

Sprouting and Component Change of Cheju-Grown Onions after γ -ray Irradiation¹⁾

Yong-Bong Park^{1*} · Jai-Ha Kim¹ · Ki-Taek Kim²

^{1*}Dept. of Horticultural Science, Cheju National University, Cheju 690-756, Korea

¹Dept. of Food Science & Engineering, Cheju National University, Cheju 690-756, Korea

²Cheju provincial ATA Cheju 690-170, Korea

Abstract

For extension of storability, onion bulbs produced in Cheju Island were exposed to γ -ray irradiation at a dosage of 0, 3, or 6krad and stored in a natural cavern, or in low (2°C) or ambient temperature storage condition. Sprouting began from approximately five months in storage, regardless of storage condition, and increased as the storage period increased. From early August, sprouting as high as 50% occurred in the natural storage cavern, and 20% in ambient temperature storage when bulbs were treated with 0 krad γ -ray. However, bulbs treated with 3 or 6krad γ -ray did not show any sprouting until six months in storage. No significant weight loss was observed in all treatments until sprouting occurred from 40 days after the initiation of storage. Weight loss, however, increased remarkably after 40 days in storage, indicating that it was closely related to sprouting during storage. Bulbs stored at 2°C showed 5~10% rot, but were still edible. Percent rot reached to as high as 50% in bulbs unirradiated and stored at ambient temperatures after seven months, while it in irradiated bulbs reached to 5, 33, and 30% at 2°C, in a natural cavern, and ambient temperatures, respectively. Sugar contents slightly increased in irradiated bulbs in the later storage period under ambient temperatures, while sugar contents in *Allium* vegetables generally decrease in later storage if unirradiated. Sulfur content slightly increased in irradiated bulbs in the early storage period and decreased gradually in all treatments in the later storage stage.

Key words: γ -ray, low temperature, natural cavern, ambient temperature, storage

^{1*}Corresponding author

¹⁾ 이 논문은 1999년도 제주대학교 발전기금 학술연구비에 의해 연구하였음.

서 론

양파는 마늘과 더불어 우수한 건강식품의 하나로 전 세계적으로 널리 이용되는 채소류의 하나이다(Maxie et al., 1977). 제주지방에서 중요한 월동채소중의 하나인 양파는 제주지역 채소면적의 16%의 재배면적을 가지고 있으며 우리나라 전체적으로 볼 때 양파를 중심으로 다른 농산물이 일시에 다량으로 출하되고 있어 이것이 적절한 유통구조를 경유하여 연중 원만하게 소비자에게 공급되지 못하고 있을 뿐 아니라 생산농민들에게는 가격의 하락을 가져오는 문제점으로 대두되고 있다(Kim과 Jung, 1987).

여기에는 여러 가지 문제점이 있겠지만 그중 가장

중요한 것은 저장시설의 미비와 저장비용의 문제 및 저장기술 등을 들 수 있다.

제주지역에서는 소량의 양파를 저장할 경우 밭모퉁이에 돌을 쌓아올려 벽을 만들고 풀로 지붕을 덮어 소위 움을 만들어서 출하할 때까지 저장하는데 이러한 방법으로는 4개월 가량 저장할 수 있다.

다량을 저장하는 방법으로는 저온저장 시설이 갖추어진 창고에 넣어 약 0~5°C 정도에서 저장하는 것인데 이러한 방법으로는 이듬해 조생종 양파가 출하할 때 까지는 저장할 수 있으나 비용이 많이 드는 것이 흠이라 할 수 있다(Cho, 1984; Dallyn et al., 1959). 그밖에 발아억제제인 Maleric hydrazide(MH)를 양파 수확 20~25일 전에 포장에서 살포하는 것이다

(Paterson and Welterwar, 1959; Ferguson et al., 1955). 그리고 methyl bromide(MB)에 의한 훈증방법 (Ralph and Engeljohn, 2000) 등이 있다. Maxie et al.(1971)에 의하면 양파나 감자의 방사선조사가 이용면에 있어서나 식품의 품질면에 있어서 MB와 같은 화학약제와는 경쟁이 되지 않을 것이란 견해를 보이고 있지만 우리나라에서도 이러한 약제처리 시기가 장마철과 겹치게 되어 그 효과가 불분명하고 약제성분의 잔류 등으로 인하여 점차 이의 이용은 감소하는 추세에 있다.

