

## 감마선조사 생약재 황기, 백출 및 승마의 유전독성학적 안전성 평가

### Genotoxicological Safety of the $\gamma$ -ray Irradiated Herbs: Astragali Radix, Atractylodes Rhizoma and Cimicifugae Rhizoma

함연호, 오현, 박혜란, 변명우, 조성기\*

한국원자력연구소

305-353 대전시 유성구 덕진동 150

#### 요 약

최근 기능성 식품 및 생약제제 등의 수요급증으로 원료의 안전한 저장·유통기술이 요구됨에 따라, 기존방법인 화학물질에 의한 위생화기술의 대체방법으로 감마선 조사기술법의 적용가능성을 검토하고자 하였다. 본 연구에서는 수요량이 많은 생약재 중 황기, 백출과 승마를 대상으로 감마선조사 시료의 유전독성학적 안전성을 평가하였다. 오염유기체 완전사멸 선량인 10K Gy의 감마선이 조사된 생약재 시료의 열수 추출물에 대하여 *Salmonella typhimurium* TA 98 및 TA 100 균주를 이용한 유전자 복귀돌연변이 시험 (Ames test)과 Chinese hamster ovary (CHO) 세포를 이용한 소핵시험을 시행하였다. 시험은 rat의 간에서 추출한 S9을 시료와 함께 첨가하여 물질대사적으로 활성화시킨 간접법과 추출물만 첨가한 직접법으로 나누어 시행하였다. 각 시료의 감마선 비조사군과 조사군 사이 및 농도별에서도 추출물에 의한 돌연변이의 증가를 인정할 수 없었다. 따라서 감마선 조사된 각 시료가 직접변이원이나 물질대사에서 간접변이원으로 작용하지 않으며, 세포분열 중 유전학적으로 독성을 나타내지 않음을 확인하였다.

#### Abstract

This experiment was performed to test the genotoxicological safety of the three medicinal herbs - Astragali Radix, Atractylodes Rhizoma and Cimicifugae Rhizoma - irradiated with  $\gamma$ -rays. The hot water extracts of the herbs irradiated with  $\gamma$ -rays (10 kGy) were examined in two short-term *in vitro* tests : (1) Ames test in *Salmonella typhimurium* TA 98 and TA 100, (2) Micronucleus test in cultured Chinese hamster ovary (CHO) cells. No mutagenicity was detected in these two assays with or without metabolic activation by S9 mix. From these results, the safety of the herbs irradiated with  $\gamma$ -rays at practical doses could be revealed in further tests of genotoxicity *in vivo*, chronic and reproductive toxicity.

Key words : medicinal herbs,  $\gamma$ -ray irradiation, Ames test, micronucleus test, mutagenicity

---

\* Corresponding author

## 1. 서 론

농산물의 저장 및 유통시 위생화를 위한 화학물질 첨가, 훈증처리 등은 환경공해, 건강장해, 유해물질 생성 및 독성물질의 잔류와 같은 안전성 문제를 내포하고 있어 일부 선진국가들에서는 이미 사용금지 되었거나 점차 금지될 전망이다[1, 2]. 이러한 위해성을 줄이고 색, 맛과 형태적 특성을 그대로 보존하고, 해충, 기생충, 병원성 세균, 곰팡이 등을 효과적으로 제거할 수 있으며 저가의 비용 및 저장기간의 연장 등 그 유용성이 인정된 방사선 조사기술의 적용가능성이 관심의 초점이 되고 있다[3-5].

이 기술의 효율성 때문에 현재 37개국에서 방사선 조사 식품이 허가되었고 이중 25개국에서 상업적으로 실용화되고 있다[6]. 국내에서도 상업적 방사선 조사 시설 1기가 1987년 6월부터 가동되고 있으며, 2000년 13개 식품품목군에 대한 방사선 조사가 보건복지부로부터 허가되었으며 [7] 좀더 확대될 전망이다. 그러나 방사선 조사 식품에 대한 소비자들의 수용성 인식에는 많은 과제를 안고 있으며, 방사선 조사식품의 안전성에 대한 과학적 인식의 전달이 당면과제이다.

따라서, 본 연구는 수요가 급증하고 있는 생약재의 위생화를 위한 감마선 조사기술의 적용가능성을 검토하고자 유통량이 많은 생약재 중 황기, 백출과 승마를 대상으로 감마선 조사 시료의 독성학적 안전성을 검증하기 위하여 수행되었다.

