

마늘의 發芽抑制 및 成分變化에 미치는 γ 線의 影響

朴魯豐·崔彥浩·金榮武

放射線農學研究所

(1969. 7. 31. 受理)

Effects of gamma-radiation on sprout-inhibition of garlic bulbs and the changes of their chemical contents

Nou Pung Park, Eon Ho Choi and Young Mu Kim

The Radiation Research Institute in Agriculture

Summary

In order to inhibit sprouting of garlics during the storage period and the extend their storage life, garlics were irradiated by gamma-rays (Co^{60}) and kept at room temperature. The effects of gamma-radiation on sprouting inhibition, chemical contents during storage, and spoilage molds were investigated and the results are as follows.

1. Garlics obtained from Muan showed the shorter dormancy period and sprouted earlier than those from Dangjin.

2. Regarding the radioresistance, some differences were found between garlics from Muan and Dangjin.

3. The sprout of garlics from both areas was completely inhibited at 10 Krad and remarkable effect on sprouting was observed even with 5 Krad in case of garlics from Dangjin.

4. The rates of loss in moisture and weight were lower in irradiated lots than control.

5. Change of sugar content was not observed with γ -irradiation under 300 Krad.

6. Spores of *Aspergillus niger* and *Aspergillus alliaceus* were little germinated at a level of 300 Krad.

1. 緒 言

마늘(*Allium Sativum* L.)은嗜好性에 따라 우리食生活에 重要한 調味料로서 오랜 歲月에 걸쳐 愛用되어 왔으며, 歐美 各國에서도 近來 Sauce, 肉加工, 香辛料 其他 藥用 등으로 漸次 그 需要量이 擴大되어 가고있다. 또한 最近에는 粉末劑로한 그의 用途가 多樣性을 띠게됨에 따라 國內의 需要 增加는 勿論 輸出의 展望도 밝아져 가고있어 栽培面積이 數年內에 類著히 增加하여 그 生産量은 1961年度 32,608 t에 比하여 1968年度에는 67,032 t으로 2倍以上이 增加하였고, 앞으로도 이러한 傾向은 當分間 繼續되리라 豫想된다.

마늘은 特殊成分으로 Diallyldisulfide, Allylpropyldisulfide, Alliine 등 硫化 Allye類를 多量 含有하고 있음은 일찌기 알려진 事實이다. 即 Stoll¹⁾, Seebach²⁾ 등은 마늘의 抗菌性物質인 Alliein을 分離하고 이는 生마늘에 存在하는 Alliine이 그 母體라고 報告하였으며, Cavallito & Bailey³⁾ 등은 마늘에서 Allicin을 分離, 物理的性質 및 抗菌性作用에 對하여 報告하였고 이어서 그들⁴⁾은 Allicin의 化學的構造를 決定 報告한바 있다.

그러나 마늘은 그 嗜好性이 地域的으로 限定되어 왔던 關係로 이에 關한 研究도 自然 活潑하지 못하였으며 報告된 研究의 大部分도 栽培 및 生殖生理에 關한 研究가 爲主이며, 貯藏生理 및 管理에 關한 報告는 드문 것으로 생각한다.

마늘은 乾燥貯藏이 比較的 容易하기는 하나 一定 期間의 休眠期를 지나면 鱗片에서 發芽하기 始作하고, 代謝活動이 旺盛하여 品質이 低下되며, 線蟲 (*Ditylenchus dipsaci*), 고자리파리 (*Hylemyia antiqua*) 등에 의하여 貯藏中의 損失이 甚함으로 致密한 貯藏管理가 要望된다.

最近에 간자와 양파에서 貯藏中의 發芽抑制가 放射線 處理에 依해서 實用化되면서 園藝作物의 貯藏을 向上시키기 爲한 放射線의 利用이 活潑히 研究되어 가고있다.

고구마⁵⁾, 밤⁷⁾, 등에 對하여 同一한 目的으로 研究가 進行되고 있으며, Mathur⁶⁾는 마늘에 5Krad 의 γ 線을 照射하여 11~12°C에 貯藏하였을때 control의 2 $\frac{1}{4}$ 個月 貯藏에 比하여 照射區는 約 7個月間 貯藏이 可能하였다고 報告하였다.

