

## 감마선과 Methyl Bromide 처리가 도토리 종실의 해충사멸과 이화학적 품질에 미치는 영향

권중호, 김수진, 정형욱, 권용정\*, 변명우\*\*  
경북대학교 식품공학과, \*경북대학교 농생물학과, \*\*한국원자력연구소

### Comparative Effects of Gamma Irradiation and Methyl Bromide Fumigation on Disinfestation and Physicochemical Quality of Acorn

Joong-Ho Kwon, Soo-Jin Kim, Hyung-Wook Chung, Yong-Jung Kwon\* and Myung-Woo Byun\*\*  
Department of Food Science and Technology, Kyungpook National University  
\*Department of Agricultural Biology, Kyungpook National University  
\*\*Korea Atomic Energy Research Institute

#### Abstract

Comparative effects of gamma irradiation and methyl bromide (MBr) fumigation on disinfestation and some physicochemical attributes of acorn seeds were investigated. Insects in domestic acorns were identified to be *Curculio dentipes* Roelofs and *Dichocrocis punctiferalis* Guenee, which were easily disinfested immediately after commercial MBr fumigation. Irradiation also showed similar effects on mortality of the insects in different post-irradiation periods; at 3rd day with doses of 1~3 kGy and at around 30 th day 0.5~1 kGy. MBr fumigation caused the decrease in lightness (Hunter L value), total phenolics and reducing sugars and the increase in yellowness (Hunter b value) and browning intensity for the subjected samples, as compared with the nontreated control and irradiated ones at 0.5~2 kGy. Furthermore, MBr fumigation resulted in decay for the most part of samples during storage at 5~10 °C for 6 months in a PVC box packaging with nets. As a result, optimum levels of irradiation is expected to be one of the alternatives to chemical fumigants.

**Key words :** acorns, disinfestation, methyl bromide, gamma irradiation, quality

#### 서론

도토리는 견과류에 속하는 입산물로서 우리나라 전국의 산야에서 자생되고 있다. 도토리는 참나무과 (Fagaceae), 참나무속 (Genus *Quercus*) 喬木의 열매이며 약 28종이 분포되어 있다(1). 옛부터 도토리는 이태리, 스페인 등에서 빵, 과자, 죽 및 대용커피로 이용되었고 일본에서는 떡을 만드는데 사용하였으며, 우

리 나라에서는 도토리묵의 재료로 대부분 사용되어 왔다(2).

도토리 종실에는 gel형성능이 우수한 전분질이 65~69% 정도 함유되어 있으며, 특히 적은 맛과 갈변현상의 원인이 되며 항산화성을 지닌 탄닌성분을 다량 (약 7%) 함유하고 있는 것이 특징이라 할 수 있다. 그러나 근래에는 도토리묵 뿐만 아니라 도토리국수, 도토리빵 등 다양한 가공식품이 개발되고 있으며, 도토리 추출물은 지질 대사 및 항산화 효소계의 개선 등의 기능성이 알려지고 있다 (2,3-7). 이와 같이 도토리는 전통기호식품 또는 건강식품 소재로서 이용 분야가 확대될 전망이다.

Corresponding author : Joong-Ho Kwon, Department of Food Science and Technology, Kyungpook National University, Taegu 702-701, Korea

도토리는 보통 초가을부터 10월말 경까지 수확되어 출하되거나 저장에 들어가게 된다. 그러나 산지에서 수확하기 전 이미 해충에 대부분 오염되어 있어서 저장초기부터 충해의 발생은 원료 견과류의 저장에 큰 문제점으로 대두되고 있다 (8). 또한 밤, 도토리 등 견과류는 수확 후 일정기간이 지나면 발아하게 되므로 원료의 상품성과 저장성 향상을 위해서는 발아·발근 억제방법도 마련되어야 하겠다 (9). 특히 견과류 임산물에 기생하는 해충은 국가간 교역시 검역경계대상이 될 수 있으므로 (10) 시장개방화 시대에 대비하여 이에 대한 연구가 요구되고 있다.

현재 국내에서 식물방역법규에 의거하여 지정된 검역대상 병해충으로는 금지 병해충 (해충 28종), 관리병해충 1,340종 (해충 1,027종)이 관리되고 있다. 도토리와 밤의 해충으로는 바구미속 (*Curculio*)과 복숭아명나방 (*Dichocrocis punctiferalis* Guenee)이 주를 이루고 있으며, 특히 복숭아명나방은 북미지역의 미분포종으로서 미국이나 캐나다에 반입되는 사과 등 각종 과실류는 물론 견과류의 검역대상 경계해충으로 지정되어 있다 (10,11).

