

감마선과 Methyl Bromide 처리된 팥과 녹두의 수침에 따른 용출 특성

노미정 · 권중호 · 변명우*
경북대학교 식품공학과, *한국원자력연구소

Water-Soluble Components of Small Red Bean and Mung Bean Exposed to Gamma Irradiation and Methyl Bromide Fumigation

Mijung Noh, Joong-Ho Kwon and Myung-Woo Byun*
Department of Food Science and Technology, Kyungpook National University
*Korea Atomic Energy Research Institute

Comparative effects of gamma irradiation and methyl bromide (MeBr) fumigation on water-soluble components of small red bean and mung bean were investigated. The levels of soluble solid and reducing sugar of soaked water at 20°C for 16 h definitely increased as irradiation dose increased, which was more apparent in small red bean than in mung bean. But, their levels of MeBr-fumigated sample showed a similar result to those of the control, except for soluble solid of small red bean. The pH of soaked water was insignificantly different among treatments. The decrease in lightness (L value) and the increases of redness (a value) and yellowness (b value) were remarkable as irradiation dose increased, which was more significant in fumigated samples. The ΔE values of fumigated sample showed almost equaled to those of 10 kGy in red bean and 30 kGy in mung bean, respectively. Gamma irradiation caused the increase in free amino acids of soaked water, that mainly consisted of asparagine, glutamic acid, and valine, while fumigation reduced their contents. The extractables in soaked water, such as soluble solid and reducing sugar, showed a highly positive correlation with irradiation dose applied.

Key words : small red bean, mung bean, gamma irradiation, methyl bromide, water soluble

서 론

팥(小豆, 赤豆, small red bean)의 식품재료적 가치는 팥밥, 팥죽, 떡고물, 빵, 양갱 등의 제조원료로 주로 사용되고 있으며, 특히 비타민 B₁이 다른 두류에 비해 많이 함유되어 있어 쌀에 섞으면 이상작이며 전통적으로 각기병, 신장염, 숙취 등에 효험이 있는 것으로 알려져 있다^(1,2). 녹두(綠豆, green gram, mung bean)는 향미가 좋고 전분질이 우수하여 녹두빈대떡, 청포묵, 떡고물, 녹두죽, 숙주나물 등으로 이용되고 있으며, 몸을 차게 하는 특징으로 해열, 고혈압 등 물을 많이 마시는데, 그리고 더위로 설사하는데 삶은 즙을 마시면 효과가 뛰어나다고 전해지고 있다^(1,2).

팥과 녹두는 당질과 단백질 함량이 높고 섬유질이 많아 조직이 단단하므로 조리시 오래 삶아야 하는 불편이 있다. 이들은 수확 후 건조된 상태로 저장하면서 침지와 가열과정을

거쳐 가공·조리하게 된다. 침지는 조직을 연하게 하여 조리·가공 시간을 단축시키는 효과가 있으며, 가열은 소화해 인자나 콩 특유의 비린 냄새에 관련된 효소를 불활성화시키고 조직을 연하게 하여 기호성을 증진시켜 준다^(3,4). 이와 같이 두류의 식품가공을 위한 침지 과정은 필수적이나, 장시간의 침지나 환경적인 요인으로 인하여 침지 중 수용성 영양소의 손실은 경제적 불이익을 초래하게 된다^(3,5).

팥과 녹두의 생산량은 96년 18,774톤과 3,479톤이던 것이 99년에는 13,002톤과 2,283톤으로 감소하는 추세이며, 수입량은 1998년 대비 1999년에 팥 66%, 녹두 140%의 증가율을 보이면서 교역량이 증가되고 있다⁽⁶⁾. 농산물의 교역에 있어서는 검역의 중요성이 강조되고 있으며, 녹두는 검역대상 해충과 관련하여 완전한 검역처리기술이 요구되는 농산물이다⁽⁷⁾. 팥과 녹두는 수확 후 충해가 심하여 저장 중 철저한 해충관리가 요구되며, 현재 저온보관이나 훈증제를 사용하여 관리하고 있으나 근본적인 대책이 되지 못하고 있다⁽⁸⁻¹⁰⁾.