筆者들은, 마늘의 貯藏中 發芽로 인한 損失을 抑制하고 貯藏期間을 延長할 目的으로 韓國產 마늘 2個 品種에 ^{60}Co - γ 線을 照射하고, 發芽抑制와 成分 및 腐敗菌에 미치는 γ 線의 影響을 調査한바 있어 이를 報告한다.

2. 實 驗

2.1 試料

試料는 主要產地別로 區分하여 全南 茂安產과 忠南 唐津產을 選定하고 栽培地에서 收穫直後 各各 購入하여 照射時期까지 通風이 良好한 곳에서 陰乾한後 個體가 비슷한 것을 試料로 使用하였다.

2.2 放射線源 및 照射條件

照射場所: 原子力研究所 γ 線照射室

放射線源: ^{60}Co -(710 Curie)- γ 線

照射線量: 3~300 Krad

照射時間: 1968年 9月 2日 16:30

同年 9月 4日 10:30

照射室溫: 24±2°C

2.3 實驗方法

A. 貯藏方法

各 實驗區別 個體數는 外觀觀察用 50球와 成分分析用을 別途로 準備하였으며, 照射後 室溫에 貯藏하였다.

그後 control區에서 發芽가 始作된 1969年 1月 13日에 發芽與件을 듬기 爲하여 27cm×19cm×20

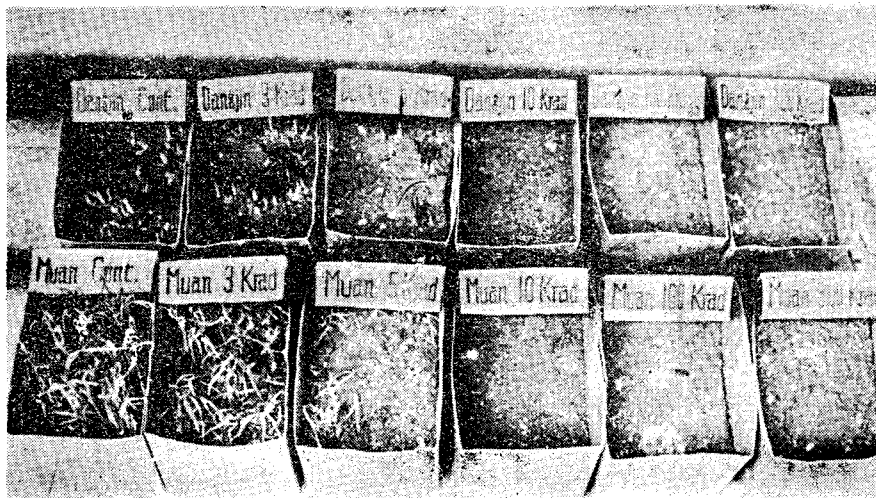


Photo 1. Planting of irradiated & unirradiated garlic bulbs.

cm 크기의 합석箱子에 腐植土를 담고 栽植하여 13~15°C의 室內에 貯藏하고 2月末日까지 發芽現況을 觀察하였다. (Photo 1)

B. 外觀觀察 및 重要測定

外觀觀察과 重量의 變化는 月 2回式 調査하였으 며 貯藏末期인 2月末에 發芽狀況을 撮影하였다. 發芽의 基準은 種球當 2個以上の 鱗片에서 發芽하였을때를 發芽로 定하였으며, 腐敗는 種球當 1個 以上の 鱗片이 腐敗한 것을 腐敗로 계산하였다.

C. 成分의 測定

成分變化는 月 1回式 4個月間에 걸쳐 水分, 水溶性全糖, 還元糖 및 Total Ascorbic Acid의 含量을 定量하였다.

