

감마선과 Phosphine 처리가 백삼의 색도 및 관능적 품질에 미치는 영향

권중호[†] · 정형욱 · 변명우* · 양재승* · 이수정** · 김현구**

경북대학교 식품공학과

*한국원자력연구소

**한국식품개발연구원

Comparative Effect of Gamma Irradiation and Phosphine Fumigation on Color and Organoleptic Quality of White Ginseng

Joong-Ho Kwon[†], Hyung-Wook Chung, Myung-Woo Byun*,
Jae-Seung Yang*, Soo-Jeong Lee** and Hyun-Ku Kim**

Dept. of Food Science and Technology, Kyungpook National University, Taegu 702-701, Korea

*Korea Atomic Energy Research Institute, Taejon 305-600, Korea

**Korea Food Research Institute, Songnam 463-420, Korea

Abstract

Comparative effects of phosphine fumigation and gamma irradiation were evaluated on the qualities of white ginseng prepacked in a commercial laminated film in terms of water absorption, Hunter color parameters(L, a, b) and organoleptic properties(overall color/appearance, flavor) during 6 months of storage at ambient(20°C, 70% RH) and accelerated(40°C, 90% RH) conditions. Moisture content of packed white ginseng(initial 8.44%) linearly increased with storage period, thereby reaching to about 10% (r=0.9966) in ambient and more than 15%(r=0.9886) in accelerated conditions, respectively, at the 6th month of storage. The storage at severe conditions resulted in remarkable changes in Hunter's color values, decrease in whiteness(L) and increase in redness(a) and yellowness(b), while both treatments, phosphine and irradiation less than 5kGy, did not cause any significant changes in color parameters. Phosphine fumigation was shown detrimental to overall flavor of white ginseng(p<0.01), however organoleptic qualities of stored samples were effectively maintained by irradiation less than 5kGy(p<0.05). As the index on the quality of white ginseng stored at severe conditions its organoleptic quality was highly correlated with moisture content(r=-0.9777) and Hunter color values(over 0.9), suggesting the critical values of 15.5% moisture and 72.56, 7.15, 21.45 in Hunter's L, a, b values, respectively.

Key words: white ginseng, phosphine fumigation, irradiation, color, organoleptic quality

서 론

식품산업의 발달과 더불어 식품원료의 고품질 저장, 유통 및 가공을 위한 보다 효과적이고 안전한 기술의 수요가 증가되고 있다. 특히 건조식품 및 그 원료의 저장해충 관리와 미생물학적 품질개선에 이용되어온 살충·살균법들이 대부분 화학물질을 사용하는 훈증법이나 첨가제이므로 이들의 안전성과 처리식품의 품질에 미치는 영향에 대해서는 깊은 관심을 갖지 않을 수 없다(1-3).

인삼은 우리 나라의 대표적인 전통상품으로 국내 외적인 명성을 쌓아왔으며, 이를 뒷받침하기 위하여 제품의 품질을 엄격하게 검사하고 있다(4). 원료 인삼은 수확 후 가공 전처리 과정을 거치면서 다양한 미생물과 해충에 오염될 가능성이 매우 높으며, 따라서 인삼분말의 경우에는 검사기준에 부합하기 위하여 대부분 살균과정이 요구되고 있다(5). 그러나 원형삼의 형태인 백삼 등은 아직 미생물이나 해충에 대한 품질기준이 없으므로(6) 유통되고 있는 제품의 위생상태에 문제점이 발생할 수 있다(7). 따라서 백삼 등 건조 원형삼들은 대기

[†]To whom all correspondence should be addressed

중의 수분과 반응하여 hydrogen phosphide(PH₃, phosphine gas, MW 34.04)를 생성하는 aluminum phosphide(상품명: Epifume, AIP, MW 57.96) 등에 의하여 대부분 훈증처리되고 있다(3,7,8).

건조식품의 생물학적 품질개선을 위해 이용되는 훈증법들은 조작이 복잡하고 처리용량, 작업자의 안전, 2차오염, 환경공해 등의 측면에서 많은 문제점을 내포하고 있으며, 특히 처리식품의 품질과 처리효과에 있어서도 대체방안의 마련이 필요한 것으로 지적되고 있다(5,7-12).

