

감마선 처리에 의한 방풍, 백지의 저장성 연구

김수민, 김은주*

대구한의대학교 한방식품약리학과

Studies on the Storage Characteristics of *Angelica dahuricae* Radix, *Glehnia littoralis* Radix Treated with Gamma-irradiation

Soo Min Kim, Eun Ju Kim*

Department of Herbal Foodceutical Science, Daegu Haany University

ABSTRACT

Objectives : The purpose of this study is to investigate on storage characteristics of Herbal materials treated with Gamma-irradiation(10 KGy).

Methods : This experiments were carried out by field survey and storage characteristics were carried out by physicochemical determination.

Results : Antimicrobial activity of oriental medicine materials(*Angelica dahurica* Radix, *Glehnia littoralis* Radix) were examined, together with investigation of effects on gamma-irradiation. Oriental medicine materials contaminated in microbial cell were tend to be pinhole in packaging materials(polypropylene) by bug and Larva. At the same time, PVDC (polyvinylidichloride) package also was founded in bug and Larva by microbial contamination during storage in room temperature.

Conclusions : In conclusion, it is very desirable to dose gamma-irradiation(10 KGy) in these oriental medicine materials in order to prevent microbial activity.

Key words : Oriental medicine, Packaging method, Antimicrobial agents, PP(polypropylene), PVDC(polyvinylidichloride), Gamma-irradiation

서론

한약재의 저장중 품질변화를 최소화하기 위해서는 여러 가지 해충, 곰팡이, 벌레 등에 대한 안전장치가 필요하다. 이러한 저장방법을 연구하기 위해서 한약재의 저장중 특성에 대해서 알아볼 필요가 있다. 약재

가 중첩된 사이, 틈 및 파쇄 된 부스러기에 충주가 많이 발생한다. 충주(蟲蛀)를 입은 약재는 원형(圓形)의 구멍이 있고 심한 것은 벌레 구멍에 의해 분말이 된다. 화류(花類)약재는 충주를 입으면 꽃잎이 부스러지고 일부 작은 약재는 벌레의 실에 감기어 꾸러미가 되거나 떡처럼 되고 동물성 약재의 껍질, 육질, 내장

* 교신저자 : 김은주. 경상북도 경산시 유곡동 290 대구한의대학교 한방식품약리학과
· Tel : 053-819-1432 · E-mail : power7274@daum.net
· 접수 : 2009년 1월 12일 · 수정 : 2009년 3월 19일 · 채택 : 2009년 3월 20일

이 충주를 입으면 그 흔적만 보이지만 이미 벌레 및 배설물의 오염으로 내부 조직이 파괴되어 무게가 감소한다¹⁻⁶⁾. 특히 해충은 그 생활사에서 수분과 열(熱)을 내므로 약재가 발효하고 변색될 뿐만 아니라 맛이 변하므로 약물의 성분이 부분적 또는 대부분 손실되어 한약의 품질에 큰 영향을 준다. 한약재가 함유하고 있는 전분, 당, 지질, 단백질의 성분은 해충의 성장과 번식에 좋은 영양원이 되기 때문에 충주를 받기 쉽다^{7,8)}.

조사식품의 건전성에 관하여 1980년 국제기구인 조사식품공동전문위원회는 종합평가에서 “평균 10 KGy 이하로 조사된 모든 식품은 독성학적으로 안전하며, 영양학적으로도 문제가 되지 않는다”라고 결론을 지었다⁹⁾. 그러나 한편으로는 조사식품의 안전성에 대한 논란이 계속되어 1992년 5월 WHO에서는 국제소비자연맹(IOCUC)의 대표단과 식품조사를 반대하는 식품과학 및 식품화학 전공 교수들의 참석 하에 회의를 개최한 결과, “조사식품의 안전성 및 영양적 적합성을 재확인하면서 식품을 제조관리수칙에 따라 방사선을 조사할 경우 인간의 건강을 해롭게 하는 어떠한 성분 변화나 이물질이 생성되지 않으며, 소비자들에게 미생물학적 위험성을 증가시키지 않는다”고 발표하였다¹⁰⁾.