水分은 常法, 水溶性全糖 및 還元糖은 Somogyi 變法으로 定量하고, Total Ascorbic Acid는 試料 25g을 5% Meta phosphoric Acid 용액중에서 磨碎 濾液 一定量을 0.2% 2,6-Dichlorophenol indophenol 2滴으로 산화시킨후 1% SnCl₂-5% HPO₃ 溶液 2ml

를 加하고 50°C에서 1時間 반응시켜 85% H₂SO₄ 5ml를 첨가한 30分後 532 mμ에서의 吸光度를 測定하였다.¹⁰⁾

D. 放射線에 대한 腐敗菌의 抵抗力

腐敗한 마늘에서 純粹分離한 *Aspergillus niger* 와 *Aspergillus alliaceus*의 孢子를 0.05% Diocetyl Sodium Sulfosuccinate 溶液에 현탁하고 이에 100~1,250 Krad의 ⁶⁰Co-γ線을 照射한후 PDA(potato dextrose agar) 平板培地에 옮기고, 25~27°C에서 定溫培養하여 30時間후 發芽한 colony 수를 計數하였다.

3. 結果 및 考察

3.1 外觀觀察과 重量變化

茂安産은 一般의으로 鱗片數가 많고, 重量이 가벼우며, 唐津産은 鱗片數가 6片으로 形成되고 種球의 發育이 茂安産에 比하여 充實하였다. 또 茂安産은 唐津産에 比하여 大體로 休眠期間이 짧고 發芽期가 빨랐다. control區는 茂安産이 1月中旬에 唐津産이 2月上旬에 各各 發芽하기 始作하여 2月中旬에는 全數가 發芽하였으며 照射區는 3Krad(最低線量)에서 茂安産이 12月中旬, 唐津産이 1月中旬에 發芽가 始作되어 2日中旬에 大部分이 發芽하였다. 이와같이 低線量에서 發芽가 control區에 比하여 促進되는 傾向은 감자¹¹⁾¹²⁾, 팥¹³⁾, 고구마¹⁴⁾에서도 볼 수 있으며 이는 放射線의 刺戟의 效果에 起因한 것이라 생각한다.

5 Krad 照射區는 2月末에 茂安産이 87%의 發芽率을 나타낸데 比하여 唐津産은 43%의 發芽率을 보이고 있어 品種間의 γ線에 對한 抵抗力의 差異를 顯著히 나타냈으며 唐津産은 5 Krad에서도 어느程度 發芽抑制가 可能함을 보여 주었다. 그리고 10 Krad 以上 照射區에서는 兩品種 모두 發芽가 完全히 抑制되었다. (Table 1)(Photo 2, 3)

Table 1. Sprouting percentage of irradiated garlic bulbs (from Muan & Dangjin) during storage.

Krad	0		3		5		10		100		300	
	M	D	M	D	M	D	M	D	M	D	M	D
12.16	.	.	3	.	.	.	.	.	.	.	.	.
1.6	.	.	7	.	3	.	.	.	.	.	.	.
1.20	43	.	33	7	17	.	.	.	.	.	.	.
2.3	93	90	100	97	80	27	.	.	.	.	.	.
2.17	100	100	100	97	87	43	.	.	.	.	.	.

M; from Muan D; from Dangjin

CONT.



3 Krad



5 Krad



10 Krad



100 Krad



300 Krad



Appearances of Garlics (from Muan) 6 Months after Irradiation. (Irrad. on Sep. 2, '68. Photo. on Feb. 28, '69)

Photo 2 Appearances of garlics (from Muan) 6 months after irradiation. (irrad on Sep 2, 68 Photo on Feb. 28, 69.)

CONT.



3 Krad



5 Krad



10 Krad



100 Krad



300 Krad



Appearances of Garlics (from Dangjin) 6 Months after Irradiation. (Irrad. on Sep. 2, '68. Photo. on Feb. 28, '69).

Photo 3 Appearances of Garlics (from Dangjin) 6 months after irradiation (irrad on Sep 2, 68 Photo on Feb. 28, 69)

發芽가 抑制된 鱗片組織에서 障害 發生如否를 確認하고저 鱗片을 切斷하고 内部組織을 觀察한바 肉質에는 障害가 없었으나 양파의¹⁷⁾ 境遇와 마찬가지로 肉芽가 褐變現象을 나타내고 있었다.