본 연구에서는 전보(13,14)에 이어 백삼의 효과적인 생물학적 품질개선 방안을 연구할 목적으로 현행의 phosphine 훈증처리와 살충 및 살균 효과를 지닌 2.5~10kGy의 감마선 조사가 백삼의 색도 및 관능적 품질에 미치는 영향을 평가하고, 아울러 저장백삼의 관능적 품질을 바탕으로 품질지표 성분을 검토하였다.

재료 및 방법

시료

본 실험에서는 전보(13)와 동일한 백삼시료를 사용하였다. 저장시료는 시중에서 유통되고 있는 백삼과 동일하게 탈산소제(태풍겔(社)제품)를 넣어서 현행 백삼 포장재인 비닐백(nylon 15 μ m/polyethylene 75 μ m 접합 포장재)에 200g 단위로 포장하였으며, 이때 사용된 포장재의 특성은 두께 0.094mm, 산소투과도 68cc/m²·24hrs·atm, 투습도 7.45g/m²·24hrs이었다.

시료의 처리 및 저장

저장 백삼의 해충관리를 위하여 국내에서 가장 많이 사용되고 있는 aluminum phosphide를 상법(13)에 따라 처리하였다. 즉, 포장을 개봉한 백삼을 에피훴(epifume) 정과 함께 대형 데시케이터에 넣고 72시간 동안 밀폐 방치한 뒤 개봉하여 무균적으로 재포장하였다. 또한 백삼의 감마선 조사는 한국원자력연구소에 소재하는 Co-60 시설을 이용하여 실온에서 2.5~10kGy의 총 흡수선량($\pm 5\%$)을 얻도록 하였으며 흡수선량의 확인은 ceric cerous dosimeter를 사용하였다. 이상과 같이 처리된 시료는 무처리 대조시료와 함께 상온조건(20°C, 70% RH)과 가혹조건(40°C, 90% RH)에 각각 6개월 동안 저장하면서 주기적으로 실험에 사용하였다.

수분함량 측정

현행 접합포장재로 포장된 백삼시료의 수분함수 정

도를 알아보기 위하여 오산화인 데시케이터에 시료를 일정 기간 보관하여 초기수분량을 일정하게 조절한 다음 상온조건(20°C, 70% RH)과 가혹조건(40°C, 90% RH)에 각각 저장하면서 6개월 동안 시료의 수분함량을 105°C 상압건조법(15)에 의해 3회 반복 측정하였다.

기계적 색도 측정

감마선과 phosphine처리된 백삼의 기계적 색도(Hunter color parameter)는 분말화된(100mesh) 시료를 사용하여 color/color difference meter(model ND-1001 NP)에 의해 백색도(L, whiteness), 적색도(a, redness) 및 황색도(b, yellowness)를 각각 5반복 측정하여 평균값으로 나타내었다. 이때 표준백판(standard plate)의 L, a 및 b값은 각각 96.6, 0.4 및 3.3이었다.

관능적 품질 평가

Phosphine 훈증처리구와 감마선 조사구(2.5, 5, 10 kGy)의 관능적 품질, 즉 전반적 외관, 선택 및 향미의 검사는 처리 직후와 저장 후 2개월 간격으로 6개월 동안 선발된 8명의 검사원에 실시하였다. 관능검사 방법은 -18°C 이하에 저장된 동일시료를 기준(가장 좋다)으로 하여 6점 채점시험(scoring difference test; 6: 가장 좋다, 5: 매우 좋다, 4: 좋다, 3: 보통이다, 2: 나쁘다, 1: 아주 나쁘다)에 의하여 실시하였으며, 가식한계선은 평점 2.5로 설정하였고 관능검사 결과는 분산분석과 Duncan의 다범위 검정으로 시료간의 유의차를 확인하였다(16). 이때 백삼시료의 외관과 선택은 백삼 자체를 검사시료로 사용하였고, 전반적인 향미는 시료분말 4g을 2g의 설탕과 함께 100ml의 온수(60°C)에 녹여 검사시료로 제시하였다(17).

