

## 放射線에 의한 마늘粉末의 殺菌

權重浩 · 邊明宇 · 趙漢玉

韓國에너지研究所

## Sterilization of Garlic Powder by Irradiation

Joong Ho Kwon, Myung Woo Byun and Han Ok Cho

Korea Advanced Energy Research Institute, Seoul

### Abstract

Effects of irradiation on the microbial growth and physicochemical properties of garlic powder were investigated during 3 months storage. Total bacteria and coliform group of garlic powder were  $4.74 \times 10^4$  and  $5.0 \times 10^3$  per g, respectively and irradiation of 5 kGy and 7 kGy could sterilize coliform group and total bacteria, respectively.  $D_{10}$  value of total bacteria was  $3.34$  and no microorganisms were grown in 5 to 7 kGy irradiated groups after 3 months storage at  $30 \pm 1^\circ\text{C}$ . Moisture, sugars and pH of garlic powder were not remarkably changed during storage but pyruvic acid content was slightly decreased with storage period. Color difference of garlic powder after 3 months storage could not be distinguished by naked eye, but a slight change was recongized by the mechanical measurement.

### 序 論

食生活 形態의 변화로 加工原料로서 香辛料의 사용량이 每年 증가<sup>(1)</sup>됨에 따라 原料의 年中 安定供給과 품질의 一定化가 필요하게 되었다.

香辛料는 건조, 가공, 저장 및 輸送過程에서 미생물의 汚染 可能性이 높아 食品工業의 腐敗 誘起體가 되며, 現行 殺菌方法으로서는 steam處理<sup>(2)</sup>, 業外線照射<sup>(3)</sup>, 燻蒸法<sup>(4)</sup> 등이 있으나 이中 ethylene oxide나 propylene oxide에 의한 燻蒸法이 主要 利用되고 있는데 이들은 處理效果의 不完全, 2次汚染의 可能性, 香味成分의 변화 및 有害物質의 生成등 문제점이 있어 점차 使用에 規制를 받고 있는 실정이다<sup>(5)</sup>.

이상과 같은 문제점을 해결 또는 補完하는 方法으로서 放射線 照射에 의한 香辛料의 殺菌研究가 많이 遂行되어 그 優秀性이 認定되었으며<sup>(6-8)</sup>, 특히 최근에는 食品照射의 健全성이 國際機構 (FAO/IAEA/WHO) 에 의하여 公認됨에 따라 10kGy (1Mrad) 이하의 放射線 照射는 食品의 發芽抑制는 물론 殺菌, 殺虫 및 品質改善등 여러가지 목적에 이용이 擴大될 것으로 기대된다<sup>(9)</sup>.

따라서 筆者등은 前報<sup>(10)</sup>에 이어 마늘粉末의 商業的 殺菌法 開發을 目標로 放射線 照射後 貯藏中 微生物의 生育狀態와 몇가지 理化學의 特性을 組查하였다.

### 材料 및 方法

#### 試料

本 實驗에 使用된 마늘粉末은 세보실업(주) 식품연구소에서 1982年 12월에 提供한 것으로서 polyethylene bag에 100g씩 包裝하여 放射線 照射試料로 使用하였다.

#### 放射線 照射 및 貯藏

試料는 韓國에너지研究所內 10,000Ci Co-60  $\gamma$ -線 照射施設을 利用하여 總 吸收線量으로 5, 7, 10 kGy를 各各 照射시켰으며, 照身試料는 非照射試料와 함께  $30 \pm 1^\circ\text{C}$  恒溫器에 3個月間 貯藏하면서 분석에 使用하였다.

#### 微生物의 生育度 測定

貯藏後 1個月 間격으로 一般菌群은 APHA의 표준방법<sup>(11)</sup>으로 대장균 수는 agar를 利用한 plate method<sup>(12)</sup>

로測定하였다.

一般成分 및 pH

水分과 pH는 AOAC法<sup>(10)</sup>에 의하였고,還元糖은 Somogyi變法<sup>(11)</sup>으로全糖은 25% HCl로加水分解시킨 뒤역시 Somgyi變法에 의하여定量하였다.

Pyruvic acid의定量

香辛料의 flavor strength의測定方法으로서 마늘의有效成分인 alliin의分解로 allicin과 함께生成되는安定한 pyruvic acid를 Schwimmer등<sup>(12)</sup>의方法에準하여 측정하였다.

色度測定

粉末의色度は 저장 3個月後에 粉末自體를 시료로하여肉眼的인觀察과 Hunter's color difference meter(Model D25-9)로明度(L值),赤色度(a值)및黃色度(b值)를 각각 측정하였다.