감마선은 제품을 완전 포장한 후 살균이 가능하여 살균 후 포장과정에서의 2차 오염을 방지할 수 있고, 대량으로 처리가 가능하며, 잔류성 및 품온 상승이 거의 없고, 제품 고유의 품질을 유지하면서도 미생물에 대하여 강력한 선택적 살균효과를 나타내며 식품의 영양학적·관능학적 변화를 최소화할 수 있는 장점이 있어¹¹⁻¹³⁾ 제품의 위생과 보존성 증진에 있어 유효한 효과가 기대된다.

감마선 조사의 영향에 관한 연구를 보면, 육 등¹⁴⁾은 감마선 조사가 한방약재에 오염된 유기체를 완전 사멸시켜 저장 중 미생물학적 품질 안전성을 가져왔으며, 한방약재의 유효성분 추출률을 약 5-25% 증대시킬 뿐만 아니라 추출시간의 단축효과도 나타내었다고 보고하였다. 전 등¹⁵⁾은 칩 추출물에 감마선을 조사한 결과 항산화력(TBARS)이 높아지고, 대체적으로 높은 항균효과를 나타내었다고 보고하였다. 함 등¹⁷⁾은 유전 독성학적인 안전성을 평가한 결과 감마선 조사된 황기, 감초 및 진피가 직접변이원이나 간접변이원으로 작용하지 않는다고 보고하였다. 조 등¹⁸⁾은 유전자 복귀돌연변이 시험과 Chinese hamster ovary 세포를 이용한 소핵시험을 시행한 결과 감마선 조사된 어성초와 구기자 가 직접변이원이나 간접변이원으로 작용하지 않으며, 세포분열중에 유전학적으로 독성을 나타내지 않는

다고 보고하였다. 권 등¹⁹⁾은 홍삼에 혼입된 곰팡이를 위시한 미생물이 감마선에 의해 쉽게 사멸될 수 있는 것으로 나타났으며, 특히 감마선은 강력한 투과력을 지니고 있어 완전포장된 상태에서도 내부 살균이 가능하므로 홍삼 저장 중 미생물학적 품질안정성 확보와 제조시 건조공정과 관련된 홍삼의 기준 수분함량을 높일 수 있는 가능성을 보고하였다.

본 연구는 한약재 중 유통량이 많은 품목인 방풍과 백지를 선발하여 감마선 처리한 후 PE+PP재질에 포장하여 저장 비교실험을 수행하였다²⁰⁾.

재료 및 방법

1. 재료

본 실험에 사용된 방풍(*Glehnia littoralis* Radix, root, 국산)과 백지(*Angelicae Dahuricae* Radix, root, 국산)는 영천 한약재 도매시장에서 구입하여 사용하였다. 방풍, 백지를 PE+PP재질에 포장하여 감마선 처리한 후 상온에서 45일 동안 저장성 실험을 하였다.

2. 방법

1) 감마선 조사

감마선 조사는 한국원자력연구소에서 실시하였다. 선원은 Co-60 시설을 이용하여 실온에서 10 KGy의 총 흡수선량(±5%)을 얻도록 하였으며 흡수선량의 확인은 ceric cerous dosimeter를 사용하였다. 이상과 같이 처리된 시료는 무처리 대조시료와 함께 상온조건(20-25°C, RH 70%)에서 저장하면서 경시적으로 실험에 사용하였다.

2) 수분 측정

각 시료를 일정하게 취하여 상압건조법에 따라 측정하였다. 즉 칭량병의 항량을 먼저 구한 후 시료를 넣고, 105°C의 드라이 오븐에서 2-3시간 가열한 후 데시케이트에 30분 방냉 후 칭량병 무게를 측정하였다. 처음 측정한 것과의 오차가 0.2 mg 이내이면 항량에 도달한 것으로 하였다.

3) 색차

색도의 측정은 소비자의 기호성을 자극하는 중요한 요인으로서 한약재를 분쇄하여, 그것을 물에 희석시켜

추출한 것으로 color meter (Minolta, CR-300, Japan)를 사용하여 측정하였으며 이것을 Hunter값, 즉 명도(L)로 나타내었다.

