것이다.



1895년에 Röntgen이 X線을 발견하고, 다음 해인 1896년에 독일의 Mink는 방사선의 살균 작용과 그 응용에 관하여 논문을 발표하였으나, 그 후 40여년 간 이것을 식품 가공에 응용할 생각은 못하였다. 그러나, 2차대전을 계기로 하여 대형 방사선원의 제작이 개발됨에 따라, 이것을 의학적 살균에만 이용할 것이 아니라 식품 저장에의 착상이 논의되기 시작하였다.

1943년에 미국의 MIT 그루우프는 방사선을 이용한 식품 가공의 실용성 여부를 연구하기 시작했고, 1950년에는 미국의 원자력위원회(USAEC)가 이 문제를 채택하였으며, 1953년에는 US Army Program으로 채택되어, 주로 軍用식품 저장을 위한 연구가 미국 Boston 근처에 있는 US Army Natick Lab.에 주어졌다.

이후, 이곳 연구소에서는 세계적으로 가장 많은 연구가 진행되었다. 1960년에는 Co-60에 의한 γ 線 照射로 肉類의 완전 살균이 가능하다 하여 軍用식품 가치가 인정됨에, 미국은 국가 계획으로 이 문제를 채택하여 1963년에는 Bacon에 4.5~5.6Mrad 라는 대단히 높은 γ -선량을 쬐어 완전 살균법을 法的으로 허가함에 이르렀다.

그동안, 미국은 방사선 照射식품의 연구를 위하여 약 5,000만 달러의 연구비를 투여하였고, 세계 각 국가의 유대 연구를 강조하고 있다.

우리 나라의 조사 식품에 관한 유일한 연구 기관인 원자력廳 방사선 농학연구소에는 지난 11월에 조사 식품 연구를 위한 방사선照射 장치가 그동안 USAEC의 호의로 25,000Ci (Co-60)用量的 것을 대여 조건으로 도착되어, 1971년 1월부터는 정상 가동하게 되었다 하니, 우리 나라에 있어서도 이 방법의 연구가 본격화 될 것 같다.

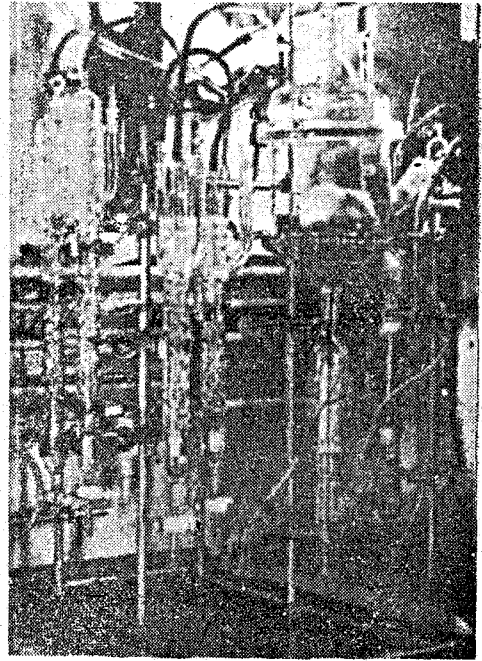
放射線 照射線量 단위인 1 rad는 방사선에 의해서 조사된 물질 1g당 100erg의 Energy를 흡수할 때이며, 1 rad는 약 1.07 röntgen에 상당하다. 따라서, 1Mrad는 1,000,000 rad이다.

2. 放射線의 種類와 食品照射

식품照射에 쓰이고 있는 방사선은 조사 대상물 내에서 방사능의 誘起가 문제되지 않는 것에 한한다. 따라서, 여러 가지 전리 방사선 중에서 방사선 원자핵에서 방출되는 핵 방사선인 γ -ray와 β -ray 및 인공 발생 장치에서 얻어지는 전자선과 X-선의 이용이 생각되고 있는데, 특히 γ -ray와 전자선이 실용상 중요시 되고 있다.

물질에 방사선이 쬐어졌을 때 일어나는 변화는 시간의 경과에 따라서,

- (1) 방사선 Energy의 흡수.



(2) 유리기 (Free Radical)의 生成과 방사선 화학 반응.