현행 WTO 체제에서는 국내 산업의 국제화가 가속화되어 농림산물의 교역이 크게 확대될 전망이며, 특히 수출입 농림산물의 품질 기준과 검역 규제 장벽을 극복하기 위해서는 식물 해충의 완전 박멸 방제기술 (quarantine treatment)이 요구되고 있다 (12). 식물해충 검역처리방법으로써 ethylene dibromide의 사용이 금지된 이후 (13), 훈증법 (14), 저온처리 (15), 환경기체조절 (16), 열처리 (17) 등 물리적 방법과 생물학적 방법이 부분적으로 대체 사용되고 있으나 효과가 불완전하고 처리시간이 많이 소요되는 등 많은 문제점이 지적되고 있다. 농림산물의 교역시 검역대상 해충의 주된 박멸기술인 환경공해성 methyl bromide (MBr)훈증법은 Montreal 의정서 협약에서 오존층 파괴물질로 판명되면서 주요 국가들에 의해 사용이 규제되고 있다 (18). 우리나라에서도 MBr은 신선과채류 등 신선농산물에는 사용이 이미 금지된 바 있으며 (19), 2005년에는 국제적으로 사용이 불가능하게 될 전망이다.

따라서 본 연구에서는 이러한 국내·외적 상황에서 농림산물의 효과적인 (검역)해충 사멸기법을 연구할 목적으로, 현재 국내에서도 19개 품목(군)의 농림수산물에 대하여 사용이 허가된 감마선 조사방법 (20)을 적용하면서 국내에서 생산되는 도토리를 대상으로 해충의 사멸 효과와 사멸 조건에서 시료의 물리화학적 품질에 미치는 영향을 화학훈증법과 비교 검토하였다.

## 재료 및 방법

### 실험재료

본 실험에 사용된 도토리는 경북 의성지방에서 10월 초순에 수확된 것을 구입하여 시료로 사용하였다. 시료의 일반 성분을 분석 (21)해 본 결과는 수분 39.29 %, 조단백 3.05 %, 조지방 2.76 %, 회분 1.42 %, 탄수화물 53.48 %이었다.

### 해충의 동정 및 사멸효과 시험

본 실험에 사용된 도토리 종실의 가해 해충에 대한 분류동정은 한국곤충명집과 분류기준 (22)에 따라 행하였고, 사멸효과를 비교하기 위해서는 감마선 조사와 MBr를 시료 수확후 2주일 이내에 상법에 따라 실시하였다.  $^{60}\text{Co}$  감마선 조사는 0.05~10 kGy ( $\pm 9\%$ )의 선량 범위로 원자력연구소의 조사시설을 이용하여 각각의 평균 흡수선량을 얻도록 하였다. 이 때 흡수선량의 확인에는 ceric cerous dosimeter와 Harwell Amber Perspex dosimeter (3042 Batch H)를 사용하였다. 또한 현행 해충검역처리 방법인 MBr 훈증처리는 국립식물검역소 관할 방역회사 (부산소재)에서 상업적 검역 처리기준에 의거 MBr 4g/kg, 처리체적  $0.9 \times 1.4 \times 0.2 \times \text{m}^3$ , 온도 21 °C에서 4시간 동안 상압조건으로 훈증·탈기시켰다. 이상과 같이 처리된 시료는 일정 크기의 방충망이 부착된 PVC 상자에 구분 포장하여 실온 ( $18 \pm 5^\circ\text{C}$ )에서 보관하면서 해충사멸 효과시험에 사용하였다. 처리구별 살충효과의 확인은 대조구, MBr처리구, 감마선 조사구 (0.05, 0.15, 0.25, 0.35, 0.45, 0.5, 1.0, 2.0, 3.0, 5.0 및 10 kGy) 등의 시료를 일정 시점에서 구당 150개씩 절개한 후 해충의 사충 여부를 조사하였다.

### 부패, 발아 및 중량변화 측정

살충 처리된 도토리 시료의 물리적 품질로서 부패율, 발아율 및 중량변화는 일정크기의 방충망이 부착된 PVC 상자에 구분 포장하여 5~10°C의 냉장고에 보관하면서 3개월 간격으로 반복 측정하여 백분율로 나타내었다.

### 경도 측정

도토리 시료의 경도는 rheometer (I & T Co., LTD, Japan)를 이용하여 진입도 시험(probe #4, power 4 kg, 4 mm)을 실시하였다. 측정시료는 과피를 벗기고 외부 (표면부)와 내부 (중 절단면)로 구분하여 각 시료당 10회 반복 측정하여 그 평균값으로 나타내었다.

기계적 색도 측정

시료의 기계적 색도는 색차계 (color & color difference meter, model No. 100/DP, Nippon Densoku Kogyo Co., Japan)를 이용하여 절단면의 색도를 측정하고 Hunter scale에 의한 명도 (L), 적색도 (a), 황색도 (b) 및 색차 ( $\Delta E$ , color difference) 값으로 나타내었다. 이 때 사용한 표준백판은 L = 97.53, a = 0.22, b = 1.73이다.