4) 총 균수

한약재의 저장 중 미생물 생육정도는 총균수 측정으로 확인하였다. 시료 10 g을 멸균컵에 담아 멸균수 90 mL를 넣어 homogenizer로 5,000 rpm에서 5분간 homogenizer한 후 10배씩 단계별로 희석액 0.1 mL를 미리 만들어 놓은 Plate count agar (PCA, Difco)에 도말하였다. 접종 후 25°C에서 48시간 배양 후 집락을 계수하여 확인하였고, 검출된 미생물 수는 시료 1 g당 log colony forming unit(Log CFU/g)으로 나타내었다.

5) Extracts 함량 측정

한약재를 2.3 g을 정밀하게 달아 적당한 플라스크에 넣고 묽은 에탄올 70 mL를 넣고 때때로 흔들어 섞어 5시간 침출한다. 다시 16-20시간 방치한 다음 여과한다. 플라스크 및 잔유물은 여액이 100 mL로 될 때까지 묽은 에탄올로 씻는다. 여액 50 mL를 수욕상에서 증발건조하고 105°C에서 4시간 건조하여 데시케이터(실리카겔)에서 식힌 다음 그 무게를 정밀하게 달고 2를 곱하여 묽은 에탄올액스의 양으로 한다. 건조감량에서 얻은 값에서 건조물로 환산한 검체량에 대한 엑스함량(%)을 산출한다.

6) 관능검사

관능검사는 한약재 저장기간(0, 15, 30, 45일)중에 일어나는 변화를 알아보기 위하여 한약재를 상온에서 저장하면서 외관, 향, 색을 평가하였다. 선정된 관능요원은 충분한 훈련을 거쳐 한약재의 품질차이를 식별할 수 있는 능력이 갖추었다고 여겨지는 16명으로 구성되었다. 평가방법은 5점법으로 기호도 검사법으로 실시하였으며, 아주 나쁘다 : 1점, 나쁘다 : 2점, 보통이다 : 3점, 좋다 : 4점, 아주 좋다 : 5점으로 각 시료를 평가하였다.

7) 통계처리

통계처리는 각각의 시료에 대해 평균 ± 표준오차로 나타내었으며, 각 군에 따른 유의차 검증은 분산분석을 한 후 $\alpha=0.05$ 수준에서 Duncan's multiple test에 따라 분석하였다.

결과 및 고찰

1) 수분

벌레 및 유충 피해가 큰 한약재인 백지, 방풍의 저장기간이 경과함에 따라 수분함량은 큰 차이가 없었고, 감마선 조사에 의한 차이도 나타나지 않았다(Fig. 1, 2). 다만 감마선 조사를 실시한 포장재료는 PE+PP 재질로 사용했기 때문에 산소의 투습도가 현행 PP포장보다는 낮아서 수분함량의 변화가 미미한 것으로 판단된다. 이러한 연구를 뒷받침하는 연구 중 강 등²¹⁾은 감마선을 조사한 양념육의 수분활성도가 모든 처리구에서 0.99 ± 0.02 를 나타내었으며 조사선량간 또는 포장방법간 차이를 보이지 않았다고 하였으며, 조 등²²⁾도 감마선 조사에 의한 수분활성 변화는 나타나지 않았다고 보고하였다.

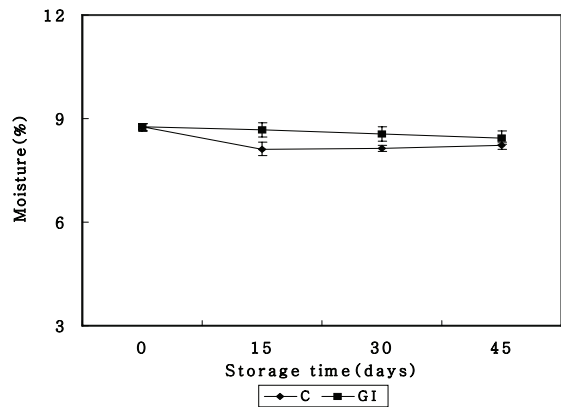


Fig. 1. Effects of gamma-irradiation on the moisture content of *Angelica dahuricae* Radix during storage in room temperature. CON : Control, GI : Gamma-irradiation.