Israel Atomic Energy Commission¹⁵⁾의 報告에 依하면 12.5 Krad에서 發芽가 抑制되었다고 하며 Mathur는 5 Krad 照射後 冷蔵한바 8個月까지도 發芽되지 않았다고 報告하였다. Mathur가 報告한 發芽抑制 線量과는 多少 差異가 있으나 이는 品種間의 差異와 照射效果와 더불어 冷蔵效果가 加上된테서 온 것이라 생각된다.

貯藏初期의 腐敗率은 control 區와 照射區間에 큰 差異를 認定할 수 없으나 貯藏末期에는 5~10 Krad 照射區가 腐敗率이 顯著히 낮았다. 즉 貯藏末期에 腐敗率은 茂安産 control 區가 83.2%임에 比하여 5 Krad에서는 29.9%로 낮았으며, 唐津産은 control 63.2%인데 比하여 10Krad에서는 29.9%의 腐敗率을 나타냈다. 그러나 高線量區에서는 腐敗率이 增加하는 傾向을 보였다. Mathur는 5 Krad 照射한 마늘은 照射區에서 腐敗의 發生이 늦었다고 報告하였다. 本實驗에서도 貯藏初期에는 큰 差異를 認定할 수 없었으나 貯藏末期에 이르러 照射效果가 漸次 認定되었다. 高線量區에서 腐敗率이 增加하는 傾向은 高線量 照射에 依한 組織의 傷害로 因하여 腐敗病菌에 대한 抵抗力이 弱화된데 起因한 것이라 생각된다.

重量은 全般的으로 漸次 減少하였으며 貯藏 4個月後의 減少率은 Control이 26.3%로서 가장 높았고, 300 krad區가 6.2%로서 가장 낮았다. 또한 減少率은 線量과 깊은 關係를 가졌음을 알 수 있으며 이러한 傾向은 Mathur, Israel Atomic Energy Com-

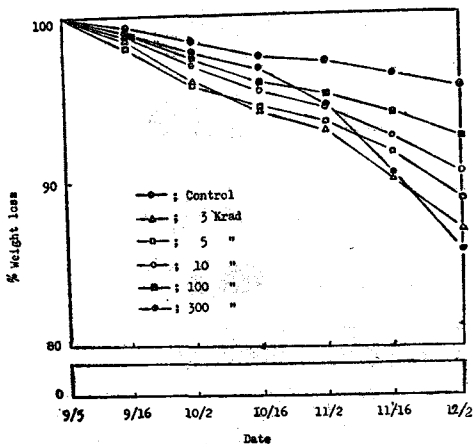


Fig 1 Changes in weight loss of irradiated garlic bulbs (from Muan) during storage

mission, Matsuyama¹⁶⁾ 등의 報告와도 大體로 一致한다. (Fig. 1)

3.2 成分變化

水分: 照射區의 貯藏初期 水分含量은 59~61%였으며 貯藏期間中 兩品種 모두 水分의 減量은 極히 微微하였다. 그러나 control 區는 初期의 水分含量이 61.6%였으나 貯藏末期에는 57.6%로서 4.0%가 減少하였다. 이러한 現象은 重量에서 나타난 바와 같이 照射區에 比하여 control 區가 重量 減少現象이 甚하였던 사실을 뒷받침하고 있다.

水溶性全糖: 水溶性全糖의 含量은 貯藏中全般的으로 減少하였다. 즉 照射直後의 含量은 乾物量으로 69.0~74.4%였으나 貯藏末期에는 60.0~65.1%로서 9.0~9.3%가 減少하였다. 또한 水溶性全糖의 減少傾向과 線量과의 사이에는 一聯의 關聯性을 發見할 수 없었다.