갈색도 측정

도토리 시료의 갈색도는 50% 에탄올 추출물에 대한 흡광도를 420nm에서 spectrophotometer (Hewlett Packard 8452A Diode Array)를 이용하여 측정하였다(23).

총페놀 함량 측정

시료 1.0 g (건량기준)에 2.8 mmol/L의 ascorbic acid가 함유된 70 % aqueous acetone 25 mL를 넣고 교반기에서 24시간 동안 계속 흔들여 준 다음, Wattman No. 42여과지로 여과하고 여과액 1mL를 취하여 Folin-Denis 방법 (24)으로 총페놀 함량을 측정하였으며, gallic acid를 사용하여 표준곡선을 작성하였다.

환원당 함량 측정

시료의 환원당 함량은 Somogyi 변법 (25)에 따라 측정하여 glucose 함량으로 나타내었다.

결과 및 고찰

해충의 동정

본 실험에 사용된 도토리의 가해 해충을 한국곤충명집과 분류기준 (22)에 따라 동정해 본 결과, 도토리밤바구미 (*Curculio dentipes* Roelofs)와 복숭아명나방 (*Dichrocrocis punctiferalis* Guenee)으로 확인되었다.

해충의 살충효과

도토리 종실 해충에 대한 감마선과 MBr 처리의 살충효과를 비교하고자 수확기 도토리속에 들어있는 도토리밤바구미와 복숭아명나방의 유충에 대하여 0~10 kGy의 감마선과 MBr의 처리효과를 일시별로 확인하였다. 처리 3일후 절개하여 도토리밤바구미의 생육 여부를 조사하여 본 결과, Fig. 1과 같이 3 kGy 이상 조사구와 MBr 처리구는 100 %의 사멸율을 보였다. 그러나 1 kGy 이하 조사구에서는 20 % 이하의 낮은 살충율을 나타내었다. 처리 17일째 절개 검사에서 1 kGy 조사구는 약 88 %, 2 kGy 조사구는 100 %의 누적사멸율을 보였으며, 처리 후 28일 째에 검사해 본 결과

는 대조구 약 80 %, 0.05~0.45 kGy 조사구 83~92 %, 0.5 kGy 이상 조사구는 100 %의 치사율을 보였다.

복숭아명나방의 경우에는 Fig. 2와 같이 처리 3일 후에 MBr과 1 kGy 이상 처리구에서는 완전치사율을 보였고, 처리 17일과 28일 후에는 처리구 별로 별다른 차이를 보이지 않았다. 그러나 처리후 58일째에는 대조구는 약 52 %, 0.45 kGy 조사구는 94 %의 누적사멸을 나타내었다. 그리고 복숭아명나방의 경우에는 이미 고치 상태의 월동태를 형성하였으므로 사육후 지속적인 관찰이 요망되었다. 한편 수확기 도토리에서 탈출한 도토리밤바구미와 복숭아명나방의 노숙유충에 대하여 0.45 kGy 이하의 선량을 조사하여 살충효과를 확인해 보았으나 대조구와 별다른 차이를 보이지 않았으며, 시일이 경과 할수록 일부 사망율이 나타난 것은 먹이의 결핍과 부적당한 피난처에 의한 건조의 위험성이 사망율로 나타난 것으로 생각된다.

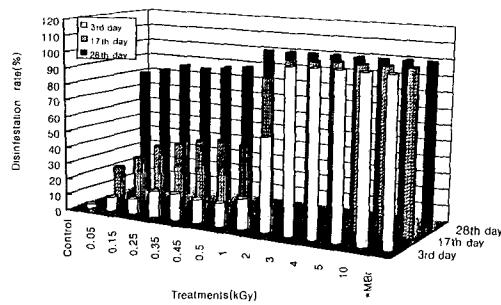


Fig. 1. Disinfestation of *Curculio dentipes* Roelofs in acorn after treatments of gamma irradiation and methyl bromide. \*MBr-treated conditions : 4g/kg, 0.9×1.4×0.2m<sup>3</sup>, 21 °C and 4hr

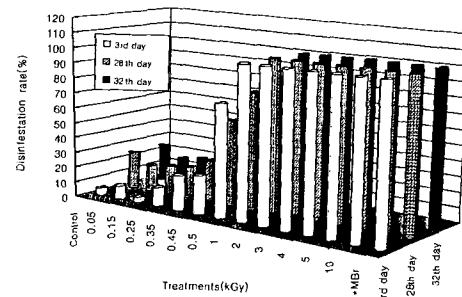


Fig. 2. Disinfestation of *Dichrocrocis punctiferalis* Guenee in acorn after treatments of gamma irradiation and methyl bromide. \*MBr-treated conditions : 4g/kg, 0.9×1.4×0.2m<sup>3</sup>, 21 °C and 4hr