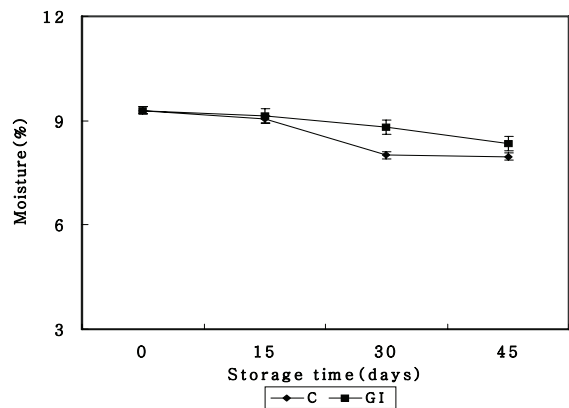


Fig. 2. Effects of gamma-irradiation on the moisture content of *Glehnia littoralis* Radix during storage in room temperature. Symbols are the same as those in Fig. 1.

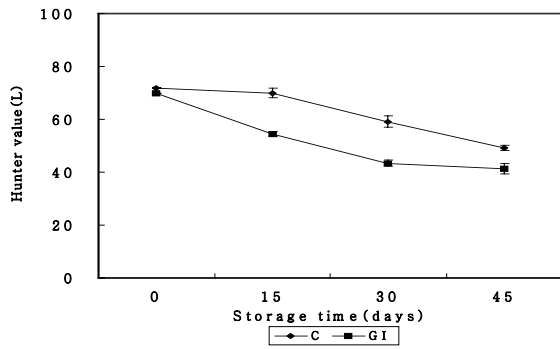


Fig. 3. Effects of gamma-irradiation on the hunter value(L) of *Angelica dahuricae* Radix during storage in room temperature
 Symbols are the same as those in Fig. 1.

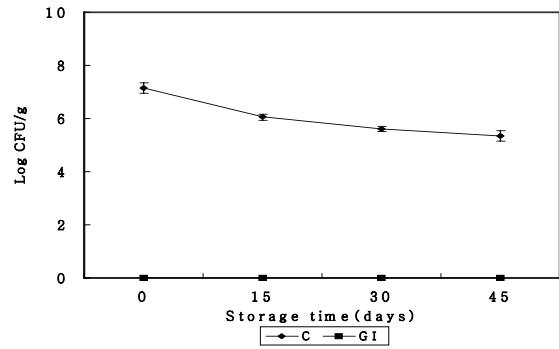


Fig. 6. Effects of gamma-irradiation on the microbial growth of *Glehnia littoralis* Radix during storage in room temperature
 Symbols are the same as those in Fig. 1.

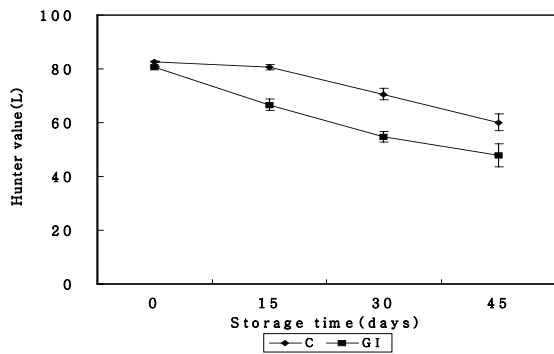


Fig. 4. Effects of gamma-irradiation on the hunter value(L) of *Glehnia littoralis* Radix during storage in room temperature
 Symbols are the same as those in Fig. 1.