結果 및 考察

微生物 生育試驗

本實驗에 사용된 마늘粉末의一般細菌과大腸菌群은 Table 1에서와 같이  $4.7 \times 10^4/g$ 과  $5.0 \times 10^3/g$ 으로 각각 나타났으며,大腸菌群은 5kGy照射로서陰性を 나타

내었고,一般細菌은 7kGy照射에서完全死滅되었다. 한편細菌의  $D_{10}$ 값(Decimal reduction dose)은 3.34였으며,貯藏期間의經過로微生物의數는 점차 감소되는 경향이었고完全殺菌된 시료에서는 저장 3개월 후에도 미생물은 전혀 검출되지 않았다.

미생물에 대한放射線의殺菌效果는 미생물의物理化學的性狀과照射時의 조건 및照射後 저장조건등에 영향을 받으며<sup>(13)</sup>,細菌의營養細胞는約 100~200Krad(1~2kGy)의照射線量으로서原來의生存 미생물의數를  $1/10^5 \sim 1/10^6$ 로減少시킬 수 있고,胞子의 경우는 1Mrad(10kGy)以上の 높은線量이라야 같은 효과를 보인다고 한다.<sup>(14)</sup>

Farkas등<sup>(15)</sup>은 paprika와 混合 香辛料에 0.3~0.4 Mrad(3~4kGy)照射로서세균의數를  $10^2 \sim 10^3$  정도 감소시킬 수 있었고, 1.5~2.0Mrad(15~20kGy)照射로서完全殺菌이 가능하였다고 하였다.乾燥 마늘 및 양파에 대한 미생물生育實驗에서 Moussa<sup>(16)</sup>, Firstenberg등<sup>(17)</sup>은 마늘과 양파는 抗菌性物質이存在하에 다른 香辛料에 비해 미생물의汚染度가 낮다고 하였으며, Vajdi등<sup>(18)</sup>은 香辛料의殺菌을 위한 ethylene oxide處理는完全殺菌이 어려우며處理에長時間이要求되어風味와色도에惡影響을 미치나  $\gamma$ -照射는效果가完全하고品質에 거의 영향을 주지 않는다고 하였다. 따라서 5~7kGy의  $\gamma$ -線照射는 마늘粉末의微生物을減少 또는滅菌시킬 수 있어 混合調味料 및加工副原料로

Table 1. Bacterial growth of irradiated garlic powder during storage at 30°C (unit: count/g)

Dose (kGy)	Storage period (month)							
	0		1		2		3	
	Bacteria	Coliform	Bacteria	Coliform	Bacteria	Coliform	Bacteria	Coliform
0	$4.7 \times 10^4$	$5.0 \times 10^3$	$3.8 \times 10^4$	$4.7 \times 10^3$	$4.1 \times 10^4$	$4.5 \times 10^3$	$4.0 \times 10^4$	$4.1 \times 10^3$
5	$1.5 \times 10^3$	-	$1.4 \times 10^3$	-	$1.7 \times 10^3$	-	$1.3 \times 10^3$	-
7	-	-	-	-	-	-	-	-
10	-	-	-	-	-	-	-	-

Table 2. Changes in chemical components of irradiated garlic powder during storage

Dose (kGy)	0 month			1.5 month			3 month		
	Moisture (%)	T. S* (%)	R. S** (%)	Moisture (%)	T. S (%)	R. S (%)	Moisture (%)	T. S (%)	R. S (%)
0	7.99	60.95	2.59	7.91	61.59	2.24	7.79	61.25	2.38
5	7.84	61.21	2.54	7.83	60.98	2.42	7.76	60.72	2.51
7	8.03	61.48	2.42	7.99	61.83	2.48	7.81	60.98	2.53
10	7.85	61.75	2.54	7.82	61.22	2.26	7.80	61.17	2.39

\* Total sugar; \*\* Reducing sugar

**Table 3. Changes in pH of irradiated garlic powder during storage**

Dose (kGy)	Storage period (month)			
	0	1	2	3
0	6.80	6.79	6.71	6.70
5	6.76	6.70	6.72	6.68
7	6.64	6.62	6.63	6.64
10	6.60	6.61	6.60	6.57

서 食品工學에 衛生的으로 利用될 수 있으리라 생각된다.

**一般成分 및 pH變化**

貯藏中 마늘粉末의 一般成分 및 pH의 變化는 Table 2 및 3 과 같다. 水分含量은 貯藏中 線量間에는 거의 차이가 없었으나 期間의 경과로 다소 減少하였으며, 製品の 官能的 品質에 직접적인 관련이 있는 全糖과 還元糖의 含量은 照射線量과 貯藏期間의 경과에 따라 약간씩 增減되었으나 큰 變化는 없었다. 또한 試料의 pH는 照射直後 線量の 增加로 약간 減少되었으나 貯藏中에는 거의 變化되지 않았다.