견과류를 가해하는 주요 검역대상해충은 밤의 경우 밤바구미와 복숭아명나방, 도토리류의 경우 도토리 밤바구미와 복숭아명나방이다. 서론에서도 언급된 바와 같이 복숭아명나방은 북미지역 견과류 수출시 검역대상 경제해충으로 지정(11)되어 있으며, 견과류는 물론 사과 등 과일의 통관에 엄격한 규제조치를 적용받는다. 본 실험에서 감마선 처리에 의한 검역해충의 살충효과를 시험한 결과, 0.45 kGy 이하의 저선량 조사구에서는 별다른 효과를 나타내지 않았다. 그러나 0.5 kGy의 조사선량부터는 사망율이 현저히 나타나기 시작했으며, 처리후 23-31일 경에는 대부분 누적사망율이 100%에 달했다. 특히 1~3 kGy 범위의 조사구에서는 해충에 따라 처리 3일경에도 사망율이 급격히 증가하여 17일째부터는 대부분의 경우 누적사망율이 100%로 나타났다.

이상의 결과에서 볼 때 현행 검역해충 사멸방법으로 이용되는 MBr 훈증처리는 살충효과가 분명하였으며 (18), 감마선 조사는 해충의 종류에 따라 다소 상이한 사멸효과를 나타내면서 살충 목적에 따라 비교적 높은 조사선량 (18,26-28)이 요구되는 것을 확인하였다.

#### 도토리의 발아, 부패 및 중량

도토리는 수확후 일정기간이 지나면 발아현상이 부분적으로 일어난다. 감마선과 MBr 처리후 동일조건에 보관된 시료의 발아현상을 조사한 결과는 Fig. 3과 같이 살충처리시 이미 외부발아가 어느정도 진행된 상태에서 뚜렷한 효과는 찾아볼 수 없었으나 1 kGy 이상 조사구는 발아현상을 현저히 억제시켰으나 0.5 kGy의 감마선 조사나 MBr 처리는 발아억제 효과가 뚜렷하지 않았다. 일반적으로 근채류 농산물의 경우 0.15 kGy, 밤의 경우 0.25 kGy의 방사선 조사는 발아억제 효과가 분명하다고 밝혀져 있다 (28).

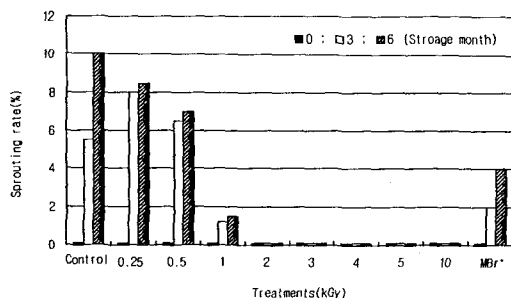


Fig. 3. Effects of gamma irradiation and methyl bromide fumigation on sprouting rate(%) of acorn.

\*MBr-treated conditions : 4g/kg, 0.9×1.4×0.2m<sup>3</sup>, 21°C and 4hr.

그러나 도토리의 경우에는 다소 높은 선량의 방사선이 요구될 것으로 판단되지만 발아현상이 큰 문제가 되지는 않을 뿐 아니라 살충 목적의 방사선 조사는 발아억제 선량을 포함할 것으로 생각된다. 도토리 시료의 부패현상은 Fig. 4에 나타난 바와 같이 모든 시험구에서 처리 직후에는 별 문제되지 않았으나, 6개월 저장후 5 kGy 이상 조사구에서도 부패·건조현상이 서서히 발생되었고, 특히 MBr처리구에서는 대부분의 시료가 부패·건조됨을 확인하였다. 시료의 중량변화는 저장조건에 따라 상당히 일어났으나 감마선과 MBr 처리에 의한 영향은 거의 나타나지 않았다.

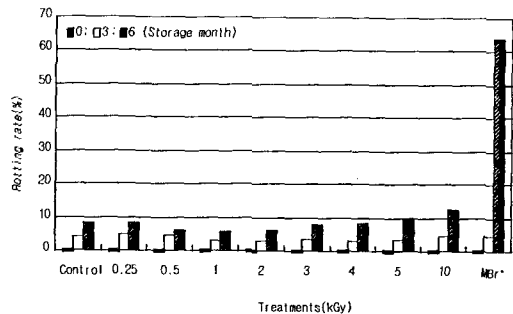


Fig. 4. Effect of gamma irradiation and methyl bromide fumigation on rotting rate(%) of acorn.