황기는 다년초로써 전국에 분포하고, 원기부족, 다한증, 당뇨, 강장 등 생약 및 식품에 이용하며 [8], 백출은 삼주의 뿌리로 위장염, 신경통 및 부종 등에 사용되고[8], 승마는 다년초 식물로 근경을 발한, 해열 및 두통 등에 사용되는[8] 생약재이다.

본 실험에서는 오염유기체 완전 구제 선량인 10 kGy의 감마선을 조사한 시료의 유전독성학적 안전성을 평가하고자, *Salmonella typhimurium*을 이용한 복귀돌연변이 시험과 배양된 Chinese hamster ovary (CHO) 세포를 이용한 소핵유발시험을 시행하였다.

## 2. 재료 및 방법

### 2.1 공시재료

시료는 국내시장에서 유통되고 있는 건조 생약재로 황기 (*Astragali Radix* : the root of *Astragalus membranaceus* Bunge), 백출 (*Atractylodes Rhizoma* : the root of *Atractylodes japonica* Koidzumi) 및 승마 (*Cimicifugae Rhizoma* : the root of *Cimicifuga heracleifolia* Komarov)를 경동시장에서 1999년 12월에 구입하였다.

생약재의 방사선조사는 한국원자력연구소의 감마선 조사시설 (선원: Co-60, 10만 Ci)을 이용하여 실온에서 시간당 2 kGy의 선량율로 10 kGy의 총흡수선량을 얻도록 하였다.

감마선조사 및 비조사 생약재 시료 30g에 약 10배량의 증류수를 가하여 약탕기에서 2시간씩 3회 열수추출하고 원심분리 및 여과 후 감압농축하여 시료로 사용하였다.

### 2.2 복귀돌연변이 시험 (Ames test)

시험방법은 Maron과 Ames의 방법[9, 10]에 따라 배지, 시약 및 4% S9 mix를 조제하여 시험에 사용하였으며 박테리아 균주는 *Salmonella typhimurium* TA98과 TA100이었다. 시료가 직접적인 돌연변이원으로 작용하는 지를 시험하는 직접법은 시험관에 인산완충용액 0.5ml, 일정농도의 시료용액 0.1ml과 12시간 배양한 균배양액 0.1ml을 넣어 가볍게 vortex하고 직접법의 경우에는 곧바로 histidine/biotin이 첨가된 top agar (45°C)를 2ml 가하고 vortex하여 미리 만들어 놓은 minimal glucose agar plate 상에 부어 고화시켰다. Rat의 간으로부터 분리한 S9 및 무기염류 mix를 첨가

하여 물질대사적으로 활성화시킨 경우 간접변이원으로 작용하는 지를 시험하는 간접법의 경우에는 인산완충용액 대신 S9 mix (0.5ml)와 시료를 혼합한 후 균배양액을 가하여 30분간 (37°C) 예비 배양한 후 top agar에 혼합하여 도포하였다. 37°C의 배양기에서 48시간 배양한 후 복귀돌연변이 집락 (colony)의 수를 세었다.

돌연변이 유발성의 판정은 복귀돌연변이 집락수가 대조군의 2배 이상이면서 용량의존성을 갖는 경우를 양성으로 하였다. 또한 간접법에는 2-amino-fluorene (2-AF)을 직접법에는 4-nitro-*o*-phenylenediamine (NPD)와 sodiumazide(Na-azide)를 양성대조군으로 첨가하여 실험의 정확성 여부를 판정하였다.

### 2.3 소핵시험 (Micronucleus Test)

시험에 사용된 동물세포는 Chinese hamster ovary (CHO) 세포로, RPMI 1640배지에 HEPES buffer, fetal bovine serum, penicillin-streptomycin을 첨가시킨 완전배지를 사용하여 배양하였다. 포화 상대습도 조건하 (37°C)에서 5% CO<sub>2</sub>를 공급해주는 배양기에서 세포들을 배양하였다.

시험방법은 CHO 세포 5×10<sup>4</sup>개를 culture dish (Ø60mm)에 파종하여 2일간 배양한 후, Fenech와 Morley의 cytokinesis-block (CB) method[11]에 따라 추출물시료와 세포질의 분열을 억제하는 물질인 cytochalasin B (Cyt-B; 3µg/ml)를 함께 첨가하고 24시간 배양하였다. 배양액을 제거하고, hypotonic 용액 (75mM KCl)을 가하여 세포를 팽윤시킨 다음, 고정액(methanol : acetic acid, 3:1과 6:1)으로 2회 고정시킨 후 공기건조시켜 세포표본을 만들었다. 세포들의 핵을 관찰하기 위하여 Giemsa 염색액으로 염색하고 공기건조 후 광학현미경으로 1000배에서 관찰하였다. 간접법에서는 같은 방법으로 세포를 배양한 후, 시험물질과 S9 mix를 첨가하여 6시간동안 배양한 다음, 신선한 배지로 교환하고 Cyt-B를 첨가하여 18시간 더 배양한 후 세포표본을 만들고 염색하였다.

