

양송이의 관능적 특성에 대한 감마에너지의 영향

권중호·변명우·김석원·양재승·차보숙*·조한옥
한국원자력연구소 식품조사연구실, *수원간호전문대학

Organoleptic Characteristics of Mushrooms (*Agaricus bisporus*) As Functions of Post-Irradiation Period

Joong-Ho Kwon, Myung-Woo Byun, Suc-Won Kim, Jae-Seung Yang,
Bo-Sook Cha* and Han-Ok Cho

Department of Food Irradiation, Korea Atomic Energy Research Institute, Seoul

*Department of Food Nutrition and Science, Suwon Nurses' College, Suwon

Abstract

Scoring difference test was applied for determining the organoleptic characteristics of mushrooms which was γ -irradiated in connection with the shelf-life extension. Irradiation at 1 to 3 kGy caused a significant softening of mushroom tissue ($p < 0.05$), but it showed no immediate influence on the overall appearance, flavor and taste of mushrooms. After 17 days of storage at $9 \pm 1^\circ\text{C}$ and $80 \pm 7\%$ RH, 2 to 3 kGy-irradiated mushrooms were significantly better than the nonirradiated control in the sensory properties such as appearance, texture, flavor and taste ($p < 0.01$). Organoleptic scores have shown that the irradiated samples are acceptable more than 17 days, compared to 7 days in the nonirradiated control.

Key words: mushroom(*Agaricus bisporus*), organoleptic characteristics, post-irradiation preservation

서 론

보건사회부에서는 1987년(감자, 양파, 마늘, 밥, 버섯)에 이어 1988년도에는 건조향신료(고추, 후추, 양파, 마늘, 파, 생강)에 대하여 감마선조사를 허가한 바 있으며, 또한 식품조사용 시설이 민간기업에 의해 준공(1987년 6월) 됨으로써 마침내 국내에서도 식품조사 기술의 산업화 시대가 시작되게 되었다^(1,2).

버섯은 이미 선진 여러 나라에서 속도지연을 목적으로 방사선조사가 실용화되고 있으며⁽³⁾, 국내에서는 그 동안 자연송이에 대한 부분적인 실험에서 감마선조사 효과가 인정됨에 따라⁽⁴⁾ 최근 건강식품으로 소비량이 증가되고 있는 버섯류의 속도지연과 품질보존을 위한 감마선에너지의 체계적인 이용 연구가 요구되어 왔다.

버섯은 자낭균류에 속하는 고등균류로서 최근 이에 대한 연구가 활발해짐에 따라 600여종의 균류가 정리 보고되었으나 현재 식용이 가능한 버섯은 30여종에 지나지

않고 있다⁽⁵⁾. 국내에서 생산되고 있는 주요 버섯은 표고(*Lentinus edodes*), 양송이(*Agaricus bisporus*), 느타리(*Pleurotus ostreatus*), 송이(*Tricholoma matsutake*), 싸리(*Ramaria botrytis*), 능이(*Sarcodon asparatus*), 영지(*Ganoderma lucidum*) 등이 있으며, 이들 중 신선도 유지나 보존상에 있어 어려움이 지적되고 있는 버섯은 양송이, 자연송이 및 느타리 등이라고 볼 수 있다.

신선버섯의 속도지연, 즉 상품적 가치를 유지시키는 방법으로는 저온저장^(6,7), pre-packing 법^(8,9) 및 항산화제 처리^(10,11) 등이 있으나 효과면이나 실용적 측면에서 기대에 미치지 못하고 있는 실정이다.

본 연구에서는 신선도 유지에 있어서 문제점이 지적되고 있는 생양송이에 대하여 전리방사선 이용을 위한 일련의 연구로서 감마선이 조사된 버섯의 저장기간 중 관능적 특성을 평가해 보았다.

재료 및 방법

시료

본 실험에 사용된 양송이(*Agaricus bisporus*)는 화이

Corresponding author: Joong-Ho Kwon, Department of Food Irradiation, Korea Atomic Energy Research Institute, P.O. Box 7, Cheongryang, Seoul, 130-650

트중(백색중)으로서 경기도 용인군에 소재하고 있는 삼풍농원에서 종균접종 후 43일간 배양된 것을 직접 구입하였다.