이러한 방법 이외에 보다 경제적이고 효과적인 것으로 방사선을 조사하여 발아를 억제시킴으로서 저장성을 향상시키고 중량감소율도 낮출 수 있다(Park 등, 1972; Nuttal et al., 1961).

이미 1960년대부터 원예작물 저장에 방사선 처리 효과에 관한 연구가 전세계적으로 이루어져 왔는데 특히 인도, 파키스탄(West Palestine Agriculture Statistic, 1966), 필리핀 및 남미 등의 고온 다습한 지역의 국가들에서 많은 흥미를 가지고 있고 현재 실용화되고 있는 곳도 계속 늘어가고 있다.

1984년부터 현재까지 전 세계적으로 소련과 세계보건기구(WHO)를 포함한 여러 국가에서 양파저장을 위한 방사선 조사를 잠정적으로 혹은 완전히 국가적으로 허가하고 있으며 그 밖의 국가들도 허가준비를 위한 시험 및 test-marketing의 단계에 있다(Farkas, 1984). 실제 농가에서 이 방법의 보급이 성공한 사례는 Chile를 예로 들 수 있는데 이곳에서는 1983년도에 7개월간 실온 저장할 수 있는 농가보급실험의 성공에 힘입어 보다 광범위한 보급을 꾀하고 있으며(Rubio, 1983), 필리핀에서는 망고 등 다른 열대작물과 더불어 장거리 수송과 Test marketing 실험결과 역시 성공을 거두었다고 발표한 바 있다(Lustre, 1984).

인도에서도 양파가 연간 약 250~300만톤 정도 생산되는데 저장 중 발아 건조 및 부패 등에 의한 손실이 30~50%나 된다고 한다(Thomas, 1981). 따라서 방사선 조사에 의한 저장력의 개선은 전력에너지의 비용이 높은 이들 나라에서 거의 필수 불가결한 것으로 되어 있고 사정은 파키스탄, 방글라데시, 스리랑카, 동남아제국 및 남미 등지가 모두 비슷한 것으로 알려지고 있다.

우리나라에서는 이미 1972년도에 박 등(1972)에 의한 실험이 있었고 Cho 등(1985)에 의한 경제성 조사

등을 위한 실험이 있었다.

또한 FAO/WHO의 codex Alimentarius Commission (1984)에서는 양파에 대한 방사선조사량은 최고 15 krad를 추천하고 있으나 Canada 에서의 실험 결과 저선량과 고선량간에 별 차이가 없었다는 점(Macquene, 1963)과 6krad로도 양파의 발아억제가 가능하였다는 인도(Sudarsan, 1975a; 1975b)에서의 실험결과에 근거하여 비교적 낮은 선량인 3 krad와 6 krad의 조사에 의해서 발아억제의 가능성을 구명하고 동시에 제주지방의 산간지역에 많이 분포되어 있는 자연동굴의 서늘한 기후를 이용하여 저장 중에 발생하는 발아(Dallyn et al., 1955), 부패(Kameyama and Ito, 2000), 중량감소(Cho 등, 1982) 및 양파내의 성분변화(Esahi et al., 1992)를 관찰하고 자연동굴의 이용가능성을 타진하려고 본 시험을 수행하였다.

재료 및 방법

시험에 사용된 양파는 제주도 북제주군 구좌읍 세화리에서 재배된 만생종(천주황)을 사용하였고 저장 1주일 전에 한국 원자력 발전연구소(대전대덕단지)에서 0 krad, 3 krad, 6 krad를 조사하여 각 구당 약 200개씩 넣어서 상온(22~25°C), 저온(0~5°C) 및 동굴(20~25°C)에 1998년 6월부터 저장하였다.

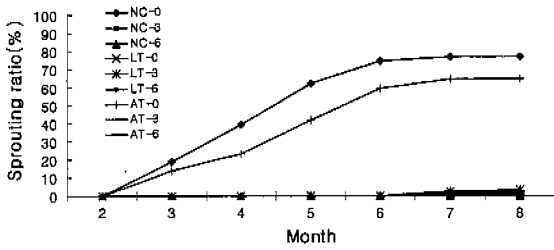
저장 중 발아율, 부패율 및 중량변화를 경시적으로 조사하였다. 성분분석 중 총당분석은 양파를 -70°C인 저온냉동고에 20일 동안 저장했다가 다시 freezer dryer에서 건조시킨 후 일정량을 칭량하여 분석시료로 사용하였다.