음성 대조군으로는 증류수를, 양성 대조군으로 직접법에서는 mytomycin C를 간접법에서는 DMSO에 녹인 benzo-(α)-pyrene을 첨가하였다. 소핵의 판독은 Almassy 등[12]의 기준에 따랐으며, 세포핵 분열 후의 Cyt-B에 의한 세포질 분열 봉쇄로 생성된 binucleated CB세포1,000개 중 소핵을 갖는 세포들을 계수하였다.

## 3. 결과 및 고찰

### 3.1 *Salmonella typhimurium*을 이용한 돌연변이원성 검증

시료가 천연생약재임을 고려하여 5mg/plate를 최고농도로 사용하였으며, *Salmonella typhimurium* TA98과 TA100의 복귀돌연변이 집락수를 조사한 결과는 Table 1, 2 및 3에 나타내었다. 각 시험에서 음성대조군의 복귀변이 집락수는 문헌치[9, 10, 13]의 범위 이내이었고, 양성 대조 화합물에 의해 복귀돌연변이 집락수가 현저히 증가하여 본 실험이 적합하게 수행되었음을 확인하였다.

물질대사를 활성화시킨 경우와 활성화시키지 않은 경우 모두에서 각 추출물의 모든 용량단계에서 감마선조사 백출, 승마 및 황기 추출물에 의한 각 균주의 복귀돌연변이 집락수의 증가를 인정할 수 없었다.

### 3.2 포유류 배양세포를 이용한 소핵 유발성 검증

CHO 세포 배양에서는 1mg/ml을 최고농도로 하여, binucleated cell들 중에 유발된 소핵을 조사한 결과는 Table 3, 4 및 5에 나타내었다. 음성대조군의 경우 1,000개의 binucleated cells 중에 형성된 소핵은  $22 \pm 5.7$ 개 정도로 나타났으며, 양성대조 화합물에 의해 소핵 수가 현저히 증가하여 본 실험이 적합하게 행하여 졌음을 확인하였다. 물질대사를 활성화시키지 않은 경우와 활성화시킨 경우 모두에서 각 추출물의 모든 용량단계에서 감마선 조사 생약제 추출물에 의한 소핵 수의 증가를 인정할 수 없었으며 모두 3% 이하의 소핵 빈도를 보여 음성으로 판정하였다.

### 3.3 고찰

*Salmonella typhimurium*을 이용한 돌연변이 시험과 포유류 배양세포를 이용한 소핵 유발시험에서 감마선 조사 생약제 (황기, 백출 및 승마)의 추출물이 직접변이원이나 간접변이원으로서 세포 핵분열 중에 이상을 유발하지 않음을 알 수 있었으며 하 등[13]이 방사선조사 백삼분말의 유전독성학적 안전성 평가의 일환으로 염색체 이상 유발성을 시험한 결과와 유사하였다.

소핵은 polychromatic erythrocytes에서 관찰되는 과립 즉 Howell-Jolly body로 혈액학자들에 의해 알려졌으며 염색체 상해와 관련되어 세포핵으로부터 나온 것으로 믿어졌다. 인위적인 소핵유발은 감마선이나 fast neutron으로 조사된 콩의 뿌리 끝에서 관찰되었다. 그후 돌연변이원성 물질을 검색하기 위하여 설치류의 골수를 이용한 소핵형성시험이 이용되기 시작하였으며, 최근에는 배양된 동물세포를 이용한 소핵시험법이 이용되고 있다. 소핵시험은 clastogen 뿐만 아니라 spindle 형성에 영향을 주는 물질도 검색할 수 있는 유전독성의 좋은 지표이며, 돌연변이원성 물질을 쉽고 빨리 검색할 수 있는 방법으로 보고되어 있다[14-16].