팥과 녹두 등 건조농산물의 현행 검역관련 해충의 살충방법은 methyl bromide(MeBr)이지만 이 훈증약제는 오존층 파괴물질로 판명되면서 주요 국가들에 의해 사용이 규제되고 있다⁽¹¹⁾. 우리 나라에서도 MeBr는 신선과채류 등 신선농산물에는 사용이 이미 금지된 바 있으며, 2005년에는 국제적으로

Corresponding author : Joong-Ho Kwon, Department of Food Science and Technology Kyungpook National University Taegu 702-701, Korea
Tel : 82-53-950-5775
Fax : 82-53-950-6772
E-mail : jhkwn@knu.ac.kr

사용이 불가능하게 될 전망이다^(9,11,12). 이에 따라 MeBr를 대체할 수 있는 방안의 연구가 다양하게 이루어지고 있으며, 대체기술로써는 비공해성이고 안전성과 기술적 타당성이 인정된 방사선 조사기술(irradiation)의 연구개발이 권장되고 있다^(11,12).

본 연구는 팥과 녹두의 살충기술 확보를 위한 연구의 일환으로 이들 두류의 살충효과⁽¹⁰⁾가 인정된 MeBr 훈증과 감마선 처리가 가공 전 수침과정에서의 용출특성에 미치는 영향을 검토하여 품질안정성을 비교하였다.

재료 및 방법

실험재료

본 실험용 팥과 녹두는 경북 안동지역에서 수확된 것으로 상온에 저장하면서 실험재료로 사용하였다. 시료의 일반성분을 분석⁽¹³⁾한 결과 팥과 녹두의 수분은 각각 12.96%와 10.17%, 조단백질은 25.91%와 23.59%, 조지방은 0.55%와 0.70%, 조회분은 3.24%와 3.42%, 탄수화물은 57.24%와 62.12%이었다.

감마선 조사 및 훈증처리

두류의 용출특성 실험을 위한 감마선 조사는 ⁶⁰Co 조사시설(KAERI)을 이용하여 실온에서 0~30 kGy의 평균선량을 얻도록 하였으며, 흡수선량은 ceric-cerous dosimeter에 의해 확인하였고 총 흡수선량 오차는 ±7.4%였다. 이때 조사선량은 살충선량을 포함하여 세계적으로 식품조사에 허용된 최대선량^(14,15)을 포함함으로써 고선량 조사시 두류의 용출특성을 확인하고자 하였다. MeBr 훈증 처리는 식물검역소 처리기준(T-301-1 두류)⁽⁹⁾에 의거 국립식물검역소 관할 방역회사(부산 소재)에서 처리하였다.

수침 및 용출액 조제

살충 처리구 별로 시료 50g에 증류수 250 mL를 가하여 20°C에서 16시간 동안 동일하게 수침시킨 후⁽¹⁶⁾ 상압여과(Whatman No. 2)하여 여액(×3)을 일정량으로 하여 사용하였다.

고형분 함량 측정

살충 처리구 별 고형분 함량은 용출액(×3) 25 mL를 향량을 구한 수기에 평취하여 105°C의 dry oven에서 증발 건조시킨 후 무게를 측정하여 시료 무게에 대한 백분율로 나타내었다⁽¹⁶⁾.

환원당 정량 및 pH 측정

팥과 녹두를 20°C에서 16시간 동안 수침시켜 얻은 용출액의 환원당 함량은 Somogyi 변법⁽¹⁷⁾으로 정량하였으며, 처리구별 pH는 용출액 자체를 pH meter(IQ 240 Scientific Institute, USA)에 의해 3회 반복 측정하여 평균값으로 나타내었다.

유리아미노산 정량

MeBr와 감마선 처리된 팥과 녹두의 유리아미노산 함량은 용출액을 Whatman filter paper No. 2로 여과한 후 여액 100 mL를 회전증발농축기로 4 mL까지 농축(25배)하여 membrane filter(0.45 µm)로 여과하여 아미노산 자동분석기(Pharmacia model biochem 20, England)에 의해 정량하였다.

기계적 색도 측정

용출액을 원심분리(5,000 rpm, 20 min)하여 상층액의 색도를 color & color difference meter(Minolta, model CT-310, Japan)에 의해 Hunter's L(명도), a(적색도), b(황색도) 및 ΔE(색차) 값을 3회 반복 측정하였다. 표준백판의 L, a, b 값은 각각 97.87, -0.40 및 2.08이었다.