\*MBr-treated conditions : 4g/kg, 0.9×1.4×0.2m<sup>3</sup>, 21°C and 4hr.

#### 경도

도토리 시료의 외부 및 내부 경도를 rheometer를 이용하여 측정하여 본 결과, Fig. 5 및 6과 같이 외부 경도는 고선량의 조사에서 다소 감소되었으나 내부 경도는 5 kGy까지는 오히려 다소 증가하였다. 또한 6개월 저장후에는 경도가 전반적으로 증가되었으며, 이같은 경향은 내부경도에 비해 외부경도에서 현저하였다. 고선량의 감마선 조사는 과실이나 채소류의 경도를 저하시킬 수 있으며 이같은 현상은 식물체의 조직과 수분함량에 따라 다양하게 나타난다 (28). 조등 (29)은 1~3 kGy의 감마선 조사시 수삼의 내·외부 경도는 감소되는 경향이나 저장기간의 경과로 대조구와의 차이는 줄어들었다고 보고하여 본 실험의 결과와 유사하였다. 또한 훈증처리된 도토리의 경도는 증가하였고, 저장기간이 지남에 따라 과육의 경도는 더욱 증가하였다. 그 결과 10 kGy 조사구와 MBr 훈증처리구는 저장 6개월에는 경도의 측정이 불가능하였다. 이와 같은 결과는 고선량의 방사선과 훈증처

리에 의해 도토리 시료가 생리적인 변화를 받게되어 주어진 저장조건에서 물리적인 변화를 일으킨 것으로 생각된다.

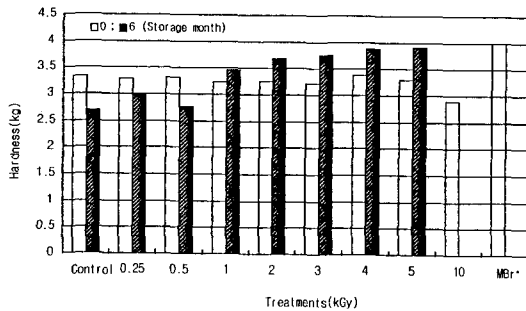


Fig. 5. Effects of gamma irradiation and methyl bromide fumigation on external hardness of acorn.

\*MBr-treated conditions : 4g/kg, 0.9×1.4×0.2m<sup>3</sup>, 21℃ and 4hr.

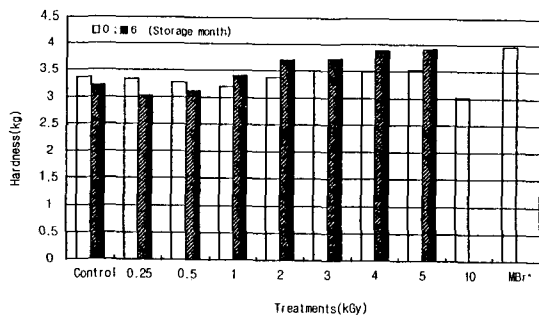


Fig. 6. Effect of gamma irradiation and methyl bromide fumigation on internal hardness of acorn.

\*MBr-treated conditions : 4g/kg, 0.9×1.4×0.2m<sup>3</sup>, 21℃ and 4hr.

기계적 색도

도토리 종실의 과육에 대하여 기계적 색도를 측정하여 본 결과, Table 1과 같이 3 kGy 이상 조사구에서는 명도(L값)이 유의적으로 감소하였고, MBr 처리구는 더욱 감소가 심하였다. 황색도(b 값)에 있어서는 점차 증가되는 경향으로 감마선조사에 따라 과육이 부분적으로 갈변되는 것을 알 수 있었다. 이와 같은 황색도의 증가는 MBr 처리구에서 더욱 현저하여 처리구간의 전반적 색차(ΔE)는 2 kGy 이하 조사구는 NBS (National Bureau of Standards) 단위 (30)에서 볼 때 3.3~3.8 (appreciable) 범위를 나타내었고 MBr 훈증처리구는 28.3 (very much)을 나타내어 훈증처리구에서는 육안적인 식별도 가능할 정도로 변색되었다. 이와 같이 고선량의 방사선과 특히, 훈증처리는 식품의 색상에 유의적인 영향을 미치게 된다는 보고(31,32)를 재확인하였다.

갈색도

도토리 해충사멸을 위한 감마선 조사와 MBr 훈증처리가 시료의 갈색도에 미치는 영향을 조사하여 Fig. 7에 나타내었다. 감마선은 조사선량의 증가에 따라 시료의 갈색도를 증가시켰으며, 2 kGy까지는 대조구와 거의 차이가 없었다. 그러나 그 이상의 조사구에서는 갈색도가 유의적으로 증가되었고 MBr 훈증처리구는 10 kGy 조사구 보다도 높은 갈색도를 보였다. 이와 같은 결과는 Hunter color parameter의 측정결과와 잘 일치되는 것으로써, 신선 양송이에 대한 감마선 조사의 영향 (31)에서 나타났듯이 감마선이 생체 시료의 산화효소계를 자극함으로써 갈변현상을 촉진하는 것으로 추측되고 있다.