포장

시료의 감마선조사에 앞서 양송이를 골판지 상자(18×11×7cm)에 넣고 상자를 0.06mm 두께의 polyethylene film으로 겹 씌우기를 하여 실험하였다.

감마선조사 및 저장

포장된 시료의 감마선 처리는 저준위 Co-60 조사시설(7.4nBq)을 이용하여 시간당 400Gy의 선량률로 1, 2 및 3kGy를 각각 실온에서 3반복으로 실시하였다. 조사된 양송이는 9±1°C, 80±7% 상대습도에 20일간 저장하면서 관능검사 시료로 사용하였다.

관능검사

양송이 버섯에 대한 관능시험은 감마선조사 직후와 저장기간 중에 버섯의 외관(appearance)과 조리한 다음의 조직(texture), 향(flavor) 및 맛(taste)에 대한 기호도를 5점 채점시험(scoring difference test)⁽¹²⁾으로 평가하였으며, 이 때 채점은 5(대단히 좋다), 4(약간 좋다), 3(보통이다), 2(약간 나쁘다) 및 1(대단히 나쁘다)로 구분 평가토록 하였다. 조리방법은 Kovacs와 Vas⁽¹³⁾의 방법에 따라 잘게 썬 버섯 100g에 2% NaCl과 0.2% citric acid가 함유된 수돗물 1.5l를 가하여 10분간 가열한 뒤 온도를 50°C로 유지시키면서 향과 맛에 대한 검사시료로 사용하였다. 조직은 별도로 건져 찬물로 1회 수세하여 검사하게 하였으며 검사원은 관능검사에 경험이 있는 8명의 선발된 연구원을 대상으로 실시하였으며, 모든 항목에 대한 관능시험은 3회 반복하여

평균값을 얻었다.

이상의 관능검사 결과는 분산분석과 Duncan의 다범위검정으로 시료간의 유의차를 확인하였다.

결과 및 고찰

전반적 기호도

감마선이 조사된 양송이 버섯의 관능적 품질을 평가하기 위하여 조사 직후와 저장(9±1°C, 80±7% RH)기간 중 시료의 전반적 기호도를 5점 채점시험으로 평가해본 결과, 조사 직후에는 평균 관능평점이 3.72~4.22로 대조구가 가장 높고 3kGy 처리구가 가장 낮았다. 그러나 저장 17일 후에는 관능평점이 크게 낮아져 1.47~3.50 범위였으며, 처리구별 점수는 2 및 3kGy 처리구가 3.5내외, 대조구와 1kGy 처리구는 2.5 이하를 보여 품질이 크게 저하됨을 알 수 있었다(Table 1).

외관

수확된 직후 양송이의 외관을 5점으로 기준하여 감마

Table 1. Overall acceptability of γ -irradiated mushrooms (*Agaricus bisporus*) by scoring difference test^{a)}

Storage period (day)	Mean score			
	Control	1 kGy	2 kGy	3 kGy
0	4.22	3.88	3.82	3.72
17	1.47	2.54	3.47	3.50

^{a)}Sesory evaluation was conducted by eight members of panel for mushrooms during storage at 9±1°C and 80±7% RH. Sensory scores were 5, very good; 4, good; 3, fair; 2, poor; 1, very poor.

Table 2. F-values calculated by the analysis of variance and Duncan's multiple range test of scoring difference test for organoleptic quality of mushrooms (*Agaricus bisporus*) immediately after γ -irradiations^{a)}

Sensory parameters	F-value ^{b)}	Sample mean			
		Control	1 kGy	2 kGy	2 kGy
Appearance	0.78	4.50	4.38	4.25	4.25
Texture ^{c)}	4.20	4.63	3.88	3.88	3.88
Flavor	0.11	3.88	3.50	3.63	3.50
Taste	1.10	3.88	3.75	3.50	3.25

^{a)}Sensory evaluation was conducted by eight members of panel and sensory scores were 5, very good; 4, good; 3, fair; 2, poor; 1, very poor.

^{b)}F-value must exceed 3.07 to be significant at the 5% level and it must exceed 4.87 to be significant at the 1% level.

^{c)}Nonirradiated control sample is significantly different from the irradiated samples (p<0.05).