특히 Allium속 채소류에 많이 함유하고 있는 총유황(S)은 Magnesium nitrate방법으로 분석하였다.

결과 및 고찰

1. 발아율

양파저장에서 가장 문제시되는 손실은 발아에 의해서 식용이 불가능하게 되고 상품가치가 저하되는 것이다(Kim과 Jung, 1987). Okrad는 저장장소에 관계없이 발아율이 훨씬 증가하였고 그 중에서도 동굴에 저장한 것이 시간이 경과할수록 많아졌는데 저장 5개월(8월상순) 경에는 Okrad에서 동굴에 저장한 것은 50%, 상온



NC : Natural Carven, LT : Low Temperature (2°C), AT : Ambient Temperature

Fig. 1. Changes of percent sprouting during storage of inions at natural cavern (NC), low temperature (LT), and ambient temperature (AT) with γ -ray irradiation at 0, 3, and 6krad respectively.

에 저장한 것은 20%의 발아율을 보였고 모든 저장구에서 3 krad, 6 krad 처리한 것은 6개월까지 전혀 발아되지 않았다(Fig. 1).

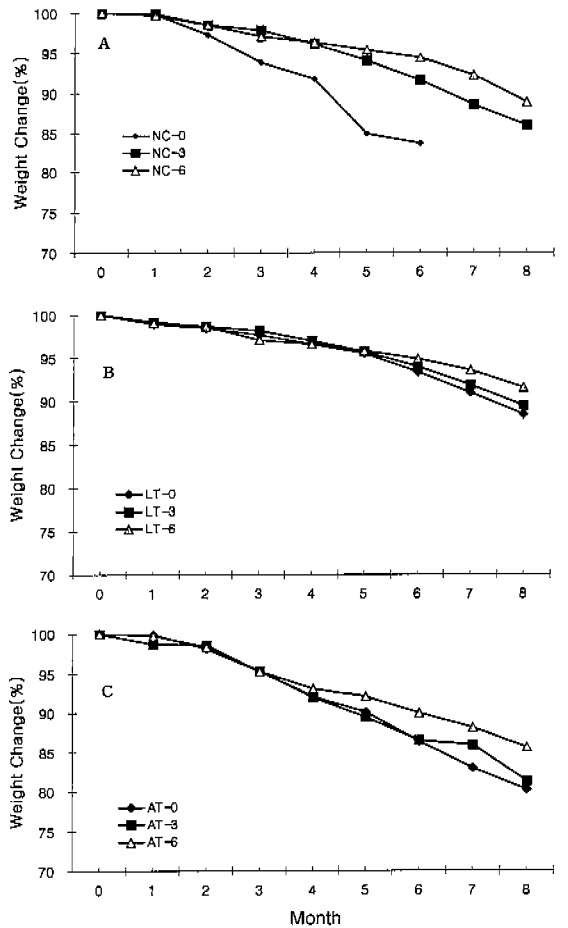
특히 동굴에 저장한 것 중 0 krad에서 발아율이 매우 높은 것은 그 당시 비가 많이 내려서 동굴내 습도가 95~98% 이상으로 높아진 탓이라 생각되었다. 이것은 Kim과 Jung(1987)이 상온저장이나 옴저장한 것은 0 krad에서는 저장 4개월 이후부터 발아가 시작되었지만 4 krad, 8 krad 모두에서 발아되지 않았다는 보고와 일치하고 있다.

Dallyn et al.(1959)은 4 krad에서는 발아가 조금 밖에 억제되지 않았으나 8 krad에서는 90%까지 발아율을 줄일 수 있다고 하였다(Nuttal et al., 1964).

감자(Khan, 1978)의 경우 감마선 처리 후 자연조건의 발아억제 효과는 10 krad를 조사하여 14~16°C의 온도와 60~75%의 습도에서 발아가 완전히 억제되었고 10 krad를 조사하면 저장온도에 상관없이 발아가 완전히 억제(Thomas, 1981) 되었으며 11.7 krad 조사에 의해서 10~11개월간 완전히 발아가 억제되었다는 결과나 12~15 krad 조사로 9개월간 저장까지도 발아, 부패 및 수축이 크게 감소(Sekharat et al., 1978) 되었다는 보고와 본 시험의 결과와는 다소 차이를 보였다.