결과 및 고찰

고형분 함량

감마선과 훈증 처리된 팥과 녹두의 수침시 용출액의 고형분 함량을 측정해 본 결과 Table 1과 같이 조사선량의 증가로 고형분 함량이 비례적으로 증가되어 대조구에 비해 2.5 kGy에서 20%와 11%, 10 kGy에서 78%와 73%, 30 kGy에서는 4~5배를 나타내었다. 또한 팥은 MeBr 처리구에서는 고형분 함량이 증가되어 7.5 kGy 조사구와 유사한 수준을 보이면서 살충선량의 감마선 보다 높은 용출량을 보였고, 녹두는 다소 감소되었는데 이는 훈증에 따라 조직의 경화가 다소 일어난 것으로 생각된다. 이처럼 팥과 녹두의 살충을 위한 감마선과 MeBr 처리는 두류 수침시 용출을 유의적으로 (p<0.01) 가속화시켜 물리적 특성 변화는 물론 영양성분의 손실을 어느 정도 초래할 것으로 보인다. 일반적으로 두류의 고형분 용출은 수침온도나 시간이 증가함에 따라 비례하여 증가되며, 저장 기간의 경과와 특히, 높은 상대습도와 온도에 저장시 뚜렷한 증가를 보인다고 알려져 있다⁽¹⁸⁾. 또한 건조채소류에 감마선을 조사하면 수화도가 증가되나 ethylene oxide 훈증은 수화도를 감소시킨다고 보고⁽¹⁹⁾되어 본 연구의 결과를 뒷받침하여 주었다.

Table 1. Changes in soluble solids of soaked water¹⁾ in small red bean and mung bean exposed to gamma irradiation and methyl bromide fumigation²⁾ (unit: %)

Sample	Control	Irradiation dose (kGy)							MeBr ³⁾
		1.0	2.5	5.0	7.5	10	20	30	
Small red bean	0.68 ^f ±0.01	0.81 ^e ±0.01	0.82 ^e ±0.04	0.85 ^e ±0.03	1.04 ^d ±0.02	1.21 ^c ±0.01	3.34 ^b ±0.02	4.39 ^a ±0.14	1.02 ^d ±0.03
Mung bean	0.97 ^g ±0.05	1.14 ^f ±0.05	1.08 ^f ±0.05	1.27 ^e ±0.03	1.47 ^d ±0.03	1.68 ^c ±0.08	3.80 ^b ±0.03	5.58 ^a ±0.02	0.92 ^g ±0.04

¹⁾Sample was soaked at 20°C and 16 h

²⁾Means in the same row with different superscripts are significantly different (p<0.01)

³⁾Methyl bromide

Table 2. Changes in reducing sugar content of soaked water¹⁾ in small red bean and mung bean exposed to gamma irradiation and methyl bromide fumigation²⁾ (unit: %)

Sample	Control	Irradiation dose (kGy)							MeBr ³⁾
		1.0	2.5	5.0	7.5	10	20	30	
Small red bean	0.22 ^f ±0.02	0.29 ^e ±0.02	0.31 ^e ±0.03	0.38 ^d ±0.01	0.40 ^d ±0.02	0.46 ^e ±0.02	0.71 ^a ±0.03	0.63 ^b ±0.02	0.24 ^f ±0.04
Mung bean	0.13 ^a ±0.02	0.13 ^c ±0.01	0.13 ^c ±0.01	0.17 ^d ±0.02	0.18 ^d ±0.03	0.22 ^e ±0.03	0.37 ^b ±0.02	0.46 ^a ±0.03	0.11 ^e ±0.01

¹⁾Sample was soaked at 20°C and 16 h²⁾Means in the same row with different superscripts are significantly different (p<0.05)³⁾Methyl bromide**Table 3. Changes in pH of soaked water¹⁾ in small red bean and mung bean exposed to gamma irradiation and methyl bromide fumigation²⁾**