생물에 있어서는,

- (3) 生化學的 여러 변화.
- (4) 세포나 個體의 사멸 또는 유전적 변이 등 여러 효과가 나타난다.

방사선 Energy의 흡수로서 먼저 일어 나는 주된 변화는, 전리(Ionization)와 勵起(Excitation)인데, 화학적 효과에 있어서는 전리가 보다 중요하다. 유리기(Free Radical)는 일반적으로 반응성이 강한 短壽命의 것이 많다. 대체로, 식품이나 생물 세포에는 수분이 많으므로 물 또는 수용액의 방사선 화학은 照射에 따르는 식품 성분의 변화라든가, 나아가서는 생물에 대한 효과를 밝히는 데 있어서 중요하다.

3. 放射線의 生物作用

식품照射에서 이용되는 방사선의 생물에 대한 작용은 살균(Sterilization), 살충(Disinfestation), 발아 방지(Sprout-Inhibition) 등의 작용이 인정되고 있다.

크게 나누어 보면 逆的인 효과를 들 수 있는데, 어떤 경우나 방사선 생물 작용의 특징은 방사선에 의한 마지막 효과가 照射 후 어느 정도의 代謝과정을 지난 다음에 나타나며, 적당한 조건이면 방사선에 의한 손상이 회수되던가 증강된다.

다음 [표1]은 방사선 살균의 척도가 되는 식품 미생물의 D-Value(생균의 90%를 사멸시키고, 10% 생존율을 나타냄에 요하는 線量)를 나타낸 것이다.

[表 1]

여러 가지 미생물의 D-Value

microorganisms	medium	D-value, (Mrad)
Cl. botulinum Type A	food	0.40(max.)
" " B	buffer	0.33
B. pumilus	buffer, anearobic	0.30
M. radiodurans R.	beef	0.25
Cl. Welchii	meat	0.21~0.24
Cl. sporogenes	buffer	0.21
Cl. botulinum type E.	broth	0.20
B. Pumilus	buffer, dry, aerobic	0.17
B. Stearother mophilus	buffer, aerobic	0.10
S. tyepi-murium	frozen egg	0.07
S. faecalis	broth	0.05
S. tyepi-murium	buffer, aerobic	0.02
E. coli	broth	0.02
Pseudomonas sp	buffer, aerobic	0.004
B. subtilis	buffer	0.20~0.25
Asp, oryzae	"	0.043
P. chrysogenum	"	0.040
Sacch, sereuisiae	"	0.20~0.25

4. 食品의 방사선 처리법 분류

실지의 식품照射面으로 보아 분류하면,

(1) 살균, 살충, 또는 발아 방지, 과실, 채소의 숙도 조정에서와 같이 방사선의 生物學的 또는 生物化學的 효과를 노림으로써 식품의 저장성을 높이는 방사선 보장(Radio-Preservation).

(2) 病原性 微生物이나 기생충을 살균하는 식의 공중 위생적인 면의 개선을 위한 처리.

(3) 방사선의 물리·화학적 작용에 의한 食品性分の 변질을 이용하여 식품의 제조 공정이나 품질의 개선을 꾀하는 방법 등으로 나눌 수 있다.

식품照射의 중심 과제로 되어 있는 방사선 살균에 있어서 대선량인 Radio-Sterilization과 저선량 처리의 경우인 Radio-Pasteurization이란 말은 이미 관용어로 되어 있거니와, 이 두 말이 微生物學的으로나 用語法上으로 부적당하다고 하여, 최근에는 다음과 같은 3가지 용어가 새로 제안되고 있다.

① Radappartization (식품 중에 존재하는 Virus 이의 모든 미생물을 殺滅하고, 이들 미생물로 인한 부패나 독성을 완전히 방지하는 것을 목적으로 하여 저장성이 강한 포장까지도 포함해서 상업적 無菌의 상태(Commercial Sterility)를 만들기 위한 고선량 처리법으로서 Radiosterilization에 상당한다).

② Redicidation (식품 중 Salmonella菌과 같이 포자형성을 하지 않는 특성의 병원성 미생물에 주목하여 이것을 완전히 살멸하기 위한 처리법).

③ Radurization (부패 미생물을 어느 정도 살멸하여 식품의 보존성을 높이는 것을 목적으로 하며, Radicidation과 같이 비교적 낮은 선량으로 행하는 처리법으로 Radio-pasteurization에 상당한다.)