결과 및 고찰

수분함량의 변화

현행 포장백삼의 저장조건에 따른 수분함수량을 알아보기 위하여 초기수분함량을 일정하게 조절한 시료를 상온조건(20°C, 70% RH)과 가혹조건(40°C, 90% RH)에 각각 저장하면서 시료의 수분함량을 경시적으로 측정된 결과는 Fig. 1과 같다. 시료의 초기수분함량은 8.44%였으나 저장기간의 경과에 따라 수분함량이 직선적으로 증가되어 상온조건에서는 $y=0.3109x+8.2353$ ($r=0.9966$), 가혹조건에서는 $y=1.0249x+9.5347$ ($r=0.9886$)의 1차 함수식을 나타내면서 저장 6개월에는 상온조건이 10% 내외, 가혹조건이 15% 이상(흡수율 상수: 0.4946)

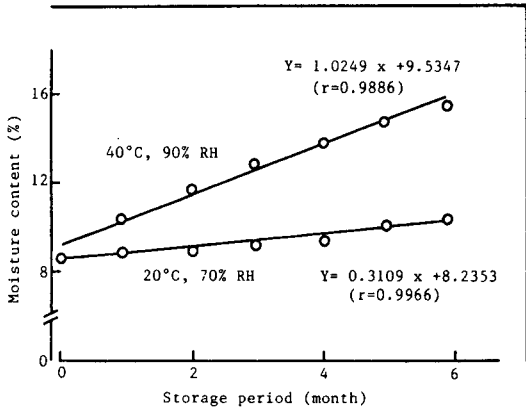


Fig. 1. Changes in moisture content of white ginseng packed in nylon 15µm/PE 75µm-laminated film during storage.

의 수분함량을 각각 나타내었다. 이와 같이 포장시료의 흡습속도는 저장온도 및 상대습도가 높을수록 증가하여 박 등(18) 홍삼제품에 대한 보고를 잘 뒷받침하였으며, 이상의 결과에서 볼 때 현행 포장백삼에 있어서는 저장 유통과정에서 흡습현상과 더불어 품질변화가 상당히 일어날 것으로 예상되었다.

색도의 변화

백삼의 장기저장시 외관적 품질저하의 주 원인은 갈변이다. 감마선 및 phosphine 처리된 백삼을 상온조건(20°C/70% RH)과 가혹조건(40°C/90% RH)에 6개월간 저장하면서 백색도(Hunter L값), 적색도(Hunter a값) 및 황색도(Hunter b값)를 기계적으로 측정된 결과는 Fig. 2~4와 같다. 먼저 처리직후 백삼의 색도는 감마선

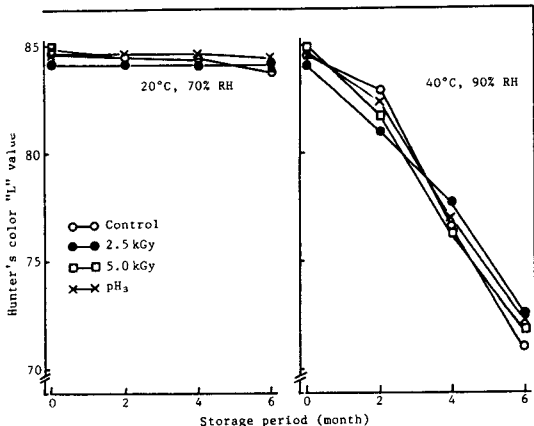


Fig. 2. Changes in Hunter's L value of white ginseng packed in nylon/PE-laminated film during storage.

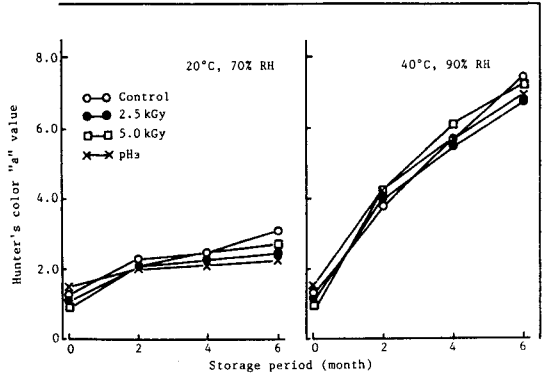


Fig. 3. Changes in Hunter's a value of white ginseng packed in nylon/PE-laminated film during storage.