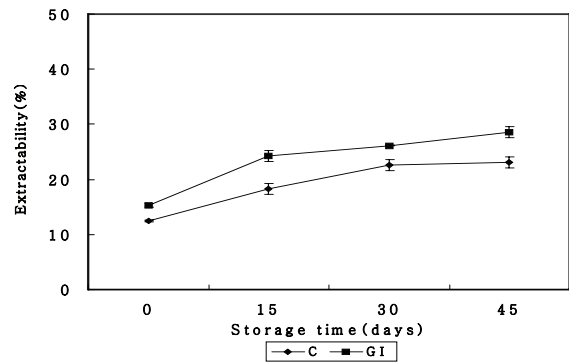


Fig. 7. Effects of gamma-irradiation on the extractability of *Angelica dahuricae* Radix during storage in room temperature
 Symbols are the same as those in Fig. 1.

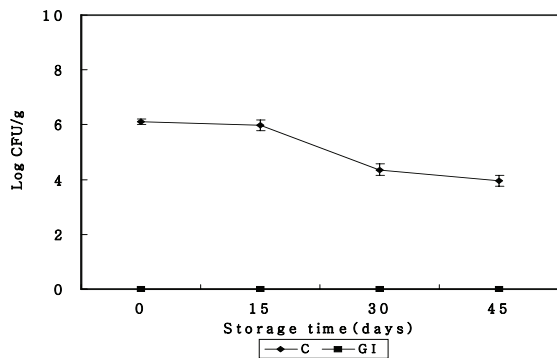


Fig. 5. Effects of gamma-irradiation on the microbial growth of *Angelica dahuricae* Radix during storage in room temperature
 Symbols are the same as those in Fig. 1.

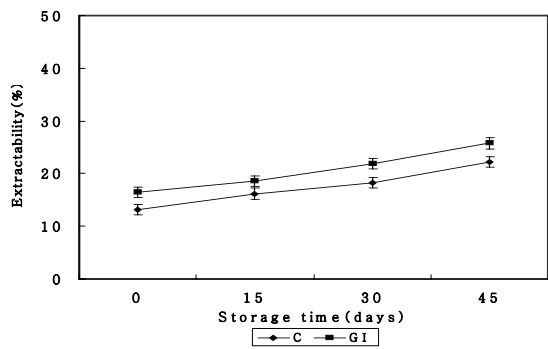


Fig. 8. Effects of gamma-irradiation on the extractability of *Glehnia littoralis* Radix during storage in room temperature
 Symbols are the same as those in Fig. 1.