Bachman 등<sup>(11)</sup>은 香辛料의 精油와 脂質成分 및 糖分은 5~15kGy의  $\gamma$ -線 照射에서도 安全하였다고 하였고, Caletto 등<sup>(12)</sup>도 양파粉末의 化學成分은 9kGy照射에서도 큰 影響을 받지 않았다고 報告한바 있어 本 實驗의 結果와 대체로 一致하며, 마늘粉末의 殺菌을 위해 이용되는 7kGy 以下の  $\gamma$ -線 照射은 그 成分에 거의 影響을 미치지 않음을 알 수 있다.

**Pyruvic acid의 含量變化**

前報<sup>(7)</sup>에서와 같이 *Allium*屬 植物들의 香味成分은 主로 黃化物에 起因되는 것으로서 마늘에는 (+)-S-all-yl-L-cysteine sulfoxide가 대부분을 차지하고 (+)-S-methyl-L-cysteine sulfoxide와 (+)-S-propyl-L-cysteine sulfoxide는 少量으로 存在한다<sup>(13)</sup>. Alliin 同族體들에 대하여 alliinase는 基質 特異性을 가지며<sup>(14)</sup>, 酵素의 作用으로 生成된 alliin 즉 diallyl thiosulfinate는 flavor의 1次産物로서 매우 不安定하기 때문에 곧 非酵素的 反應으로 thiosulfonate와 diallyl disulfide 등 flavor의 2次産物로 分解되면서 마늘特有의 flavor를 生成하게 된다<sup>(15,16)</sup>. 香辛食品에서 flavor의 強度를 測定하는 方法으로는 thiosulfinate를 0℃에서 hexane으로 抽出하여 262nm에서 吸光度를 測定하는 方法<sup>(17)</sup>과, cysteine誘導體들의 TLS分離法<sup>(18)</sup>, alliin의 酵素的 分

**Table 4. Changes in pyruvic acid content ( $\mu$ mole/g) of irradiated garlic powder during storage**

Storage period (Month)	Irradiation dose (kGy)			
	0	5	7	10
0	167.49	169.88	170.26	168.69
1.5	156.25	157.50	158.75	155.00
3	149.34	149.97	150.03	148.88

解産物인 安定한 pyruvic acid의 定量法<sup>(19)</sup> 및 flavor 2次産物인 sulfides類의 gas chromatography法<sup>(20,21)</sup>등이 있으나 本 實驗에서는 overall odor intensity의 脂標로서 간편하게 이용되는 total pyruvate의 量을 測定하였다.

Table 4에서와 같이 試料의 최초 pyruvic acid의 含量은 167.49  $\mu$ mole/g으로서 貯藏期間의 經過로 점차 減少하였고, 照射線量 間에는 약간의 差異가 있었는데 이는 高線量 照射에 의한 前驅物質 즉, alliin의 分解나 그 分解酵素의 作用이 部分的으로 沮害<sup>(22)</sup>되었기 때문이라 추측된다. 그러나 貯藏 3個月後의 含量은 線量間에 거의 差異가 나타나지 않아 flavor強度에는 큰 影響을 주지 않는 것으로 생각된다.

마늘flavor의 強度는 個體의 成熟度, 部位, 培養條件, 貯藏條件 및 加工方法에 따라 달라지며<sup>(23,24)</sup>, 乾燥粉末로 만든 경우는 乾燥方法에 따라 flavor의 損矢量이다 르겠지만 대부분 절반 이상의 量이 減少된다고 하며, 진공건조와 동결건조법이 比較的 効果的으로 쓰이고 있다고 한다.

**粉末의 色度**

照射後 3個月間 貯藏된 마늘粉末의 色度は Table 5와 같다. 照射線量の 增加에 따라 明度(L值)와 赤色度

**Table 5. Changes in color of irradiated garlic powder after 3 months storage**

Dose (kGy)	Color		
	L*	a*	b*
0	105.95	2.45	11.11
5	103.23	2.14	14.41
7	102.91	1.34	14.22
10	103.52	0.87	14.53

\* L : Degree of lightness (white + 100  $\leftrightarrow$  0 black)  
 a : Degree of redness (red + 100  $\leftrightarrow$  0  $\leftrightarrow$  80 green)  
 b : Degree of yellowness (yellow + 70  $\leftarrow$  0  $\rightarrow$  80 blue)

(a值)는 약간 減少하였고, 黄色度(b值)는 多少 增加하였다.

$\gamma$ -線照射와 ethylene oxide의 比較 實驗에서 Vajdi 등<sup>(4)</sup>은 Paprika 粉末의 色度는 照射試料에서는 別 影響이 없었으나 ethylene oxide處理는 明度, 赤色度 및 黄色度가 모두 낮은 數値를 보였다고 하며, Silberstein 등<sup>(5)</sup>은 殺菌線量보다 5倍 以上 높은 照射에서도 粉末의 맛과 香氣에서 非照射區와 差異를 느끼지 못하였다고 밝힌 바 있다.