그리고 양파와 감자에 방사선을 처리하고 5°C(박 등, 1972; Kameyama and Ito, 2000)에 저장하면 실온저장에 비하여 동일선량에서 발아율이 현저히 높았다는 다른 보고도 있다.

그러나 0~5°C 저온저장한 것은 9개월 이상 되어도 0 krad에서나 3 krad, 6 krad 모두에서 발아가 억제되었으나 에너지 소비 등의 경제적인 여건을 감안하고 또



NC : Nanral cavern, LT : Low temperature (2°C), AT : Ambient temperature

Fig. 2. Changes of weight loss during storage of onions at (A), (B), and (C), which were γ -ray at 0, 3 and 6krad, respectively.

한 4월부터는 조생종 양파가 생산되기 시작하는 것을 고려할 때, 저온저장을 제외한 동굴 및 상온저장에서는 방사선처리가 확실한 효과가 있었음을 알 수 있었고 Canada에서의 MacQueen(1963)의 보고에서도 2 krad로 조사했을 때도 12 krad로 조사했을 때와 같은 발아 억제 효과를 나타내었다고 하였다.

2. 중량감소

Fig. 2는 방사선 선량별 중량감소 효과를 나타낸 것이다. 중량감소는 발아와 밀접한 관계가 있는데 발아가 시작하기 전 40일까지는 0 krad, 3 krad 및 6 krad 모두에서 차이가 없었지만 발아가 시작되면서부터 중량이 급격히 감소하였다(Kim과 Jung, 1987).

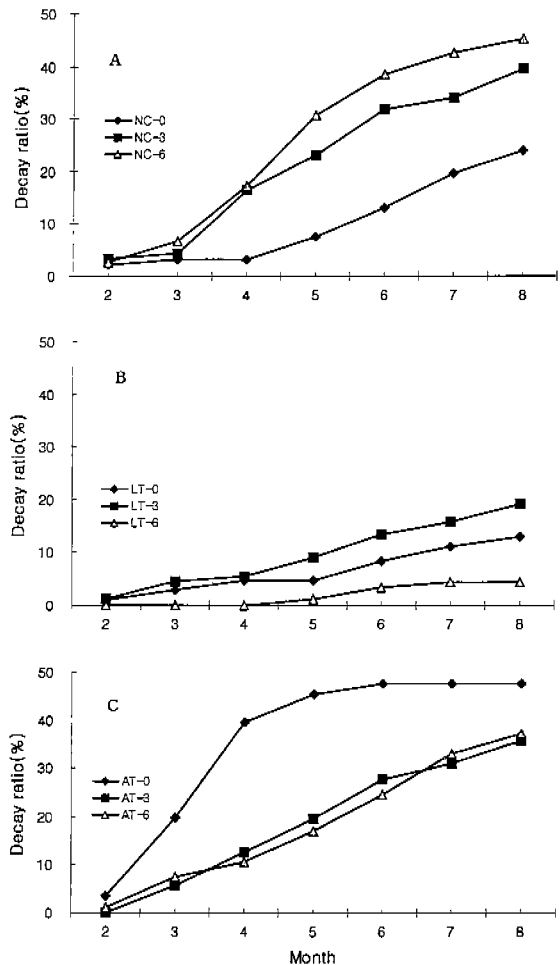
특히 동굴에 저장한 것은 0 krad가 중량감소율이 크게 떨어진 것은 그 당시 우기가 겹쳐 동굴내 습도가 높아 발아가 빨리 이루어져 체내 대사작용이 활발히 진행되어 에너지 소비가 많아졌기 때문이라 추정되었다.