還元糖: control 區에 比하여 照射區가 若干 增加傾向은 보였으나 그量은 極히 微微 하였으므로 7線照射가 還元糖 含量에 큰 影響을 주었다고는 생각할 수 없다. (Fig 2)

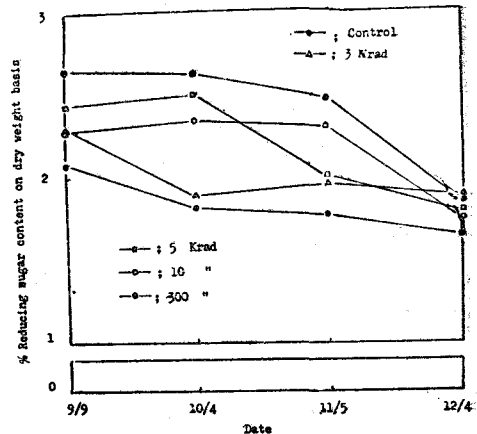


Fig 2 Changes in reducing sugar content of irradiated garlic bulbs (from Muan) during storage

緒方邦安¹⁷⁾ 등은 양파에 3~12Krad의 7線을 照射하였을때 糖含量에 影響이 없었다고 하였으며, SaL'kova¹⁸⁾는 마늘과 양파에서 60Krad까지는 糖의 增加가 없었다고 하였다. 또 그는 마늘과 양파에서 7線照射에 依한 polysaccharides의 분해는 일어나지 않았다고 報告하였다. 따라서 감자나 고구마와 같이 澱粉含量이 많은 서류와는 달리 다당류의 分解가 일어나지 않고, 照射에 依한 呼吸의 增加로 sugar의 含量이 減少하는 것으로 생각된다.

Total Ascorbic Acid: 貯藏中 全般的으로 甚한 減

少를 보였으며 특히 照射區는 貯藏 中 般期에 control 區에 比하여 減少率이 높았고 貯藏末期에는 control 區와 비슷하였다. 照射區에서의 減少率은 線量間의 차이가 없었으며 貯藏 4個月後의 含量은 11.2~11.7mg%로서 貯藏初期의 含量에 比하여 51.8%의 減少率을 보였다. (Fig. 3)

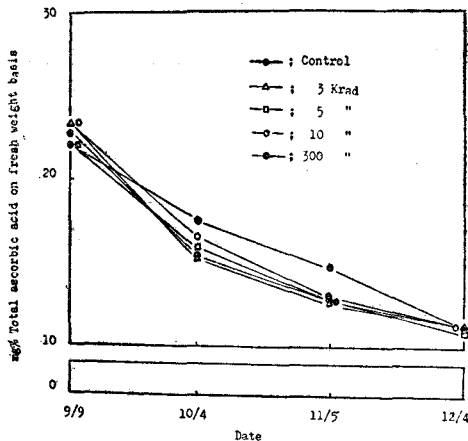


Fig. 3 Changes in total ascorbic acid content of irradiated garlic bulbs (from Muan) during storage

Nickerson¹⁹ 등은 시금치, 콩, Asparagus 등에서 Ascorbic Acid의 損失을 報告하였으며, Panalaks & Pelletier²⁰ 등은 貯藏溫度가 Ascorbic Acid의 減少에 가장 큰 要因이 된다고 하였다.

放射線에 對한 腐敗菌의 抵抗性: 마늘의 腐敗菌인 *Aspergillus niger* 와 *Aspergillus alliaceus*의 孢子 發芽率은 100 Krad 照射區에서 各各 68%, 40% 發芽하였으나 300Krad 照射區는 8%, 3%가 發芽하였고, 그 이상의 線量區에서는 發芽가 거의 없었다 (Table 2) (Photo 4).

Table 2 Sprouting percentage of spores (*Asp. niger* & *Asp. alliaceus*) irradiated by gamma-radiation.

Molds	Doses(Krad)						
	Cont	100	200	300	500	750	1,000
<i>Asp. niger</i>	100	68	35	8	+	-	-
<i>Asp. alliaceus</i>	100	40	25	3	+	-	-

그러므로 本實驗에서 發芽抑制의 最適線量으로 認定되는 5~10 Krad 線量 範圍內에서는 *Asp. niger* 및 *Asp. alliaceus*의 部分的 殺菌이 可能하여, 腐敗率을 低下하거나, 腐敗時期를 遲延할수는 있으나 完全 殺菌은 不可能한 것으로 생각한다.