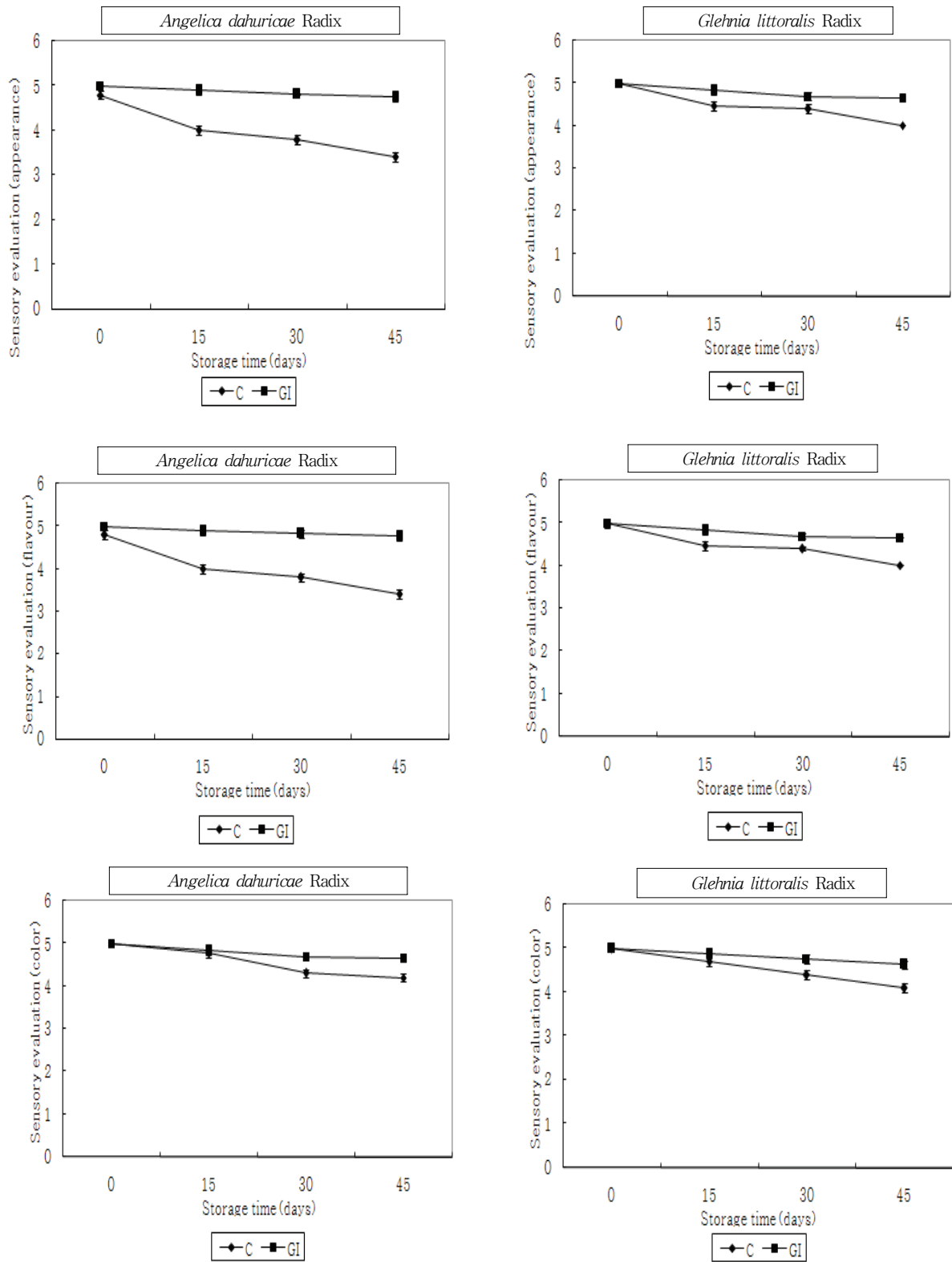


Fig. 9. Effects of gamma-irradiation on the oriental medicine by sensory evaluation during storage in room temperature. Symbols are the same as those in Fig. 1.

2) 색차

감마선 조사를 실시한 백지, 방풍을 45일간 저장하면서 15일 간격으로 색차의 변화를 측정된 결과 저장 중 L값은 감마선조사에 의해 약간 감소하는 경향이 있었다(Fig. 3, 4). 그러나 전 등¹⁵⁾은 칩 추출물에 감마선 조사 선량을 증가시킬수록 명도가 증가하였으며, 적색도와 황색도는 감소하는 경향을 나타내었다고 보고하였다. 감마선 조사처리에 의한 색차의 차이는 조사 시료의 차이에 기인하는 것으로 사료된다.

3) 총 균수

백지, 방풍은 저장 중 전처리 과정이 나쁘면 쉽게 벌레 및 유충이 번식하는 한약재이기 때문에 살균처리가 매우 중요하다. 지금까지는 백지, 방풍을 가열살균 처리하였지만, 그 유충이 한약재에 남아있어 저장기간이 지남에 따라 알을 부화하고 다시 성충으로 나타나 유통중 가장 심각한 문제를 야기하였다.

이러한 문제를 해결하기 위해서 백지, 방풍에 감마선 조사(10 KGy)를 실시하였다. 그 결과 벌레 및 유충은 완전히 사멸되었고, 총 균수를 측정된 결과도 감마선조사 처리구는 총 균수가 전혀 검출되지 않았다(Fig. 5, 6). 권 등¹⁶⁾은 백삼의 장기 저장시 문제점의 하나인 해충피해를 감마선조사를 통하여 효과적으로 해충을 억제시켰다는 결과를 보고하고 있다. 오염미생물에 대한 감마선조사의 살균효과는 2.5 KGy의 조사로서 모든 미생물을 1-2 log cycle정도 감소시키고, 5 KGy조사는 호기성 총세균을 3 log cycle로 격감시켰으며, 곰팡이 및 대장균군은 검출한계 이하로 사멸되었고, 10 KGy 조사 시에는 모든 미생물이 완전 사멸되었다는 보고¹⁴⁾와 잘 일치하고 있다. 본 실험에서도 백지, 방풍을 10 KGy조사함으로써 오염미생물을 완전 사멸시킨 결과 저장 중 미생물의 오염이 전혀 없었다. 따라서 벌레 및 유충이 잘 발생하는 백지, 방풍과 같은 한약재는 감마선조사 처리가 미생물오염에 대한 가장 효과적인 방지책이라고 판단된다.