저장 4개월이 경과한 후부터 점차 차이를 보이기 시작하였는데 저장장소에 관계없이 대조구(0 krad)가 더욱 감소하는 경향을 보였다. 5개월째 저장한 양파에 있어서 처리한 것과 처리하지 않은 것 중에서도 6krad 조사해서 저온에 저장한 것과 0 krad해서 자연 동굴에 저장한 것과의 사이에는 8~9%의 차이를 볼 수 있었다. 그러나 선량간의 차이에 있어서는 Uruguay에서의 실험결과(Martin, 1984) 저장기간이 지남에 따라 중량감소 현상이 방사선을 처리하지 않은 것은 부패현상이 급격히 촉진되었다고 보고한 바 있다. 마찬가지로 동굴에 저장한 것은 발아와 부패로 인하여 7개월 이후부터는 조사할 수 없을 정도로 발아가 심하였다. 조사선량간의 차이에 있어서도 10 krad나 5 krad 혹은 15 krad 조사한 것들 간에는 큰 차이가 없었다고 하였다(Kim과 Jung, 1987).

Park 등(1977)에 의한 국내실험에 있어서도 발아와 신장이 본격화되기까지는 조사한 것과 안한 것 사이에 큰 차이가 없다가 그 이후부터 차이를 보이기 시작하였고 선량간 차이에도 별 문제가 되지 않은 것으로 보고하였다. 또한 0~5°C의 저온저장한 것은 실험종류 기인 8개월 경과시까지도 발아나 중량감소율에 있어서도 별 뚜렷한 차이를 보이지 않은 것으로 나타났다(Fig. 2).

Khan and Wahid(1978)는 수확 2~8주 내에 120~150 kg의 양파에 5 krad를 조사하고 다음해 3~4월까지 저장했을 경우 감소율은 8~10%까지 감소하였고 양파의 발아, 양파의 중량감소 등은 상품가치와 직결되므로 앞으로 양파의 품종, 적합한 선량 및 습도에 관한 심도 있는 연구가 이루어져야 할 것으로 사료되었다.

저장중 방사선 처리에 의한 부패율의 정도는 Fig. 3과 같다. 저온저장에서는 부패율이 거의 5~10% 내외로 7개월 후에도 식용이 가능하였으며 상온에 저장한 것은 0 krad에서 50% 정도 부패하였고 3 krad, 6 krad를 조사한 것에서는 저온저장한 것은 5%, 동굴 저장한 것은 30~35%, 상온저장은 30% 정도의 부패율을 나타내었다. 원래 부패는 곰팡이 등 미생물에 의해서 발생하기 때문에 이들 미생물을 사멸하기 위해서



NC : Natural cavern, LT : Low temperature (2°C), AT : Ambient temperature
Fig. 3. Effect of γ-ray irradiation on % decay of onions during storage at (A), (B), and (C) after γ-ray irradiation at 0, 3 and 6 krad.

는 적어도 200 krad 이상의 높은 선량을 요구하기 때문에(Kim과 Jung, 1987) 처리비용과 저선량 조사에 의한 발아억제 실험과는 별 관계가 없는 것으로 생각되었다.

MacQueen(1963)도 발아억제용 저선량의 방사선 처리로 부패방지에 아무런 영향을 미치지 못했다고 발표한 것과 비슷한 경향이였다.

그러나 감자의 경우 비조사구에서는 6%, 10 krad에서 8%, 15 krad에서 6%(Dallyn et al., 1955), 그리고 적정선량보다 높은 20 krad에서는 20%의 부패율을 나타냈으며 Cho 등(1985)에 의하면 만생종 양파의 경우 8개월 동안 저장 후에 0 krad에서는 80% 이상

의 부패율을 그리고 4 krad 및 6 krad 에서는 15%의 부패율을 보였다는 보고와는 다소 일치하는 경향이였다.

3. 당함량

방사선 처리후 저장장소 및 저장기간에 따른 당함량은 Table 1과 같은데 저장 후 120일 정도에서 저온 저장에서는 0 krad 에서보다 3 krad, 6 krad 에서 증가했으나 처리간에 유의성은 없었다. 동굴에 저장한 것은 오히려 6 krad 처리한 것이 당함량이 극히 적은 경향을 보였다.

상온저장에서는 오히려 3 krad 조사한 것이 6 krad 조사한 것보다 당함량이 증가하였다. 이것은 근채류의 당함량의 변화는 방사선 선량이 8~10 krad 이상으로 높으면 총당함량은 오히려 감소하며(Cho 등, 1985),

저장용 양파와 감자 등의 총당의 변화는 방사선선량보다는 저장기간 및 저장온도가 양파의 총당함량에 더 큰 영향을 주며(Park 등, 1977) Maxie et al.(1997)은 10 krad 조사 후 10°C, 85~90% 습도의 조건에서는 7~8개월간 저장하는 동안 현저히 차이를 보이지 않았다고 보고한 바 있다.