Table 3. F-values calculated by the analysis of variance and Duncan's multiple range test of scoring difference test for organoleptic quality of irradiated mushrooms (*Agaricus bisporus*) after 17 days of storage at $9 \pm 1^\circ\text{C}$ and $80 \pm 7\%$ RH^{a)}

Sensory parameters	F-value ^{b)}	Sample mean			
		Control	1 kGy	2 kGy	3 kGy
Appearance ^{c)}	52.00	<u>1.00</u>	<u>2.00</u>	<u>3.13</u>	<u>3.13</u>
Texture ^{c)}	36.96	<u>1.25</u>	<u>2.28</u>	<u>3.76</u>	<u>3.50</u>
Flavor ^{c)}	14.64	<u>2.13</u>	<u>3.00</u>	<u>3.50</u>	<u>3.75</u>
Taste ^{c)}	7.01	<u>1.50</u>	<u>2.88</u>	<u>3.50</u>	<u>3.63</u>

^{a)}Sensory evaluation was conducted by eight members of panel and sensory scores were 5, very good; 4, good; 3, fair; 2, poor; 1, very poor.

^{b)}F-value must exceed 3.07 to be significant at the 5% level and it must exceed 4.87 to be significant at the 1% level

^{c)}Nonirradiated control is underscored as it is significantly different from the others ($p < 0.01$). Samples underscored together exhibit no significant differences.

선이 조사된 시료에 대한 외관을 평가해 본 결과 조사 직후에는 유의적인 차이가 인정되지 않았다(Table 2). 그러나 저장 17일 후에는 외관의 차이가 1% 수준에서 유의성을 보여 처리구간의 유의차를 알아보기 위해 Duncan의 다범위 검정을 실시해 본 결과, 2 및 3kGy 처리구간에는 차이가 없었으나 그 밖의 처리구 즉, 대조구와 1kGy 조사구는 모든 다른 시료와 유의적인 차이를 나타내었다. 이는 곧 2 및 3kGy 조사구는 서로 차이없이 나머지 처리구보다 1% 수준에서 외관이 양호하였다는 결과였다(Table 3). 이와 같은 버섯의 외관에 대한 관능실험 결과는 기계적으로 측정된 버섯의 색도 특성과 아주 잘 일치하였으며⁽¹⁴⁾, 숙도지연을 위한 감마선조사는 저장 중 버섯의 백색을 효과적으로 유지시킬 수 있다는 보고와도 일치되었다^(6,15,16)

조직

신선버섯의 일반적 관능검사 방법에 따라 조리한 뒤 버섯의 육질(갓부분)에 대한 조직의 유연성(tenderness)을 평가해 본 결과, 조사 직후에는 5% 수준에서 비조사 대조구가 1~3kGy 조사구와 유의적으로 차이가 있음이 확인되었고(Table 2), 저장 17일 후에는 1% 수준에서 2 및 3kGy를 제외한 나머지 처리구간에서 유의적인 차이가 인정되었다(Table 3).

이는 과채류에 감마선을 조사하였을시 선량의 강도에 따라 일어날 수 있는 조직의 연화현상⁽¹⁷⁾으로서, 고선량 조사시에는 식품의 물성변화와 변색, 부패 등을 초래할 수 있으나 저선량조사의 경우에는 조직을 부드럽게 하는 효과로 설명될 수 있다. 본 실험에서의 결과는 1~3kGy 조사는 초기 양송이 버섯의 조직을 연화시키지 않

이와 같은 현상은 저장기간이 경과됨에 따라 감소정도가 낮아 조사버섯의 조직에 대한 기호도가 대조구보다 높게 나타났다.

변 등⁽¹⁸⁾은 감마선조사된 양송이의 조직을 rheometer에 의해 측정해 본 결과 선량의 증가로 견고도(firmness)가 비례적으로 감소되었으며, 10°C 내외에 저장된 시료는 대조시료가 저장 5일 이후부터는 조직이 급속히 연화되었으나 2~3kGy 조사구는 저장 10일 이후까지도 양호한 조직을 유지하였다고 보고한 바 있어 본 관능적 실험결과와 잘 일치하였다⁽¹⁴⁾.