4) Extracts 함량

감마선 조사 및 비조사된 백지, 방풍을 추출한 결과는 Fig. 7, 8과 같다. 백지의 감마선 조사 처리구가 비조사 처리에 비해 약 19.3% 정도의 추출률 증대효과를 보였고, 방풍의 경우는 약 13.9% 정도의 추출률 증대효과를 나타내었다. 이러한 결과는 감마선 조사가 건조 한약재의 물성을 개선시키는 작용 즉, 고선량 조

사로 원료 중의 배당체를 개열시켜 가용성 물질의 추출을 촉진시켰기 때문이다¹⁴⁾. 따라서 천연 생리활성물질에 10 KGy 범위의 감마선조사는 이들의 추출율을 증대시킬 뿐만 아니라 추출시간 단축효과와 원료자체의 저장, 유통중 오염유기체의 생육에 의한 품질열화를 방지할 수 있으며, 위생상 크게 문제시 되는 화학 약품처리의 대체방법으로서도 활용될 것이다.

5) 관능검사

감마선 조사에 의한 백지, 방풍의 관능검사 결과 저장 기간이 경과하여도 큰 변화가 없었고, 외관상 미생물 오염을 사멸하였기 때문에 깨끗하게 보였다(Fig. 9). 따라서 외관에 대한 관능평가는 좋은 것으로 나타났고, 저장 중 방향성 부분은 큰 차이는 없었으며, 더 좋은 풍미를 나타내었다. 이것은 감마선 조사 처리가 유효성분의 추출률을 증대시키고¹⁴⁾, 조사선량에 의한 한약재 성분의 배당체를 개열시켜 가용성 물질의 추출을 증대시킨 결과로 풍미가 전반적으로 더 좋은 것으로 판단된다. 따라서 감마선 조사에 의한 백지, 방풍의 효과는 비조사구보다는 전반적으로 우수하였다.

결론

원료의 품질관리 상태가 나빠 포장지 내부에 벌레, 곰팡이 및 유충의 피해가 생긴 경우 현행 PP포장은 재질이 약해 벌레가 쉽게 구멍을 내어서 소비자에게 외관상 나쁜 영향을 줄 수 있고, PVDC 등의 다른 포장재질을 사용하여 저장하여도 포장 내부에 생존하는 경우가 빈번히 발생하고 있다. 이러한 문제점을 해결하기 위해서는 감마선 조사처리(10 KGy)에 의한 살균이 효과적이라고 사료된다. 실제 한국원자력연구소에서는 몇몇 한약재에 대한 방사선처리를 통하여 벌레, 곰팡이 및 유충에 대한 살균효과를 보고하였다¹⁴⁾. 본 실험에서도 벌레 및 유충의 피해가 큰 백지, 방풍에 감마선을 조사(10 KGy 이하)하여 저장성을 검토하였다. 감마선을 처리한 결과 저장 중 전혀 미생물이 검출되지 않아 완전 사멸된 것으로 판단되며, 동시에 벌레 및 유충도 발생하지 않았다. 또한 감마선 조사에 의한 유효 추출물의 증대 등으로 관능적인 평가에서도 우수하였다. 이러한 것을 종합해 볼 때 뿌리나 줄기를 이용한 한약재(백지, 방풍)는 반드시 감마선 조사(10 KGy 이하)를 전처리 공정에 포함시키는 제도적 장치가 시급한 실정이다.

감사의 글

본 연구는 2004년도 대구지방식품의약품안전청의 연구비 지원으로 수행된 연구 결과의 일부로 이에 감사드립니다.