Sample	Control	Irradiation dose (kGy)							MeBr ³⁾
		1.0	2.5	5.0	7.5	10	20	30	
Small red bean	5.42 ^f ±0.05	5.55 ^e ±0.06	5.48 ^{ef} ±0.09	6.54 ^d ±0.03	6.75 ^c ±0.08	6.72 ^c ±0.03	6.85 ^b ±0.05	6.76 ^c ±0.04	7.04 ^a ±0.05
Mung bean	7.07 ^e ±0.02	6.72 ^e ±0.08	6.92 ^d ±0.08	7.35 ^b ±0.02	7.53 ^a ±0.03	7.61 ^a ±0.02	7.57 ^a ±0.03	7.38 ^b ±0.02	6.89 ^d ±0.04

¹⁾Sample was soaked at 20°C and 16 h²⁾Means in the same row with different superscripts are significantly different (p<0.05)³⁾Methyl bromide**Table 4. Changes in Hunter's color values of soaked water¹⁾ in small red bean and mung bean exposed to gamma irradiation and methyl bromide fumigation**

Sample	Color parameter	Control	Irradiation dose (kGy)							MeBr ²⁾
			1.0	2.5	5.0	7.5	10	20	30	
Small red bean	L ³⁾	84.32	86.92	80.80	79.27	70.99	63.30	45.83	47.04	71.38
	a ⁴⁾	2.99	0.40	6.11	7.88	13.17	16.14	19.17	13.91	10.19
	b ⁵⁾	47.26	45.59	59.43	62.39	70.48	70.42	61.53	49.40	77.43
	ΔE ⁶⁾	0.00	4.03	12.66	16.68	28.60	33.93	54.05	38.91	35.38
Mung bean	L	96.76	94.18	95.84	94.42	94.02	93.38	91.51	91.17	82.16
	a	-4.56	-4.03	-4.25	-4.24	-4.53	-4.82	-4.97	-4.69	-0.77
	b	19.40	23.23	20.63	24.17	25.10	27.53	31.34	31.33	25.99
	ΔE	0.00	4.65	1.57	5.32	6.32	8.82	6.30	13.18	16.88

¹⁾Sample was soaked at 20°C and 16 h²⁾Methyl bromide³⁾L: Degree of whiteness (white +100 ↔ 0 black)⁴⁾a: Degree of redness (red +100 ↔ 0 ↔ -80 green)⁵⁾b: Degree of yellowness (yellow +70 ↔ 0 ↔ -80 blue)⁶⁾ΔE: Overall color difference ($\sqrt{\Delta L^2 + \Delta a^2 + \Delta b^2}$)

환원당 함량

살충을 위한 감마선 및 훈증 처리가 시료의 환원당 함량에 미치는 영향을 조사하였다. Table 2와 같이 20°C에서 16시간 수침으로 대조구는 팥과 녹두에서 0.22%와 0.13%, 감마선 조사구는 팥이 0.29~0.63%, 녹두가 0.13~0.46%로 조사선량의 증가에 따라 환원당 함량이 유의적으로 증가되는 경향이나 살충선량(2.5 kGy)에서 녹두는 유의적인 차이가 없었다. 훈증 처리구는 팥과 녹두에서 0.24%와 0.11%로 대조구와 유의적인 변화를 보이지 않았다. 감마선 조사선량의 증가에 따른 용출 환원당 함량의 증가는 우선 용출 고형분 양의 증가에 기인된다고 생각된다. 한편으로는 고선량의 감마선 조사에 의해 구성 다당류가 소당류 및 단당류로 분해⁽²⁰⁾됨에 따라 환원당의 증가 가능성이 있다고 본다. 이상의 결과는 검정콩 수침시 조사선량에 비례하여 용출 환원당의 함량이

증가되었다는 보고⁽¹⁶⁾와 두류의 용출 환원당 함량은 침지시간의 경과에 따라 증가한다는 이 등⁽²¹⁾의 보고와 유사한 경향이었다.

pH 변화

감마선과 훈증 처리가 팥과 녹두의 수침시 (20°C, 16 h) 용출액의 pH 변화에 미치는 영향을 조사해 보았다. Table 3에서와 같이 통계적으로는 유의성이 있는 것으로 나타났으나 2.5 kGy 선량까지는 대조구와 거의 차이가 없는 값을 보였으나 그 이상의 선량에서는 pH 값이 점차 높아지는 경향이었고, 팥에 비해 녹두에서 변화가 완만하였다. 그리고 훈증구에서는 팥은 가장 크게 증가된 반면 녹두는 다소 감소된 값을 보이므로 일정한 경향은 없었으나 처리약제의 영향이 나타났음을 알 수 있었다. 이같이 감마선 조사에 따라 pH