향

조리한 양송이 버섯 시료의 온도를 50°C로 유지시키면서 전반적인 버섯의 독특한 향을 평가해본 결과, 조사 직후에는 처리구간에 향의 차이에 있어 유의성이 인정되지 않았으나(Table 2) 저장 17일 후에는 1% 수준에서 유의성이 인정되었다. 따라서 다범위검정을 실시한 결과 비조사 버섯은 나머지 시료와 유의적으로 차이를 보이면서 전반적인 버섯의 향이 나빠졌음을 보여주었다(Table 3). 이와 같은 결과는 기계적으로 측정된 휘발성 향기성분에 대한 결과와 다소 상치되나⁽¹⁴⁾ 감마선조사에 따른 일부 버섯 향기성분의 부분적인 변화는 버섯의 전반적인 향에는 영향을 주지 않으며 오히려 저장기간이 경과됨에 따라 2~3kGy의 감마선이 조사된 버섯은 외관, 조직 등을 비교적 신선한 상태로 유지함으로써 향에 대한 기호도를 높일 수 있는 것으로 생각되었다. 이는 버섯의 전반적 풍미와 전리방사선의 영향에 대한 Kovacs와 Vas⁽¹³⁾의 연구결과와 유사한 결과였다.

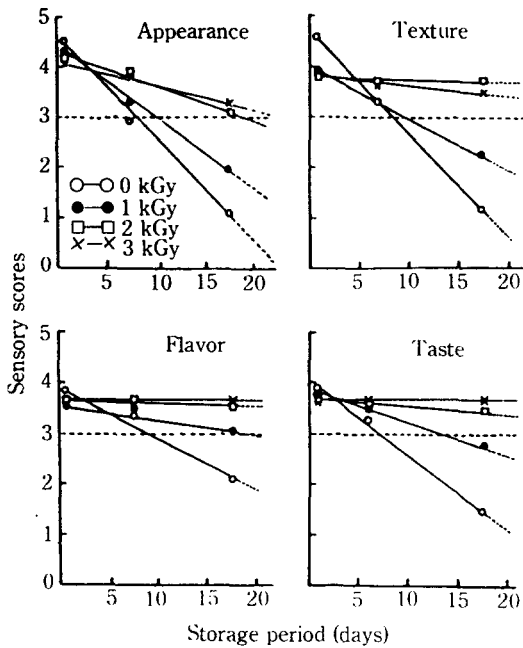


Fig. 1. Sensory scores of gamma-irradiated mushrooms (*Agaricus bisporus*) during storage at $9 \pm 1^\circ\text{C}$ and $80 \pm 7\%$ RH. Sensory scores are rated using a scale 1 to 5; where 5, very good; 4, good; 3, fair; 2, poor; 1, very poor

맛

감마선조사 직후와 저장기간 중 양송이 버섯의 갓 (pileus) 부분을 조리하여 버섯 고유의 맛에 대한 기호도를 채점시험으로 평가해 본 결과, 조사 직후에는 처리구간의 맛의 차이에서 유의성이 인정되지 않았으나 (Table 2), 저장 17일 뒤에는 1% 수준에서 유의성이 인정되었다. 처리구간의 유의차를 확인하기 위하여 Duncan의 다범위검정을 실시한 결과 비조사 버섯은 2 및 3kGy 조사 버섯과 맛에 있어서 유의적인 차이 ($p < 0.01$)가 있음이 확인되었고, 그 밖의 시료간에는 서로 차이가 없었다 (Table 3).

이상의 양송이 버섯에 대한 관능검사 결과에서 속도지연을 위한 2~3kGy의 감마선조사는 조사 직후 버섯의 조직을 연화시켰으나 ($p < 0.05$), 외관, 향 및 맛에 있어서는 처리구간에 유의적인 차이를 나타내지 않았다. 이와 같은 결과는 양송이에 대한 Kovacs와 Vas⁽¹³⁾, 자연송이에 대한 Aoki 등⁽¹⁹⁾의 감마선조사 버섯의 관능적 품질에 관한 보고와 일치하는 경향이었다.