폐놀성분 함량

도토리의 대표적 성분의 하나인 총페놀 성분에 대한 감마선과 MBr 훈증처리의 영향을 알아보았다. 처

Table 1. Effects of gamma irradiation and methyl bromide fumigation on Hunter colors of acorn

Hunter parameter	Storage period (month)	Irradiation dose(kGy)									Methyl bromide*
		0	0.25	0.5	1	2	3	4	5	10	
L	0	108.7	112.2	110.1	109.0	107.8	93.8	93.5	94.4	92.2	82.4
	6	76.6	75.8	74.6	73.7	63.3	51.2	46.1	46.9	56.1	49.6
a	0	-4.9	-6.0	-6.6	-6.9	-7.4	-6.6	-7.2	-6.8	-4.9	-2.8
	6	2.9	2.9	3.1	3.3	5.7	8.3	8.3	7.7	7.7	8.0
b	0	2.3	2.5	5.4	5.6	4.8	5.7	6.0	6.9	3.5	12.5
	6	26.6	23.0	25.0	23.9	26.2	26.3	25.1	25.5	28.4	25.4
ΔE	0	0	3.3	3.8	3.3	3.6	15.4	15.8	15.1	16.5	28.3
	6	41.0	39.6	41.7	41.9	52.4	63.7	67.9	67.2	60.1	64.8

\*MBr-treated conditions : 4 g/kg, 0.9 x 1.4 x 0.2 m<sup>3</sup>, 21 ℃ and 4 hr.

리 직후 총페놀 성분의 함량은 Fig. 8과 같이 조사선량의 증가로 점차 증가되었으나 5 kGy 이상 조사구와 MBr 처리구는 오히려 감소되었다. 도토리 변색에서 페놀성 화합물은 효소반응의 기질로 사용되므로 갈색도가 높았던 고선량 조사 및 훈증 처리구의 함량 변화는 어느 정도 이해가 가능하다. 그러나 4 kGy까지의 조사선량에서 총페놀 성분의 증가는 추출의 용이성 (33)도 그 원인의 하나라고 사료된다. 그리고 6개월간 저장된 시료에서는 처리 직후와 유사한 패턴이었으나 함량이 감소되었고 살충에 필요한 조사선량 범위에서는 대조구와 유사한 수준을 유지하였다.

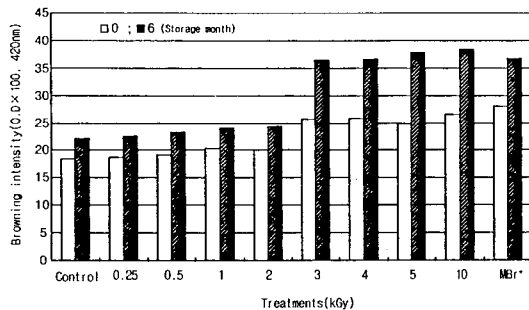


Fig. 7. Effect of gamma irradiation and methyl bromide fumigation on brown color of acorn.

\*MBr-treated conditions : 4g/kg, 0.9×1.4×0.2m<sup>3</sup>, 2 1°C and 4hr.

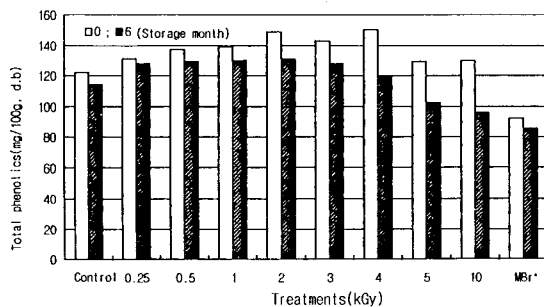


Fig. 8. Effect of gamma irradiation and methyl bromide fumigation on total phenolics of acorn.

\*MBr-treated conditions : 4g/kg, 0.9×1.4×0.2m<sup>3</sup>, 2 1°C and 4hr.

#### 환원당 함량

도토리 시료의 환원당 함량에 대한 감마선과 MBr 처리의 영향을 조사하여 Fig. 9에 나타내었다. 처리 직후 환원당 함량은 약 6.4% 수준이었으나 조사선량

의 증가로 점차 증가되어 10 kGy 조사구는 10 % 이상을 나타내었다. 그러나 훈증처리구는 4 % 이하의 수준으로 감소됨을 알 수 있었다.