本 實驗에서 粉末色度の 變化는 殺菌線量에서는 크지 않았으며, 肉眼的인 測定에서는 識別이 不可能하여 粉末의 外觀의인 品質에는 거의 影響이 없는 것으로 나타났다.

### 要 約

混合 調味料의 副原料로 사용되고 있는 마늘粉末의 效果的인 殺菌法 開發을 目標로  $\gamma$ -線 照射後  $30 \pm 1^\circ\text{C}$ 에서 3個月間 貯藏하면서 微生物의 生育狀態와 몇가지 理化學的 特性에 대한 實驗을 遂行하였다. 마늘粉末의 一般細菌과 大腸菌群은  $g$ 當  $4.7 \times 10^4$ 과  $5.0 \times 10^4$ 으로 각각 나타났으며, 大腸菌群은  $5 \text{ kGy}$ , 一般細菌은  $7 \text{ kGy}$ 照射로서 完全 死滅되어 貯藏 3個月後에도 微生物은 전혀 生育되지 않았으며, 細菌의  $D_{10}$ 값은 3.34로 나타났다. 殺菌線量에서 試料의 水分, 糖, pH 및 色度는 거의 變化되지 않았고, pyruvic acid는 照射에 의해 거의 影響을 받지 않았으나 貯藏期間의 경과로 모든區에서 점차 減少되었다.

### 文 獻

1. 西村昇二 : 食品と科学, 22, 94 (1980)
2. Buchman, S. and Giesieczynska, J. : *Factors Influencing the Economical Application of Food Irradiation*, IAEA-PL-518/5, 33 (1973)
3. Farkas, J., Beczner, J. and Incze, K. : *Radiation Preservation Food*, IAEA-SM-166/66, 389 (1973)
4. Vajdi, M. and Pereira, N. M. : *J. Food Sci.*, 38, 893 (1973)
5. Department of Health and Human Services: FDA 21 CFR ch. 1 (Docket N. 81N-0004) Federal Register 46 (59), 18992, Friday, March 27 (1981)
6. WHO: *Wholesomeness of Irradiated Food* (Report of a joint FAO/WHO expert committee, Vienna), Technical Report Series - 659, 7 (1981)
7. 邊明宇, 權重浩, 趙漢玉 : 韓國食品科学會誌, 16, 47 (1984)
8. APHA : *Standard Methods for the Examination of Dairy Products*, 14th ed., (1978)
9. 서울特別市保健研究所 : 病原微生物檢査要員教材 (1976)
10. AOAC : *Methods of Analysis*, 13th ed., Washington, DC (1980)
11. 小原哲二郎, 鈴木隆雄, 岩尾裕之 : 食品分析ハンドブック, 建帛社, 217 (1977)
12. Schwimmer, S. and Weston, W. J. : *J. Agr. Food Chem.*, 9, 301 (1961)
13. IAEA : *Training Manual on Food Irradiation Technology and Techniques*, Technical Report Series No. 114, Vienna (1970)
14. 崔彦浩, 金永培, 李瑞來 : 韓國食品科学會誌, 9, 205 (1977)
15. Moussa, R. S. : *J. Sci. Fd Agric.*, 24, 401 (1973)
16. Firstenberg, R., Mannheim, C. H. and Cohen, A. : *J. Food Sci.*, 39, 685 (1974)
17. Bachman, S., Witkowski, S. and Zegota, A. : *Food Preservation by Irradiation*. No. 1, IAEA. STA / PUB/470, 435 (1978)
18. Galetto, W., Kahan, J., Eiss, M. and Welbourn, J. : *J. Food Sci.*, 44, 591 (1979)
19. Whitaker, J. R. : *Adv. Food Res.* 22, 73 (1976)
20. Mazelis, M. and Crews, L. : *Biochem. J.*, 108, 725 (1968)
21. Freeman, G. G. and Whenham, R. T. : *J. Sci. Fd Agric.*, 25, 499 (1974)
22. Freeman, G. G. : *J. Sci. Fd Agric.*, 26, 471 (1975)
23. Lukes, T. M. : *J. Food Sci.*, 36, 662 (1971)
24. Saghir, A. R., Mann, L. K. Bernhard, R. A. and Jacobsen, J. V. : *Proc. Am. Soc. Hort. Sci.*, 84, 386 (1964)
25. Oaks, D. M., Hartmann, H. and Dimick, K. P. : *Anal. Chem.*, 36, 1560 (1964)
26. Namiki, M., Kawakishi, S., Kawai, A. and Nishimura, H. : *Food Irradiation*, 3, 178 (1968)
27. Silberstein, O., Kahan, J., Penniman, J. and Henzi, W. : *J. Food Sci.*, 44, 971 (1979)

(1984년 1월 15일 접수)