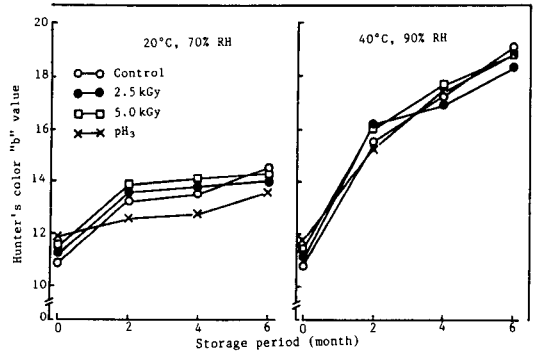


Fig. 4. Changes in Hunter's b value of white ginseng packed in nylon/PE-laminated film during storage.

조사선량의 증가와 phosphine gas 혼증에 의해 황색도와 적색도가 다소 증가되었다. 저장기간에 따른 변화에서 상온저장의 경우 4개월까지는 모든 시험군이 백색도에서는 저장초기와 거의 비슷한 값으로 변화가 있었으나, 적색도와 황색도는 다소 증가된 값을 나타내었다. 저장 6개월에는 특히 대조군이 다른 시험군에 비해 백색도의 감소와 황색도 및 적색도의 증가현상을 보였다. 가혹조건인 경우에는 저장 초기부터 심한 색도의 변화를 나타내었다. 저장 6개월에 백색도는 초기의 84~85범위에서 71~72범위로, 적색도는 초기의 1.0~1.5범위에서 6.6~7.4범위로, 황색도는 초기의 11~12범위에서 18~19범위로 색도의 큰 변화를 나타내었으며, 저장말기에 이를수록 대조군이 변화가 큰 것으로 나타났다(Fig. 2~4).

일반적으로 고선량의 방사선 조사는 식품의 변색을 초래하며(5,17) 혼증처리 역시 식품의 외관적 품질에 영향을 미치는 것으로 보고되고 있다(1,17). 이러한 결

과로 볼 때 백삼의 저장 중 색도변화는 고온다습 조건이 색도 유지에 악영향을 주는 가장 큰 원인이 되며, phosphine 훈증처리나 감마선 조사(5kGy)는 백삼의 변색에 유의적인 영향을 주지 않는 것으로 생각된다.

관능적 품질 변화

백삼의 생물학적 품질개선 및 저장 안정성 향상을 위한 감마선 조사와 phosphine gas 훈증처리가 저장 중 백삼 시료의 고유한 선택과 외관 및 전반적 향미에 미치는 영향을 관능적으로 평가해 본 결과는 다음과 같다.

먼저 처리 직후에는 외관과 선택에서 무처리구나 처리구 간에 유의적인 차이가 없었으나(Table 1, Fig. 5),

전반적 향미 검사에서는 phosphine 훈증처리가 대조군, 2.5kGy 및 5kGy 조사구보다 낮은 기호도($p < 0.01$)를 나타내었다(Table 2, Fig. 6). 또한 처리 후 저장조건과 저장기간에 따른 관능적 품질평가에서는 20°C/70% RH 상온조건의 경우 외관 및 선택은 저장 4개월에 5 kGy 조사구가 가장 좋은 품질을 나타내었으며($p < 0.05$), 전반적 향미에서는 phosphine 훈증처리구가 대조구, 2.5kGy 및 5kGy 조사구에 비해 기호도($p < 0.05$)가 낮았다(Table 2, Fig. 6). 40°C/90%RH의 가혹조건의 경우 외관과 선택은 색도변화 시험결과와 동일한 경향으로, 저장 3개월에 20°C/70%RH 상온조건의 6개월 저장보다도 더 낮은 기호도를 나타내었다.

Table 1. Mean sensory score and F-value by the analysis of variance and Duncan's multiple range test for organoleptic properties on overall color and appearance of white ginseng packed in nylon 15 μ m/PE 75 μ m-laminated film during storage

Storage condition	Storage period (month)	Treatment					F-value
		Control	2.5 kGy	5 kGy	10 kGy	PH ₃	
20°C/70% RH	0	5.75 ¹⁾	5.88	5.75	5.88	5.88	0.240
	2	5.51	5.45	5.50	5.39	5.54	0.271
	4	5.00 ^{a2)}	4.88 ^a	5.50 ^b	5.13 ^a	5.00 ^a	3.280*
	6	4.88	5.00	4.88	4.75	4.75	0.375
40°C/90% RH	0	5.75	5.88	5.75	5.88	5.88	0.240
	2	5.31	5.40	5.28	5.13	5.20	0.460
	3	4.13	3.75	4.13	4.38	4.13	1.290
	4	3.12 ^a	3.87 ^b	3.13 ^a	3.25 ^a	3.00 ^a	4.850**
	5	3.00 ^b	3.62 ^a	2.84 ^{bc}	2.37 ^{cd}	2.75 ^c	5.700**
	6	1.75 ^b	2.38 ^a	2.75 ^a	2.25 ^{ab}	2.63 ^a	7.110**

¹⁾Sensory evaluation was conducted by eight panelists using scoring difference test and sensory scores were 6, excellent; 5, very good; 4, good; 3, fair; 2, poor; 1, very poor.