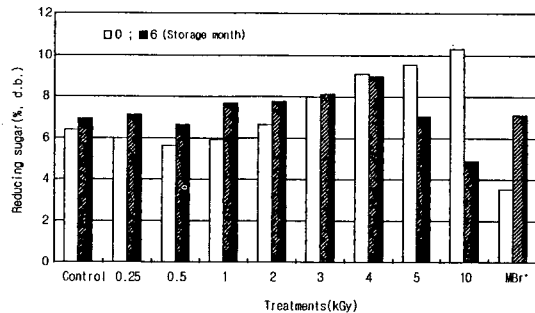


Fig. 9. Effect of gamma irradiation and methyl bromide fumigation on reducing sugar of acorn.

\*MBr-treated conditions : 4g/kg, 0.9×1.4×0.2m<sup>3</sup>, 2 1°C and 4hr.

이와 같이 감마선 조사선량의 증가에 따른 환원당 함량의 변화는 시료 중 고분자 당질의 저분자화와 호흡의 촉진에 따른 단당류의 소모로 설명될 수 있으며 (28,34), 훈증처리구에서의 환원당의 현저한 감소는 향신료에서도 보고 (32,35)된 바와 같이 훈증처리시 가혹조건은 환원당 등 풍미관련 성분과 약제성분의 반응을 용이하게하여 이차산물을 생성시키거나 휘발성을 띄게되기 때문으로 생각된다. 그리고 저장 6개월 이후에는 처리구간에 환원당 함량의 차이가 감소되어 살충선량 범위에서는 대조구와 거의 유사한 수준을 나타내었다.

#### 요 약

전분 추출용으로 대부분 사용되고 있는 도토리 종실의 가해해충 사멸방법을 연구할 목적으로 현행 검역해충 사멸방법인 methyl bromide (MBr) 훈증처리와 감마선 조사법에 대하여 살충효과와 이들이 몇가지 이화학적 품질에 미치는 영향을 비교 검토하였다. 국내산 도토리의 가해해충은 도토리밤바구미 (*Curculio dentipes* Roelofs)와 복숭아명나방 (*Dichrocrocis punctiferalis* Guenee)으로 확인되었다. 이들 해충의 사멸시험에서 상업적 조건의 MBr 훈증은 처리 직후부터 살충효과가 완전하였고, 감마선의 경우에는 조사 3일째에는 1~3 kGy, 조사후 1개월 경에는 0.5~1 kGy의 조사선량에서 해충의 치사율이 100 %에 달하였다.

훈증처리된 도토리는 처리 직후 명도 (L값)의 감소와 황색도 (b값) 및 갈색도의 증가현상이 유의적이었으나 0.5~2 kGy 조사구에서는 대조구와 큰 차이가 없었다. 시료의 총페놀 성분과 환원당에 있어서도 훈증 처리구는 대조구와 조사구에 비해 함량의 감소가 크게 나타났다. 시료를 통기포장하여 5~10 °C의 조건에서 6개월간 저장 중 훈증처리구는 부패현상이 심하여 대체방안이 요구되었으며, 3 kGy 미만의 감마선 조사는 적용가능성이 인정되었다.

### 감사의 글

본 논문은 1997년도 과학기술부 원자력연구개발과제의 연구비에 의해서 수행된 연구결과의 일부이며 지원에 감사드립니다.