방사선조사가 다당류의 변화에 미치는 영향에 대하여는 많은 연구가 있다(Woo, 1993; Farber, 1957). 즉 20 krad 이하의 선량으로 조사한 옥수수 및 감자의 현미경 관찰에서는 구조에 거의 변화가 인정되지 않았다고 했으며 동굴저장과 상온저장에서는 저장초기에는 3 krad, 6 krad 조사한 것이 0 krad 에서보다 다소 증가했으나(Table 1) 후기로 갈수록 역시 처리한 것이 양은 적으나 0 krad 보다는 증가한다는 사실을 알 수

Table 1. Effect of γ -ray treatment on sugar content in onion stored at low temperature (2°C), ambient temperature and natural cavern. (ppm)

Treatment	Month in Storage					
	2	3	4	5	6	7
LT-0 ²	1075.8b ^y	1043.6b	1023.9b	1043.6a	1023.9a	999.2ab
LT-3	1284.7a	1275.6a	1257.0a	1198.7a	1181.7a	1154.5a
LT-6	1344.8a	1339.6a	1269.8a	1167.2a	1098.9a	956.7b
NC-0 ²	1308.3a	1141.5a	1216.3a	1031.3a	-	-
NC-3	1120.4b	1142.4a	1081.0ab	1096.7a	1059.1a	1047.5a
NC-6	1039.7b	981.3b	1013.7b	949.8a	941.9a	-
AT-0 ²	-	866.9b	794.4b	700.7b	-	-
AT-3	-	1064.5a	1056.2a	981.2a	999.4a	958.1a
AT-6	-	953.3ab	938.6ab	853.3ab	782.2b	755.7b

²NC: Natural cavern, LT: Low temperature (2), AT: Ambient temperature

^yDuncan's multiple range test significant at 5% level within columns.

Table 2. Effect of γ -ray irradiation of total sulfur content for onion stored at low temperature, ambient temperature, and natural cavern. (%)

Treatment	Month in Storage					
	2	3	4	5	6	7
LT-0 ²	4.30a ^y	4.10a	3.50b	3.80ab	3.50b	2.90b
LT-3	4.20a	3.80b	3.50b	3.80ab	3.70ab	3.00b
LT-6	3.50b	3.60bc	4.00a	4.10a	3.80a	3.50a
NC-0 ²	3.40b	3.30b	3.30a	3.60a	-	-
NC-3	4.60a	3.60ab	3.60a	3.50a	4.30a	4.10
NC-6	3.40b	3.50a	3.50a	3.30a	4.00a	-
AT-0 ²	-	2.80b	2.80c	3.00c	-	-
AT-3	-	2.80b	4.10a	3.70ab	4.40a	4.70a
AT-6	-	3.90a	3.90ab	4.00a	4.60a	4.80a

²NC: Natural cavern, LT: Low temperature (2), AT: Ambient temperature

^yDuncan's multiple range test significant at 5% level within columns.

있었다. 이는 0 krad 에서 발아로 인한 물질 소모가 많이 일어나서 당을 더 많이 소모했기 때문인 것으로 판단되었다(Park 등, 1977).

4. 총 유향(S) 함량

저장 중 양파 내 유향함량은 Table 2와 같은데 저장장소에 관계없이 0 krad 에서는 저장후반기로 갈수록 적어지는 추세를 보였으며 저온에 저장한 것은 3 krad 및 6 krad의 선량간에는 다소 차이가 있었으나 저장 초기에는 유향함량이 증가하다가 12월 말경부터는 점차 감소하는 현상을 보였다.

상온 및 동굴에 저장한 것은 그 반대로 저장 후반기로 갈수록 증가하는 추세였으나 3 krad 및 6 krad 사이의 차이는 미미하였으며 저선량을 처리할 지라도 저장 중에 발아, 발근은 억제되었으나(Kim과 Jung, 1987), 저장 양파 및 감자의 성분변화는 거의 없었다(Kameyama and Ito, 2000).