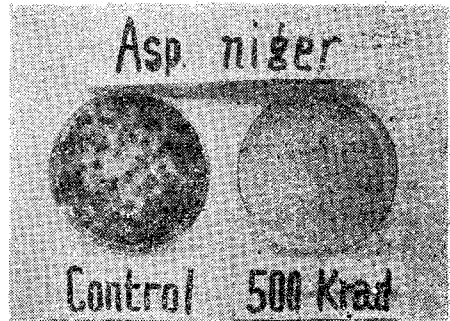


Photo 4 The comparison of germination between control & irradiated spores of *Asp. niger*.

4. 摘 要

마늘(*Allium Sativum L.*)의 貯藏中, 發芽로 인한 損失을 抑制하고 貯藏期間을 延長할 目的으로 韓國產 마늘에 ⁶⁰Co-γ 線을 照射하여 室溫에 貯藏하고 發芽抑制, 成分變化 및 腐敗菌에 미치는 γ 線의 影響을 調査하였다.

1. 茂安產 마늘의 休眠期間은 唐津產에 比하여 짧고, 發芽期가 빨랐다.
2. 兩品種間의 γ 線에 對한 抵抗性에는 差異가 있음을 認定하였다.
3. 10 Krad에서 兩品種 다같이 完全 發芽抑制가 可能하여, 唐津產은 5 Krad에서도 그 效果를 認定할 수 있었다.
4. 照射區에서 水分 및 重量의 減少率이 낮았다.
5. 300 Krad까지의 線量內에서는 糖含量의 增減에 큰 影響이 없었다.
6. *Aspergillus niger* 와 *Aspergillus alliaceus*는 300 Krad 照射에서 거의 發芽가 없었다.

參 考 文 獻

1. Stoll, A., & Seebeck, E.; *Helv. chem. Acta.*, **31**, 189(1948)
2. Stoll, A., & Seebeck, E. *Helv. chem. Acta.*, **32**, 197(1949)
3. Cavallito, C.J., & Bailey, J.H.; *J. Am. chem. Soc.* **66**, 1950(1944)
4. Cayallito, C.J. et al; *J. Am. chem. Soc.* **66**, 1952(1944)
5. 朴魯豐·金妍植·崔彥浩: 原子力研究論文集 第7輯 第2號 第2部 13(1967)
6. 岡上誠子·福谷マツア等: *Radioisotopes* **14**, 103

- (1965)
7. Uchiyama, Y; J. Japan. See. Hort. Soc. Hort. Sci 35, (1966)
 8. 岩田隆・緒方邦安 : Bull.Inst. chem. Res. Kyoto univ. 39, 112(1961)
 9. Mathur, P.B.; Int. J. Appl. Rad. Isotopes 14, 625(1963)
 10. 崔春彦 : 과학위보 1, 9(1956)
 11. 朴魯豊・金妍植・崔彦浩 : 原子力研究論文集 第7輯 第2號 第2部 7(1967)
 12. Ogata, K. et al.; Bull. Inst. chem. Res. Kyoto univ. 37, 125(1959)
 13. 岡山善雄 : Japan Soc. Hort. Sci. 35, (1966)
 14. Nou Pung Park, Eon Ho Choi, Young Mu Kim; Theses collection of IAEA visiting seminar on food irradiation. Seoul, Korea. p. 155 (Feb. 1969)
15. _____ Irradiation of Agricultural products. Israel Atomic Energy commission. Tel Aviv. IA-1128 pp.168—84 Nuclear Science Abstracts. 22(12): 23694(1968)
 16. Matsuyama, A.; Food Irradiation: IAEA p.772 (1966)
 17. 緒方邦安等 : 園藝學會雜誌 28, 143(1959)
 18. Sal'kova, E.G.; Dokl. Akad. Nauk. SSSR 149, 1203(1963) Nuclear Science Abstracts 17 (17): 28732(1963)
 19. Nickerson, J.T.R. et al; Food Technol 10, 305(1956)
 20. Panalaks, T. & Pelletier, O.; Food Res. 25, 39 (1960)