### 참고문헌

1. 임업시험장편 (1966) 한국수목도감. p. 31
2. 김정옥, 이만정 (1976) 도토리 전분의 이화학적 성질에 관한 연구. 한국식품과학회지, 8(4), 230-235
3. 정동효, 유태종, 최병규 (1975) 도토리 녹말의 이용에 관한 연구. 한국농화학회지, 18(2), 102-108
4. 박재영, 구성자 (1984) 도토리전분의 tannin성분과 물리적 특성에 관한 연구(Gallic acid 함량과 점도 특성). 한국영양학회지, 17(1), 41-49
5. 이미현, 정재홍, 오만진 (1992) 도토리 gallic acid의 항산화성. 한국영양식품학회지, 21(6), 693-700
6. 성인숙, 김명주, 조수열 (1997) 도토리추출물이 흰쥐의 체내 지질대사에 미치는 영향. 한국식품영양과학회지, 26(2), 327-333
7. 김창제, 신용태 (1975) 한국산 도토리의 이용에 관한 연구. 한국산업미생물학회지, 3(1), 17-22
8. Shin, D.H., Bae, J.S. and Bae, K.W. (1982) Studies on the preservation of Korean chestnuts. *Korean J. Nutrition & Food*, 11(3), 41-46
9. Cho, H.O., Yang, H.S., Byun, M.W., Kwon, J.H. and Kim, J.G. (1983) Batch scale storage of sprouting foods by irradiation combined with natural low temperature. *Korean J. Food Sci. Technol.*, 15(3), 231-237
10. 국립식물검역소 (1996, 1997) 식물검역연보
11. 국립식물검역소 (1992) 주요국의 식물검역제도 요약(자료 92-2-41), 안양, p.157
12. Landolt, P.J., Chambers, D.L. and Chew, V. (1984) Alternative to the use of probit 9 mortality as a criterion for quarantine treatment of fruit fly(Dipera: Tephritidae) infested fruit. *J. Econ. Entomol.*, 77, 285-287
13. United States Environmental Protection Agency, Office of Pesticide Programs, Ethylene dibromide (1984) Amendment of notice to cancel registration of pesticide products containing ethylene dibromide. *Fed. Regist.*, 49, 4182-4185
14. Garry, V.F. (1989) Human genotoxicity : Pesticide applicators and phosphine, *Science*, 246, 251-255
15. Gould, W.P. and sharp, J.L. (1990) Cold-storage quarantine treatment for carambolas infested with the Caribbean fruit fly(Diptera: Tephritidae), *J. Econ. Entomol.*, 83, 458-460
16. Delate, K.M., Brecht, J.K. and Coffelt, J.A. (1990) Controlled atmosphere treatments for control of sweet potato weevil(Coleoptera: Curculionidae) in stored tropical sweet potatoes. *J. Econ. Entomol.*, 83, 461-465
17. Couey, M. (1989) Heat treatment for control of postharvest diseases and insect pests of fruits. *Hortiscience*, 24, 198-202
18. UNEP (1995) Montreal Protocol on Substances That Deplete The Ozone Layer. 1994 Report of the Methyl Bromide Technical Options Committee, p. 294
19. 한국식품공업협회 (1993. 5) 식품위생정보, p. 6
20. 보건복지부 (1997) 식품공전, p.100
21. AOAC (1980) Official Methods of Analysis, 13th ed., Association of Official Analytical Chemists, Washington, D.C.
22. 한국곤충명집 : 건국대학교출판부, 1994
23. 한국인삼연구소 (1990) 인삼연구보고서(제품분야), p. 249
24. American, M. A. and Ough, C. S. (1980) Methods for Analysis of Musts and Win. John Wiley & Sons, New York, p. 176-180
25. Kobayashi, T. and Tabuchi, T. (1954) A method employing a tribasic sodium phosphate buffered reagent for estimating semimicro quantities of reducing sugars. *J. Agr. Chem. Soc., Japan.*, 28, 171-174
26. Moy, J.H. (1988) Irradiation as a possible substitute to chemical fumigation of food, Practical Application of Food Irradiation(Proc. Semi-

- nar, Shanghai, 1986), IAEA-TECDOC-452, IAEA, Vienna, p. 17-34
27. Ignatowicz, S. and Brzostek, G. (1990) Use of irradiation as a quarantine treatment for agricultural products infested by mites and insects. *Radiat. Phys. Chem.* **35**, 263-267
  28. Josephson, E.S. and Peterson, M.S. (1983) Preservation of Food by Ionizing Radiation, Vol. I-III, CRC Press Inc., Boca Raton, Florida
  29. Cho, H.O., Byun, M.W., Kwon, J.H. and Lee, J.W. (1986) Preservation of washed fresh ginsengs by gamma irradiation. *J. Korean Agric. Chem. Soc.*, **29**(3), 288-293
  30. 한 익 (1991) 식품색의 수치지적 원리(II). *식품기술*, **4**(2), 41
  31. Kwon, J.H., Byun, M.W. and Cho, H.O. (1990) Browning and color characteristics in mushrooms as influenced by ionizing energy. *Korean J. Food Sci. Technol.*, **22**, 509-513
  32. Vajdi, M. and Pereira, R. R. (1973) Comparative effects of ethylene oxide,  $\gamma$ -irradiation and microwave treatments on selected spices. *J. Food Sci.*, **38**, 893-897
  33. Kwon, J.H., Byun, M.W., Kim, S.W., Cho, H.O., Lee, Y.J. and Kim, J.G. (1990) Extraction properties of constituents in ginseng leaf tea as influenced by decontamination methods. *Korean J. Food Hygiene*, **5**(1,2), 1-6
  34. Kwon, J.H. and Yoon, H.S. (1990) Monitoring of respiration and soluble carbohydrate changes in mushrooms following  $\gamma$ -irradiation. *Agric. Res. Kyungpook Natl. Univ.*, **8**, 89-94
  35. Kwon, J.H., Byun, M.W. and Cho, H.O. (1987) Quality evaluation of ground garlic and onions treated with chemical fumigants and ionizing radiation. *Korean J. Food Sci. Technol.*, **19**, 107-112

---

(1998년 7월 8일 접수)