5. 實用化가 有望視되는 項目과 처리 선량

영국 정부에서 식품照射에 관한 위원회가 추천한 항목과 기타 연구 성과를 추가하여 오늘날 세계적으로 유망하다고 알려진 처리법은 [표 2]와 같다.

대체로, 품질을 보다 중요시하는 항목들은 0.5M rad 이하의 저선량 조사이고, 10M rad 이상인 완전 살균 내지 이에 가까운 처리는 Bacon 이나 軍用식량 등 특정의 품목들이다.

또한, 방사선 처리의 단독 효과만이 아니라 加熱, 冷蔵, 冷凍 등 既存의 식품 처리법을 병행하면, 일층 효과적인 점이 알려지고 있다.

6. 外國의 法的 使用許可 現況

방사선 조사 식품에 대하여 法的으로 허가된 품목은 (表 3참조) 아주 적다. 이 사실은 식품에 대한 방사선

[표 2] 유망시되는 조사 식품 항목과 조사량

照射品目과 목적	照射 효과	소요 선량 (M rad)
1. 육류의 안전살균(주로 균용)	미생물 기생충의 완전 살균	4~6
2. 특수재료(향신료, celery의 종자 등)의 완전살균	세균의 살균	1~3
3. 냉동난(卵) coconut, 육류등이 식중독의 방지	Salmonella 균의 살균	0.5~1.0
4. 포장어 패류의 0~4°C 저장기간의 연장	부패 세균의 감소	0.3~0.5
5. 과실류의 저장기간의 연장	곰팡이 살균	0.1~0.5
6. 근채류의 저장기간의 연장	발아방지	0.01

조사에 대하여 각 국의 신중한 태도를 말해주고 있다. 법적으로 허가되었다 하더라도 상업적으로 기업화된 것은 캐나다, 蘇聯에서의 감자의 발아 방지 뿐이며, 기타는 차차 기업화 될 것으로 보인다.

7. 증류주의 숙성 촉진	화학적 효과	0.1~0.5
8. 건조야채의 흡수 시간의 단축	화학적효과	
9. 정유의 방향증강	화학적효과	0.1
10. 가축사료	살충 및 살균(보존)	0.1~1.0

미국에서는 개개의 식품에 대하여 수년간의 시험성이 정리되고 있어 1975년 전 후에는 상당數의 品目들이 허가될 것으로 기대되고 있다.

英國정부는 위원회를 구성하여 조사 식품의 안정성을 검토하고 법적허가 취급에 관하여 권고하고 있다. 이밖에 西獨, 벨기에, 스위스, 이탈리아 등 歐洲 諸國에서도 조사 식품의 法的 規制에 관하여 검토하고 있으며, 가까운 장래에 있을 조사 식품의 국제 무역에 대비하여 이 법적 규제를 국제적 규모로 확대하여 IAEA, FAO, WHO와 같은 국제 기관에서 이 문제에 대한 검토가 적극적으로 이루어 질 것을 강조하고 있다.

[표 3] 법 적 허 가 협 황

품 목	방사선의 종류	선량(Mrad)	조 사 목 적	허 가 국
감 자	Co-60, r	0.005~0.010	발 아 방 지	蘇 聯(1958)
	"	0.015max	"	캐나다(1960)
	"	0.005~0.010	"	美 國(1964)
	Cs-137, r	0.005~0.010	"	美 國(1964)
	Co-60,	"	"	이스라엘(1967)
양 파	Co-60, r	0.005~0.010	발 아 방 지	蘇 聯(1958)
	"	"	"	캐나다(1964)
	"	"	"	이스라엘(1968)
소맥분가 제품	Co-60, r	0.30max	살 충	蘇聯(1960-1)
	"	0.02~0.05	"	美 國(1963)
	"	0.05	"	美 國(1964)
Bacon	Co-60,	4.5~5.6	완 전 살 균	美 國(1963)
	전자선	"	"	美 國(1963)
	Cs-137, r	"	"	美 國(1963)
육 류		0.6~0.8	보 존 연 장	蘇 聯(1964)
건 조 과 실		0.1 max	살 충	蘇 聯(1965)

<次號계속>