유향은 유기물질에서 환원된 형태로서 결합되어 있고, 식물단백질 성분인 Cystein이나 호홉작용에 있어서 중요역할을 하고 있는 glutathion 또는 양파, 마늘(Farber, 1957) 등에 매운 맛을 가지고 있는 allyl류의 구성성분이고 주요 식물의 뿌리혹 형성에도 관여한다고 한다.

그러나 양파, 감자 등을 포함한 여러 식품 중에서 방사선을 처리한 것은 일정한 선량과 주위환경만 조절 되면 식품내의 주요성분은 변하지 않는다고 한(Takehisa, 1981) 보고도 있으며 이에 따라 정확한 선량과 온도, 습도, 저장기간 및 저장장소에 따른 정확한 실험이 요구된다.

Literature cited

1. Cho, H.O. 1984. Background for the food irradiation and approach to the preservation of foods by irradiation. KAERI-AR-169/83. p.53 (in Korean).
2. Cho, H.O., J.H. Kwon, and M.W. Byun. 1985. Evaluation of preservation and economic feasibility for the potatoes, onion, garlic and chestnut stored on experimental batches by combination with irradiation and natural low temperature. FAO/IAEA research coordination meeting on the Asian regional cooperative project on food irradiation. April, Seoul, Korea. p. 5-10 (in Korean).
3. Cho, H.O., M.W. Byun, and J.H. Kwon. 1982. Effect of irradiation time after harvesting and irradiation dose on its storability of potatoes. Korean J. Food and Nutrition 11(4):53-59 (in Korean).
4. Dallyn, S.L., R.L. Sawyer, and A.H. Sparrow. 1959. Effect of sprout inhibiting levels of gamma irradiation on the quality of onion. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 73:398-496.
5. Esashi, T., M. Hanai, and Y. Nakashima. 1992. Combined effects of irradiation, storage and cooking on the total vitamin C content of potato, The Final report of the food irradiation research committee for 1986-1991. The Japan Radioisotope Association. Tokyo, Japan (in Japanese).
6. FAO/WHO. Codex alimentarius commission. 1984. Codex general standard for irradiated foods and recommended international code of practice for the operation of radiation facilities used for the treatment of foods. Joint FAO/WHO food standard programme codex alimentarius commission Vol. XV-Ed.1. p. 12.
7. Farber, L. 1957. The chemical evaluation on the pungencing of onion and garlic by the content of volatile reducing substance. Food Tech. 11:621-624.
8. Farkas, J. 1984. Clearance for food. Irradiation granted in different countries of the world. 5th IFFIT training course handout material.
9. Ferguson, W., L.H. Lyall, and J.J. Jasmin. 1955. Effect of maleic hydrazide on vegetable onion storage. Can. Dept. Agr. Hort. Div. Progress. Rep., p. 159-165.
10. Kameyama, K. and H. Ito. 2000. Twenty-six years experience of commercialization on potato irradiation at Shihoro. Radiation Physics and Chemistry. 57:227-230 (in Japanese).
11. Khan, I. and M. Wahid. 1978. Food preservation by irradiation. IAEA-SM-221/48. No. 1. 63.
12. Kim, J.H. and C.J. Choung. 1987. A feasibility study on the preservation improvement of Jeju-grown onion using x-ray irradiation. Journal of Cheju National University 24:85-91 (in Korean).
13. Lustre, A.O. 1984. Outline for shipping and test market trial on irradiation commodities. 5th IFFIT training course material. L-172-1.
14. Macqueen, K.F. 1963. Sprout inhibition of vegetables using gamma radiation. Radiation preservation of foods. National Academy of Science-NRC Publication 1273. p. 127-140.
15. Martin, V. 1984. Technical and economical studies to install a food irradiation unit-potatoes and onion irradiation under Uruguayan conditions. 5th IFFIT training course material L-110.
16. Maxie, E.C., F.N. Sommer and G.E. Mitchell. 1971. Infeasibility of irradiating fresh fruits and vegetables. HortScience. 6:202-208.
17. Nuttal, V.W., L.H. Lyall, and R.F. McQueen. 1961. Some effects of gamma radiation on stored onions.