Table 5. Changes in free amino acid contents of soaked water¹⁾ in small red bean exposed to gamma irradiation and methyl bromide fumigation (unit: mg/100 mL)

Amino acid	Control	Irradiation dose (kGy)				MeBr ²⁾
		2.5	5.0	7.5	10	
Phosphoserine	-	0.240	0.253	0.261	0.270	-
Taurine	-	0.017	0.021	-	0.017	-
Phosphoethanolamine	-	0.040	0.042	0.067	0.030	-
Urea	0.647	0.642	0.705	-	0.696	-
Asparagine	0.603	6.161	3.683	5.604	4.399	-
Glutamic acid	1.102	-	0.612	0.557	0.699	-
Glycine	0.091	0.145	0.177	0.159	0.239	-
Alanine	0.651	0.763	0.878	0.885	0.915	1.819
Citrulline	0.017	0.011	0.010	0.008	0.010	-
α-Aminoisobutyric acid	0.006	0.004	0.004	0.002	0.005	0.024
Valine	1.776	1.441	1.526	1.550	1.546	-
Isoleucine	0.039	0.120	0.163	0.159	0.204	-
Leucine	0.011	0.128	0.189	0.183	0.255	-
Tyrosine	0.075	0.138	0.197	0.184	0.253	-
β-Alanine	0.069	0.059	0.070	0.064	0.078	-
Phenylalanine	0.073	0.158	0.206	0.200	0.286	0.017
β-Aminoisobutyric acid	-	0.029	0.031	0.030	0.035	-
γ-Aminoisobutyric acid	0.913	0.778	0.923	0.994	0.987	-
Ammonia	0.018	0.019	0.024	0.021	0.028	0.001
DL-5-Hydroxylysine	0.033	0.012	-	-	-	0.013
Ornithine	0.024	0.043	0.029	0.016	0.031	-
Lysine	0.065	0.092	0.144	0.124	0.162	0.039
1-Methylhistidine	0.022	0.021	0.027	-	0.035	-
Histidine	0.063	0.053	0.073	0.075	0.076	0.150
Arginine	0.191	0.331	0.572	0.386	0.541	0.084
Total	6.4891	11.445	10.559	11.529	11.797	2.147

¹⁾Sample was soaked at 20°C and 16 h

²⁾Methyl bromide

값의 증가 현상은 검정콩⁽¹⁶⁾에서도 유사하게 보고된 바와 같이 분명한 원인은 설명하기 어려우나 가용성 고형분 중 알칼리 형성 성분의 용출과 측정시 탁도가 영향을 미칠 수 있는 것으로 판단된다.

색도

감마선 및 훈증 처리된 팥과 녹두의 수침시 용출액의 색도를 측정된 결과, Table 4와 같이 조사선량의 증가에 따라 명도의 감소와 적색도 및 황색도의 증가현상이 현저하였다. 이 같은 경향은 녹두에 비해 팥에서 심하게 나타났으며, 전반적 색차는 1.0 kGy 조사구에서도 4.03~4.65의 ΔE값을 보이면서 대조구와 눈에 띄는 정도(appreciable)⁽²²⁾의 차이를 보였고, 팥과 녹두의 훈증처리구는 각각 10 kGy 및 30 kGy 조사구와 유사한 값을 보여 주었다. 조사선량의 증가와 훈증처리구에서 ΔE값의 증가는 처리구 별 고형분 함량의 차이에서도 알 수 있듯이 수침 중 색소 관련 성분용출이 상대적으로 용이하았기 때문으로 풀이된다.