참고문헌

1. 임위평. 한약의 저장과 보관에 대하여 대략적으로 이야기함. 한약의 창문. 1999 ; 8(6).
2. 동건화. 한약저장과정에서 곰팡이가 피는 문제에 대하여. 약품과 임상. 1997 ; 4(6).
3. 전국한의과대학 본초학교수. 본초학 도서출판 영림사. 2000 ; 622-3.
4. 일본약국방해설서편집위원회. 일본약국방(제13개정). 황천서점. 平成8年 : A1-A29.
5. 성현제. 중국의 한의학 정책 및 현황. 한국한의학연구원. 1997 ; 163-170.
6. 성현제. 일본의 한의학 의료현황. 한국한의학연구원. 1997 ; 204-9.
7. 장일무. 천연물 산업의 동향과 약용식물 활용. 한국약용작물학회의 공동심포지엄. 2002 ; 28-37.
8. 대구가톨릭대학교 한방바이오산업육성지원센터. 경상북도 한방산업의 육성과 미래. 대구가톨릭대학교. 2004 ; 42-50.
9. WHO. Wholesomeness of irradiated food. Report of a joint FAO/IAEA/WHO expert committee on the wholesomeness of irradiated food. Technical Report Series. 1981 ; 659.
10. Daferstein FK. Food irradiation. The position of the World Health Organization. 36th General Conference of the International Atomic Energy Agency. Scientific session. Vienna. 1992 ; 23, Sept.
11. Niemira BA, Sommers CH and Boyd G. Irradiation inactivation of four *Salmonella* serotypes in orange juices with various turbidities. J Food Prot. 2001 ; 64 : 614-7.
12. Sawai T, Yamazaki M, Shimokawa T, Sekiguchi M and Sawai T. Improvement of sedimentation and dewatering of municipal sludge by radiation. Radiat. Phys. Chem. 1990 ; 35 : 465-8.
13. Byun MW. Application and aspect of irradiation technology in food industry. Food Sci Ind. 1997 ; 30 : 89-100.
14. 육홍선, 차보숙, 조성기, 변명우. 한방약재의 오염 미생물 살균, 추출률 및 생리효능에 대한 감마선 조사의 영향. Korean J food Sci. 1998 ; 583-4.
15. 전태욱, 박지혜, 변명우. 감마선 조사가 칩의 생리활성과 색상 변화에 미치는 영향. Korean J of Food Preservation. 2002 ; 9(3) : 245-350.
16. 권중호, 변명우, 이수정, 정형욱. 감마선 조사된 백삼의 생물학적 품질 및 저장특성. J Korean Soc Food Sci Nutr. 1999 ; 28(1) : 40-6.
17. 함연호, 육홍선, 조성기. Ames test를 이용한 감마선 조사 황기, 감초 및 진피의 유전독성학적 안전성 평가. Korean J Postharvest Sci Technol. 2001 ; 8(1) : 54-9.
18. 조성기, 유영범, 오현, 곽연길, 변명우. 감마선조사 생약재(어성초, 구기자)의 안전성에 관한 유전독성학적 평가. Korean J Postharvest Sci Technol. 2000 ; 7(1) : 68-73.
19. 권중호, 변명우, 장석도, 이광승. 홍삼의 품질안정성 향상을 위한 감마선의 이용. Korean J Postharvest Sci Technol. 1999 ; 6(1) : 23-8.
20. 정두채. 한국보건산업진흥원. 한약품질 및 유통관리 제도 조사연구. 한방정책자료실. 1998 ; 249-314.
21. 강호진, 조철훈, 이나영, 김정옥, 변명우. 포장방법에 따른 양념갈비의 저장 중 총균수, 전자공여능 및 지방산화의 감마선 조사효과. Korean Soc Food Sci Nutr. 2004 ; 33(5) : 888-93.
22. Jo C, Lee WD, Kim DH, Kim JH, Kim HJ, Ahn MW and Byun MW. Quality attributes of low salt Changran Jeotkal(aged and seasoned intestine of Alaska pollock, *Theragra chalcogramma*) developed using gamma irradiation. Food Control. 2004 ; 15 : 345-440.