²⁾Mean scores within the row followed by the same letter are not significantly different at the 5% or 1% level using Duncan's multiple range test.

* $p < 0.05$ in ANOVA test, ** $p < 0.01$ in ANOVA test

Table 2. Mean sensory score and F-value by the analysis of variance and Duncan's multiple range test for organoleptic properties on overall flavor of white ginseng packed in nylon 15 μ m/PE 75 μ m-laminated film during storage

Storage condition	Storage period (month)	Treatment					F-value
		Control	2.5 kGy	5 kGy	10 kGy	PH ₃	
20°C/70% RH	0	5.63 ^{1)a2)}	5.63 ^a	5.63 ^a	5.25 ^{ab}	4.88 ^b	5.63**
	2	5.30	5.33	5.33	5.10	4.83	1.27
	4	4.87	5.12	5.25	5.00	4.75	1.29
	6	4.63 ^a	4.75 ^a	4.50 ^{abc}	4.00 ^{bc}	4.13 ^c	3.00*
40°C/90% RH	0	5.63 ^a	5.63 ^a	5.63 ^a	5.25 ^{ab}	4.88 ^b	5.63**
	2	4.95	4.95	4.95	4.75	4.60	0.49
	4	3.50	3.75	3.87	3.50	3.50	0.50
	6	2.75 ^b	3.25 ^a	3.25 ^a	2.88 ^b	2.75 ^b	3.75*

¹⁾Sensory evaluation was conducted by eight panelists using scoring difference test and sensory scores were 6, excellent; 5, very good; 4, good; 3, fair; 2, poor; 1, very poor.

²⁾Mean scores within row followed by the same letter are not significantly different at the 5% or 1% level using Duncan's multiple range test.

* $p < 0.05$ in ANOVA test, ** $p < 0.01$ in ANOVA test

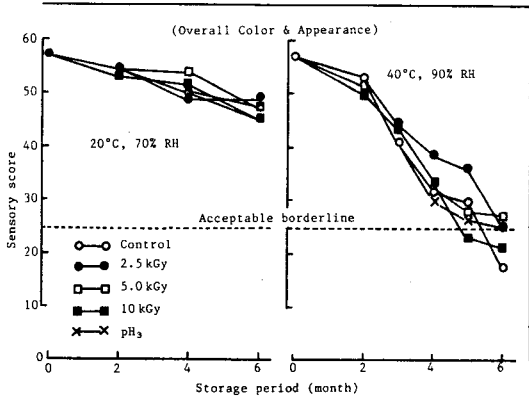


Fig. 5. Changes in organoleptic properties on overall color and appearance of white ginseng packed in nylon 15 μ m/PE 75 μ m-laminated film during storage. Sensory scores are 6, excellent; 5, very good; 4, good; 3, fair; 2, poor; 1, very poor.

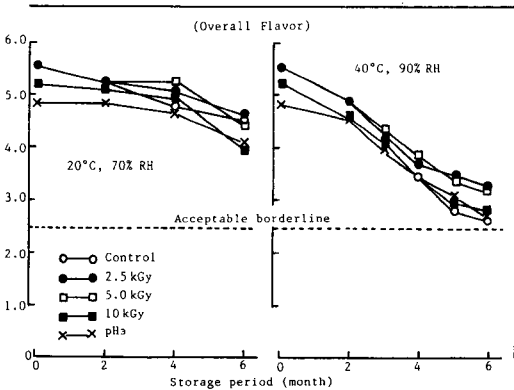


Fig. 6. Changes in organoleptic properties on overall flavor of white ginseng packed in nylon 15 μ m/PE 75 μ m-laminated film during storage. Sensory scores are 6, excellent; 5, very good; 4, good; 3, fair; 2, poor; 1, very poor.