유리아미노산

감마선 및 훈증 처리된 팥과 녹두의 수침시 물에 용출된 유리아미노산 함량 변화는 수침온도 20°C에서 16시간 수침

으로 감마선 조사구는 대조구에 비해 조사선량이 증가함에 따라 총 유리아미노산의 유의적으로 높은 용출 함량을 보였다(Table 5, 6). 총 유리아미노산 함량(mg/100 mL)은 팥과 녹두에서 대조구가 각각 6.489와 4.865 mg/100 mL, 5.0 kGy 조사구가 10.559와, 6.305 mg/100 mL, 10 kGy 조사구가 11.797과 11.176 mg/100 mL로 10 kGy 조사구는 대조구에 비해 약 1.82~2.30배 정도 높은 함량을 나타내었다. 유리아미노산의 조성을 보면 팥의 경우 asparagine이 가장 많이 용출되었고 glutamic acid, alanine, valine 등이 다른 아미노산보다 용출 비율이 높았다. 그리고 녹두의 경우에는 asparagine, glutamic acid, proline, valine 등의 순서로 용출 비율이 높았다. 이 같이 몇 가지 처리구 별로 유리아미노산의 함량이 상이한 것은 감마선 조사에 의해 두류의 흡수 및 용출 특성이 영향을 받았기 때문으로 생각된다^(5,10,16). 그리고 MeBr 훈증 처리구는 감마선 조사구는 달리 유리아미노산의 함량이 감소되었으며, 이 같은 경향은 팥에서 더욱 현저하였다. 향신료 등 건조식품의 훈증처리는 향미관련성분과 색의 변화를 야기시킨다고 알려져 있어^(23,24) 본 연구의 결과를 뒷받침 해 주었다.

조사선량과 용출액 성분 간의 상관관계

팥과 녹두를 수침온도 20°C에서 16시간 침지 시 용출액의

Table 6. Changes in free amino acid contents of soaked water¹⁾ in mung bean exposed to gamma irradiation and methyl bromide fumigation (unit: mg/100 mL)

Amino acid	Control	Irradiation dose (kGy)				MeBr ²⁾
		2.5	5.0	7.5	10	
Taurine	0.040	0.044	0.028	0.028	-	0.016
Asparagine	0.898	0.944	1.170	1.815	2.474	0.625
Glutamic acid	0.843	1.066	1.273	1.480	1.781	0.779
Glutamine	0.317	0.424	0.492	0.597	0.816	0.302
Proline	0.627	0.503	0.565	0.606	0.979	0.452
Glycine	0.076	0.095	0.119	0.131	0.145	0.068
Alanine	0.299	0.494	0.599	0.709	0.692	0.277
Citrulline	0.025	0.027	0.025	0.020	0.024	0.024
α -Aminoisobutyric acid	0.006	0.008	0.008	0.005	0.012	-
Valine	0.747	0.628	0.627	0.674	0.645	0.626
Methionine	0.021	-	-	-	-	-
Cystathionine	0.053	-	-	-	-	-
Isoleucine	0.072	0.100	0.108	0.115	1.462	0.072
Leucine	0.068	0.103	0.124	0.145	0.193	0.081
Tyrosine	0.066	0.079	0.088	0.103	0.143	0.066
β -Alanine	0.038	0.063	0.064	0.067	0.068	0.038
Phenylalanine	0.160	0.209	0.247	0.299	0.367	0.151
γ -Aminoisobutyric acid	0.328	0.454	0.541	0.714	1.051	0.291
Ammonia	0.011	0.020	0.025	0.029	0.036	0.011
Ornithine	0.020	0.025	0.024	0.012	0.026	0.016
Lysine	0.046	0.053	0.054	0.051	0.074	0.052
Histidine	0.048	0.051	0.054	0.060	0.075	0.038
Arginine	0.056	0.096	0.070	0.067	0.113	0.075
Total	4.865	5.486	6.305	7.727	11.176	4.060

¹⁾Sample was soaked at 20°C and 16 h²⁾Methyl bromide**Table 7. Correlation coefficients(R²) between irradiation dose and water solubles¹⁾ of gamma irradiated small red bean**

	Irradiation dose	Soluble solid	Reducing sugar	pH
Irradiation dose	1.00000			
Soluble solid	0.97524***	1.00000		
Reducing sugar	0.91653***	0.89031***	1.00000	
pH	0.71353**	0.57798	0.80638**	1.00000