- Gamma radiation in Canada. 3:30-38.
18. Park, N.P., E.H. Choi, and K.E. Byun. 1972. Studies on the storage of onions by irradiation (I). Korea. J. Food Sci. Technol. 4(2):84-89 (in Korean).
 19. Park, N.P., Y.S. Kim., S.K. Kim, and C.O. Rhee. 1977. Studies on the preservation of Korean Chesnut by Gamma irradiation. Korean J. Food Sci. Technol. 9(1):36-40 (in Korean).
 20. Paterson, D.R and S.H. Weeterwar. 1959. Futher investigation on the use of maleic hydrazide as a sprout inhibitor for onion. Pro. Amer. Soc. Hort. Sci. 62:405-408.
 21. Ralph T.R., and D. Engeljohn. 2000. Food irradiation in the United States : irradiation as a phytosanitary treatment for fresh fruits and vegetables and for the control of microorganism in meat and poultry. Radiation Physics and Chemistry. 57:211-214.
 22. Rubio, T.C. 1984. Techology transfer of food irradiation techniques in a developing country. Chili. 5th IFFTT training Course material L-172-1.
 23. Sekharat, A and F. Sandret. 1978. Food preservation by Irradiation. No. 1. 83, IAEA-SM-221/29, IAEA, Vienna.
 24. Sudarsan, P. 1975a. Prospects of onion irradiation in India, proceedings of penal, Vienna. 18-22. Mar. organized by the Joint FAO/IAEA Division of Atomic Energy in Food and Agriculture. p.89-112.
 25. Sudarsan, P. 1975b. Prospects of onion irradiation in India. Requirements for the irradiation of food on a commercial scale. IAEA. Vienna. p. 89-95.
 26. Takehisa, M. 1981. Potato irradiation technology in Japan. Radiation Physics and Chemistry. 18:159-173 (in Japanese).
 27. Thomas, P. 1981. Prospects and problems of commercial irradiation of onion and potatoes in India. IAEA-SR-60/23. p. 41-49.
 28. West Palestin Agriculture Statistics. 1966. Series 2. Fruits and vegetables. Department of Agri. Government of Pakistan.
 29. Woo, S.K. 1983. Changes in physiological and chemical properties of the potatoes during storage. Korean J. Food and Nutrition 12(3):297-303 (in Korean).

γ-ray 조사에 의한 제주산 양파의 발아 및 성분변화

박용봉^{1*} · 김재하¹ · 김기택²

¹제주대학교 원예생명과학부, ¹식품공학과

²제주도 농업기술원

적 요

제주지방에서 양파 저장에 관한 γ-ray 처리와 저장장소에 대한 실험을 하였다. 발아율은 저온저장, 상온저장, 동굴저장에 관계없이 무처리 양파는 약 5개월 제부터 발아와 발근이 시작되었고 시간이 지날수록 증가하였으나 8월 상순경에는 0 krad 에서 동굴에 저장한 것은 50%, 상온에 저장한 것은 20%의 발아율을 나타내었다. 그러나 3 krad, 6 krad 처리한 것은 6개월까지는 거의 발아하지 않았다. 중량 감소는 발아와 밀접한 관계가 있는데 발아가 시작하기 전 40일까지는 모든 처리에서 차이가 없었지만 발아가 시작되면서부터 급격히 감소하였다. 저온저장한 것은 부패율이 약 5~10% 내외로 7개월 후에도 식용이 가능하였으나 상온에 저장한 것은 0 krad 에서 50%정도 부패한 반면 3 krad 및 6 krad를 조사한 것은 저온저장인 경우 5%, 동굴저장인 경우 30~35%, 상온에 저장한 것은 30% 정도의 부패율을 나타내었다. 방사선조사의 다당류 변화에 대한 연구는 비교적 많이 이루어졌는데 동굴저장과 상온저장에서는 저장초기에는 3 krad 및 6 krad 조사한 것이 0 krad 보다 다소 증가했으나 후기로 갈수록 역시 처리한 것이 양은 적으나 0 krad 보다 증가한 사실을 알 수 있었다. Allium속 채소류에 많이 들어있는 유허은 저장장소에 관계없이 0 krad에서는 저장후반기로 갈수록 적어졌고 냉장저장한 것은 3 krad 및 6 krad의 선량간에는 다소 차이가 있었으나 저장초기에는 유허함량이 증가하다가 12월 말경 부터는 점차 감소하는 경향을 보였다.

주제어 : 상온저장, 저온저장, 자연동굴, 동굴저장, 감마선