전반적으로 볼 때 저장 4개월 이후부터는 2.5kGy 및 5kGy 조사구가 대조구 및 phosphine 훈증처리구보다 우수한 관능적 품질을 보였으며, 대조구와 10kGy

조사구는 저장 6개월 이전에 상품적 가치($p < 0.01$)가 상실되었다(Table 1, Fig. 5). 백삼의 향미에 있어서도 저장 6개월에 2.5kGy와 5kGy 조사구가 대조구나 phosphine 훈증처리구에 비해 5% 수준에서 우수한 기호도를 나타내었다(Table 2, Fig. 6). 이와 같은 결과는 수분 흡수에 의한 저장수명 예측 결과(7,13)나 기계적 색도 측정 결과와 잘 일치하였다.

품질지표성분 설정

저장 백삼의 관능시험 결과를 바탕으로 하여 고온·다습조건에서 백삼을 저장할 경우 품질 유효지표 성분으로 판단되는 몇가지 인자를 확인해 보았다. 먼저 저장된 백삼의 관능평점을 X로 하고 수분함량과 Hunter's color parameter(L, a, b) 값을 Y로 하였을 때 이들간의 상관계수(r)와 1차 함수식을 도출하였다(Table 3). 수분함량이 9% 이하로 건조된 백삼의 저장 중 흡수에 의한 수분함량의 증가는 관능적 품질변화와 고도의 유의 상관을 보였고($r = -0.977$), 그 한계치는 약 15.5%로 나타났다. 또한 백삼을 분말화하여 색도를 기계적으로 측정하였을 때 그 수치와 관능평점과의 상관계수는 백색도(L) 0.992, 적색도-0.968 및 황색도-0.903으로 모두 고도의 상관관계를 나타내어 저장백삼의 품질평가를 위한 유효지표 성분이 될 수 있음을 시사하였다.

이상의 결과를 종합해 보면 현행 백삼의 살충제로 사용되는 phosphine gas는 살충효과는 양호하나(7,8, 13) 백삼의 관능적 품질에 상당한 영향을 미치는 것으로 나타났다. 그러나 5kGy 이하의 감마선 조사는 살충, 살균효과는 물론 백삼의 색도 및 관능적 품질에 영향을 미치지 않으면서 위생적 품질개선과 저장안정성을 향상시킬 수 있는 것으로 평가되었다.

요 약

백삼의 생물학적 품질개선을 위해 처리된 phosphine 과 감마선이 시료의 색도 및 관능적 품질에 미치는 영향을 조사하기 위하여 현행 집합포장재에 의해 포장된

Table 3. Correlation of organoleptic qualities with variables in white ginseng packed in nylon/PE-laminated film during storage at 40°C/90% RH

Quality parameters	Regression equation ¹⁾	Correlation coefficient(r)	Critical level ²⁾
Moisture content(%)	$Y = -1.774X + 19.887$	-0.977	15.50
Hunter's color L value(whiteness)	$Y = 4.064X + 62.442$	0.992	72.56
Hunter's color a value(redness)	$Y = -1.774X + 19.900$	-0.968	7.15
Hunter's color b value(yellowness)	$Y = -1.994X + 23.939$	-0.903	21.45

¹⁾Y=variable, X=organoleptic quality

²⁾Values were calculated from the data on organoleptic acceptability.

시료를 상온조건(20°C, 70% RH)과 가혹조건(40°C, 90% RH)에 각각 6개월간 저장하면서 흡습량, 기계적 색도 및 관능적 품질(색택/외관, 향미)을 평가하였다. 저장 중 포장백삼의 수분함량은 초기에 8.44%였던 것이 직선적으로 증가하여 6개월 저장 후 상온조건에서 10% 내외($r=0.9966$), 가혹조건에서 15% 이상(0.9886)의 흡습현상을 보였다. 백삼의 기계적 색도는 고온·다습 조건에서 저장기간의 경과에 따라 백색도(L)의 감소와 적색도(a) 및 황색도(b)의 증가현상을 뚜렷이 나타내었으며, 5kGy 이하의 감마선 조사와 phosphine 훈증처리는 백삼의 색도에 유의적인 변화를 초래하지 않았다. 관능적 품질에 대한 영향에서 phosphine처리하는 백삼의 전반적인 향미의 변화를 가져왔다($p<0.01$). 그러나 5kGy 이하의 감마선 조사는 저장백삼의 향미, 외관 및 색택을 효과적으로 유지시켰다($p<0.05$). 품질변화가 심한 가혹조건에서 백삼의 관능적 품질을 기준으로 품질지표 유효성분을 확인해 본 결과, 수분함량의 변화는 부의 상관($r=-0.9777$)을 보이면서 한계수분이 15.5%로 나타났다. 또한 기계적 색도변화는 관능적 품질과 0.9 이상의 상관관계를 보이면서 Hunter 색체계의 L값 72.56, a값 7.15, b값 21.45의 한계치를 나타내었다.