*p<0.1, **p<0.05, ***p<0.01

고형분 함량(%), 환원당 함량(%), pH 그리고 감마선 조사선량(kGy)과의 상관관계를 알아보기 위해 statistical analysis system⁽¹⁰⁾에 의해 각각의 상관관계를 구하였다(Table 7, 8). 용출액 중의 고형분 함량과 환원당 함량은 감마선 조사선량과의 상관에서 팔은 0.9752, 0.9165, 녹두는 각각 0.9817, 0.9929로 매우 높은 정(+)의 상관관계(R²)를 보여주었으며 1%의 수준에서 유의성이 인정되었다. 또한 고형분 함량과 환원당 함량도 팔과 녹두에서 상관계수가 0.8903과 0.9879로 높은 정(+)의 상관관계가 있었다. 그러나 pH와 감마선 조사선량과는 상관에서 팔의 경우 0.7135로 5% 수준에서 유의성이 인정되었으나, 녹두의 경우에는 유의성이 없었다. 이상의 결

Table 8. Correlation coefficients(R²) between irradiation dose and water solubles¹⁾ of gamma irradiated mung bean

	Irradiation dose	Soluble solid	Reducing sugar	pH
Irradiation dose	1.00000			
Soluble solid	0.98170***	1.00000		
Reducing sugar	0.99289***	0.98789***	1.00000	
pH	0.56969	0.42464	0.54486	1.00000

¹⁾Sample was soaked at 20°C and 16 h

*p<0.1, **p<0.05, ***p<0.01

과로 볼 때 수침 시 수용성 성분의 용출은 감마선 조사선량과 밀접한 관계가 있음을 알 수 있었으며, 특히 고선량의 감마선 조사는 가공용 두류의 영양손실 측면에서 신중히 고려되어야 할 것으로 생각된다.

요 약

팔과 녹두의 가해해충 살충을 위한 감마선과 methyl bromide(MeBr) 훈증 처리가 두류의 수침 시 용출 성분에 미치는 영향을 비교 검토하였다. 팔과 녹두를 20°C에서 16시간

침지시킨 후 용출액의 성분을 분석한 결과, 고형분과 환원당 함량은 감마선 조사선량에 따라 증가하였는데 녹두에 비해 팥이 두드러졌다. 그리하여 5 kGy 이상 조사구에서는 유의적으로 증가하였으나 살충선량인 2.5 kGy 범위에서는 변화가 크지 않았다. MeBr 처리된 팥의 고형분 함량은 7.5 kGy 조사구와 유사한 수준의 변화를 보였으나 전반적으로 대조구와 거의 유사한 함량을 보였다. 용출액의 pH는 처리구에 따라 일정한 변화를 보이지 않았다. 용출액의 색도는 감마선 조사선량의 증가에 따라 두 시료에서 명도(L)의 감소와 적색도(a) 및 황색도(b)의 증가현상이 점차 나타났으며, 훈증처리 시료에서는 이 같은 현상이 매우 심하여 전반적 색차(ΔE)가 팥은 10 kGy, 녹두는 30 kGy 이상 조사된 시료와 유사한 값을 보였다. 수침에 따른 유리아미노산의 용출은 팥의 경우 asparagine, glutamic acid, alanine, valine 등이, 녹두의 경우 asparagine, glutamic acid, proline, valine 등이 용출 비율이 높았으며, 조사선량이 증가함에 따라 총 유리아미노산의 용출 함량은 높게 나타났다. 그러나 MeBr 훈증 처리구의 유리 아미노산 함량은 대조구보다 낮은 값을 보였다. 팥과 녹두 용출액의 고형분과 환원당 함량은 감마선 조사선량과 매우 높은 정의 상관관계를 보여주었다.

감사의 글

본 논문은 과학기술부에서 수행한 원자력연구기술개발사업의 일부이며 지원에 감사 드립니다.