한편, $9 \pm 1^\circ\text{C}$ 와 $80 \pm 7\%$ 상대습도하에서 17일간 저장된 양송이의 관능평가에서는 모든 검사항목 즉, 외관

($p < 0.01$), 조직 ($p < 0.01$), 향 ($p < 0.01$) 및 맛 ($p < 0.01$)에 있어서 처리구간에 고도의 유의차를 나타내어 평점 3을 가식기준으로 할 때 비조사 대조시료는 저장 후 5~7일이 경과하면서 식용이 불가능한 상태로 품질이 저하되었다. 그러나 적정선량 범위인 2~3kGy 조사구에서는 저장 17일 이후에도 비교적 양호한 상태의 관능적 품질이 유지된을 확인하였다 (Fig. 1)

요 약

양송이의 신선도 연장을 위한 감마선조사가 버섯의 관능적 특성에 미치는 영향을 채점시험으로 평가해 보았다. 1~3kGy의 감마선은 조사 직후 양송이의 건조도를 유의적으로 감소시켰으나 ($p < 0.05$), 시료의 외관, 향 및 맛에는 영향을 미치지 않았다. 저장기간 중 ($9 \pm 1^\circ\text{C}$, $80 \pm 7\%$ RH) 버섯의 관능적 품질평가에서 17일간 저장된 시료는 외관 ($p < 0.01$), 조직 ($p < 0.01$), 향 ($p < 0.01$) 및 맛 ($p < 0.01$)에 있어서 처리구간에 고도의 유의차를 나타내어 무처리 대조시료는 저장 후 1주 이내에 변질되었으나 조사구는 17일 이후에도 식용이 가능한 것으로 평가되었다.

문 헌

1. 보건사회부: 식품공전, 한국식품공업협회, 서울(1989)
2. 권중호: 전리방사선의 식품에의 이용, 식품과학과 산업, 22, 74(1989)
3. IAEA: Food processing by irradiation: world facts and trends. *IAEA News Features*, No. 5, 12(1988)
4. 조한옥, 변명우, 권중호: 방사선조사와 자연저온에 의한 송이저장, 한국식품과학회지, 16(2), 182(1984)
5. 임정환: 한국산 균류 총 목록, 한국균심연구소, p. 22(1968)
6. Gormley, R.: Chill storage of mushrooms. *J. Sci. Food Agric.*, 26, 401(1975)
7. Goodenough, P.W.: How chilled storage affects the physiology of mushrooms. *Mushroom J.*, 43, 208(1976)
8. Nichols, R. and Hammond, J.B.W.: Storage of mushrooms in pre-packs. *J. Sci. Food Agric.*, 24, 1371(1973)
9. Nichols, R. and Hammond, J.B.W.: Investigations on storage of pre-packed mushrooms. *Mushroom J.*, 24, 473(1974)
10. Markakis, P. and Embs, R.J.: Effect of sulfite and ascorbic acid on mushroom phenol oxidase. *J. Food*

- Sci.*, 31, 255(1967)
11. Beelman, R.B., Barden, C.L. and Edwards, C.G.: Total sulfur dioxide residuals in fresh mushrooms washed in sulfite solutions. *J. Food Protect.*, 51, 903(1988)
 12. Larmond, E.: *Methods for Sensory Evaluation of Food*, Canada Department of Agriculture, Publication 1284, Ottawa, p. 27(1973)
 13. Kovacs, E. and Vas, K.: Effect of ionizing radiations on some organoleptic characteristics of edible mushroom. *Acta Aliment.*, 3(1), 11(1974)
 14. Kwon, J.H., Cho, H.O., Byun, M.W., Yang, J.S. and Kim, S.W.: Approach to radiation preservation of mushrooms. *KAERI/RR-768/88*, p. 146(1988)
 15. Langerak, D.I.: The influence of irradiation and packaging upon the keeping quality of fresh mushrooms. *Mushroom Sci.*, 8, 221(1972)
 16. Skou, J.P., Bech, K. and Lundsten, K.: Effects of ionizing irradiation on mushrooms as influenced by physiological and environmental conditions. *Radiation Botany*, 14, 287(1974)
 17. Somogyi, L. and Romani, R.J.: Irradiation-induced textural change in fruits and its relation to pectin metabolism. *J. Food Sci.*, 29, 366(1964)
 18. Byun, M.W., Kwon, J.H., Cho, H.O., Cha, B.S., Kang, S.S. and Kim, J.M.: Effect of ionizing radiation on physiological characteristics of fresh mushrooms. *Korean J. Food Sci. Technol.*, 21, 669(1989)
 19. Aoki, S., Watanabe, H. and Sato, T.: Extending the storage life of mushroom "matsutake" by γ -irradiation. *J. Japan. Soc. Food Sci. Technol.*, 21, 290(1974)
-
- (1990년 2월 22일 접수)