감사의 글

본 논문은 과학기술부 원자력 연구개발과제의 일부이며 지원에 감사드립니다.

문헌

- Vajdi, M. and Pereira, R. R. : Comparative effects of ethylene oxide, γ -irradiation and microwave treatments on selected spices. *J. Food Sci.*, **38**, 893(1973)
- Kwon, J. H., Kim, S. W., Byun, M. W., Cho, H. O. and Lee, G. D. : Determination of ethylene oxide residue and its secondary products in powdered food (in Korean). *J. Fd. Hyg. Safety*, **9**, 43(1994)
- 하재호 : 건조제품에 있어 epifume(hydrogen phosphide)의 잔류량 분석과 품질에 미치는 영향에 관한 연구. *식품기술*, **4**, 30(1991)
- The Ministry of Health and Welfare in Korea : Food Standard Code. Seoul, p.507(1997)
- Kwon, J. H., Cho, H. O., Byun, M. W., Kim, S. W. and Yang, J. S. : Development of irradiation techniques for quality improvement of ginseng products (in Korean). *KAERI/RR-905-90*, The Ministry of Science and Technology in Korea, p.86(1990)
- 대한민국 인삼사업법 시행규칙. 재무부령 제 1834호(1990. 9. 15)
- Kwon, J. H., Cho, H. O., Byun, M. W., Kim, S. W., Yang, J. S. and Lee, S. J. : Development of irradiation techniques for quality improvement of ginseng products (in Korean). *KAERI/RR-905-91*, The Ministry of Science and Technology in Korea(1991)
- 성현순, 김상달, 도재호, 류순자 : 인삼제품품질향상 및 제품개발. 한국인삼연초연구원 보고, p.77(1982)
- Drake, S. R. and Mattheis, J. P. : Methyl bromide time and temperature of exposure on apple quality. *J. Food Proc. Pres.*, **14**, 85(1990)
- United States Environmental Protection Agency, Office of Pesticide Programs, Ethylene dibromide : Amendment of notice to cancel registration of pesticide products containing ethylene dibromide. *Fed. Regist.*, **49**, 14182(1984)
- Moy, J. H. : Irradiation as a possible substitute to chemical fumigation of food. Practical Application of Food Irradiation(Proc. Seminar, Shanghai, 1986), *IAEA-TECDOC-452*, IAEA, Vienna 17-34(1988)
- Rangaswamy, J. R. : Simple spectrophotometric method for determination of phosphine residues in wheat. *J. Assoc. Off. Anal. Chem.*, **67**, 117(1984)
- Kwon, J. H., Chung, H. W., Byun, M. W. and Lee, S. J. : Biological quality and storage characteristics of gamma-irradiated white ginseng. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.*, **28**, 40(1999)
- Kwon, J. H., Byun, M. W., Kim, K. S. and Kang, I. J. : Comparative effects of gamma irradiation and phosphine fumigation on the quality of white ginseng. *Radiat. Phys. Chem.*, Submitted(1999)
- AOAC : *Official methods of analysis*. 15th ed., The association of official analytical chemists, Washington, D.C., USA, p.725(1990)
- Larmond, E. : *Methods for sensory evaluation of foods*. Canada Department of Agriculture, Publication 1284, p.27(1970)
- Kwon, J. H., Belanger, J. M. R. and Pare, J. R. J. : Effects of ionizing energy treatment on the quality of ginseng products. *Radiat. Phys. Chem.*, **34**, 963(1989)
- Park, K. D., Kim, W. J., Choi, J. H., Yang, J. W. and Sung, H. S. : Equilibrium relative humidity(ERH) relationships of red ginseng products. *Korean J. Ginseng Sci.*, **5**, 1(1981)

(1998년 6월 12일 접수)