문헌

1. Song, J.C. Food Material Science. Kyomoon Publishing Co., Seoul, pp. 247-249 (1994)
2. Yu, T.J. Food Carte. Parkyoung Publishing Co., Seoul, p. 160, 311 (1977)
3. Chung, H.S., Chung, W.S., Lim, Y.J. and Park, C.R. New Cooking Science. Ji-Gu Publishing Co., Seoul (1999)
4. Kim, D.Y., Yang, H.C., Kim, W.J., Lee, Y.C. and Kim, S.K. Processing of Agricultural Products, Youngji Moonhwasa, Seoul, pp. 78-139 (1994)
5. Byun, M.W., Nam, S.M., Song, H.S., Kwon, J.H. and Mori, T. Effects of ionizing energy treatment on water absorption property of soybeans. Foods and Biotechnology. 3(1): 14-10 (1994)
6. AFMC. Korea Agricultural Trade Information, Agricultural and Fishery Marketing Corporation (1998-1999)
7. NPQS. Year Book of Plant Quarantine Statistics, National Plant Quarantine Service, Anayang (1997-1999)
8. Choi, K.M., Lee, M.H., Han, M.J., Ahn, S.B. and Hong, K.J. Stored Product Insect Pests with Pictorial Key to Larvae. National Institute of Agricultural Science and Technology, Suwon (1996)

9. National Plant Quarantine Service. Plant Quarantine Information. p. 91 (2000-3)
10. Kwon, J.H., Noh, M.J., Chung, H.W., Lee, J.E., Park, N.Y., Kwon, Y.J., Seo, S.J., Chung, H.J. and Huh, E.Y. Quarantine Treatment of Agricultural Products for Export and Import by Gamma Irradiation. KAERI/CM-289/98, p. 174 (1999)
11. UNEP. Montreal protocol on substances that deplete the ozone layer. 1994 Report of the Methyl Bromide Technical Options Committee, p. 294 (1995)
12. Kwon, J.H., Chung, H.W. and Kwon, Y.J. Infrastructure of quarantine procedures for promoting the trade of irradiated foods. Paper presented at Symposium of The Korean Society of Postharvest Science and Technology of Agricultural Products on Irradiation Technology for the Safety of Food and Public Health Industries and Quality Assurance, Daejeon, 13 October, pp. 209-254 (2000)
13. The Korean Society of Food Science and Nutrition. Handbook of Experiments in Food Science and Nutrition. Hyoil Press, Seoul, pp. 143-145 (2000)
14. IAEA: Food and Environmental Protection Newsletter, 1(1)~3(1), (1998-2000)
15. Codex Alimentarius Commission. Codex General Standard for Irradiated Foods and Recommended International Code of Practice for the Operation of Radiation Facilities Used for the Treatment of Foods. CAC/VOL. XV. FAO, Rome (1984)
16. Nam, S.M. Application of gamma-irradiation for reduction of the soaking and cooking time of black soybeans. M.S. Thesis, Sejong University, Korea (1993)
17. Kobayashi, T. and Tabuchi, T. A method employing a tribasic sodium phosphate buffered reagent for estimating semimicro quantities of reducing sugars. J. Agr. Chem. Soc. Japan. 28: 171-174 (1954)
18. Saio, K., Nikkuni, I., Ando, Y., Otsuru, M., Terauchi, Y. and Kito, M. Soybean quality changes during model storage studies. Cereal Chem. 57(2): 77-82 (1980)
19. Kim, Y.J., Kim, J.G., Cho, H.O., Byun, M.W. and Kwon, J.H. Storeability and cooking property of dried oak mushroom treated with ethylene oxide and gamma irradiation. Kor. J. Food Hygiene. 2(1): 29-34 (1987)
20. Elias, P.S. and Cohen, A.J. Radiation Chemistry of Major Food Components. Elsevier Scientific, New York (1977)
21. Lee, Y.H., Rhee, J.O. and Joe, S.J. Temperature dependence of leaching rate of soluble solids during soaking of soybeans. Korean J. Food Sci. Technol. 18(6): 497-502 (1986)
22. Han, O. Numerical representative principles of food color. Food Technology. 4(2): 41-46 (1991)
23. Kwon, J.H., Byun, M.W. and Cho, H.O. Quality evaluation of ground garlic and onions treated with chemical fumigants and ionizing radiation. Korean J. Food Sci. Technol. 19(2): 107-112 (1987)
24. Vajdi, M. and Pereira, R.R. Comparative effects of ethylene oxide, gamma irradiation and microwave treatments on selective spices. J. Food Sci. 38: 893-895 (1973)

(2001년 2월 5일 접수)