**감사의 글 :** 본 연구는 과학기술부의 원자력연구개발사업의 일환으로 수행되었음.

Table 1. Revertant colonies of the *S. typhimurium* strains in Ames test with hot water extract of  $\gamma$ -irradiated Astragali Radix

Test material	Irradiation <sup>1)</sup>	S9 mix	Dose (mg/plate)	No. of revertant colonies(His <sup>+</sup> ) per plate	
				TA98	TA100
H <sub>2</sub> O	-	-		19, 29, 25 (24)	182, 184, 183 (183)
Astragali Radix	-	-	5	28, 27 (28)	186, 157 (172)
	-	-	2.5	29, 23 (26)	173, 184 (179)
	-	-	1.25	23, 26 (25)	172, 175 (174)
	-	-	0.63	29, 22 (26)	176, 175 (176)
	-	-	0.32	17, 20 (19)	190, 165 (178)
	.....	.....	.....	.....	.....
	+	-	5	24, 24 (24)	191, 192 (192)
	+	-	2.5	19, 25 (22)	152, 171 (162)
	+	-	1.25	22, 21 (22)	188, 177 (183)
	+	-	0.63	22, 25 (24)	190, 205 (198)
+	-	0.32	25, 20 (23)	196, 182 (189)	
NPD	-	-	0.02	2042, 2068 (2055)	
Na-Azide	-	-	0.0015	1235, 1258 (1247)	
H <sub>2</sub> O	-	-		20, 21, 26 (22)	178, 171, 202 (184)
H <sub>2</sub> O	-	+		29, 24, 36 (30)	204, 196, 188 (196)
Astragali Radix	-	+	5	34, 32 (33)	227, 191 (209)
	-	+	2.5	28, 33 (31)	173, 194 (184)
	-	+	1.25	34, 31 (33)	199, 167 (183)
	-	+	0.63	28, 26 (27)	193, 161 (177)
	-	+	0.32	28, 32 (30)	191, 172 (182)
	.....	.....	.....	.....	.....
	+	+	5	24, 37 (31)	198, 192 (195)
	+	+	2.5	24, 23 (24)	208, 178 (192)
	+	+	1.25	29, 33 (31)	178, 189 (184)
	+	+	0.63	25, 22 (24)	166, 190 (178)
+	+	0.32	33, 23 (28)	174, 168 (171)	
2-AF	-	+	0.010	1183, 1207 (1195)	723, 757 (740)

<sup>1)</sup> Irradiation(10kGy of Co-60  $\gamma$ -ray) was treated to the sample before extraction.

\* Positive control: NPD(4-nitro-*o*-phenylenediamine), Na-Azide and 2-AF(2-aminofluorene).

Table 2. Revertant colonies of the *S. typhimurium* strains in Ames test with hot water extract of  $\gamma$ -irradiated *Atractylodes Rhizoma*.

Test material	Irradiation <sup>1)</sup>	S9 mix	Dose (mg/plate)	No. of revertant colonies(His <sup>+</sup> ) per plate	
				TA98	TA100
H <sub>2</sub> O	-	-		19, 20, 21 (20)	145, 144, 142 (144)
<i>Atractylodes Rhizoma</i>	-	-	5	23, 21 (22)	158, 155 (157)
	-	-	2.5	23, 22 (23)	138, 134 (136)
	-	-	1.25	18, 25 (22)	145, 140 (143)
	-	-	0.63	20, 22 (21)	144, 141 (143)
	-	-	0.32	19, 21 (20)	144, 136 (140)
	+	-	5	35, 26 (31)	157, 146 (152)
	+	-	2.5	22, 19 (21)	134, 157 (146)
	+	-	1.25	28, 23 (26)	133, 136 (135)
	+	-	0.63	17, 17 (17)	148, 140 (144)
	+	-	0.32	21, 21 (21)	151, 146 (149)
NPD	-	-	0.02	2042, 2068 (2055)	
Na-Azide	-	-	0.0015	1235, 1258 (1247)	
H <sub>2</sub> O	-	-		19, 16, 18 (18)	158, 135, 138 (144)
H <sub>2</sub> O	-	+		31, 21, 31 (28)	153, 152 (153)
<i>Atractylodes Rhizoma</i> (non-irradiated)	-	+	5	32, 26 (29)	150, 176 (163)
	-	+	2.5	41, 30 (36)	161, 163 (162)
	-	+	1.25	44, 25 (35)	146, 162 (154)
	-	+	0.63	28, 22 (25)	155, 158 (157)
	-	+	0.32	28, 18 (23)	156, 151 (154)
	+	+	5	20, 35 (28)	164, 168 (166)
	+	+	2.5	33, 29 (31)	179, 173 (176)
	+	+	1.25	23, 26 (25)	177, 172 (175)
	+	+	0.63	29, 37 (33)	154, 159 (157)
	+	+	0.32	30, 21 (26)	187
2-AF	-	+	0.010	1089, 1132 (1111)	758, 778 (768)

<sup>1)</sup> Irradiation(10kGy of Co-60  $\gamma$ -ray) was treated to the sample before extraction.

\* Positive control: NPD(4-nitro-*o*-phenylenediamine), Na-Azide and 2-AF(2-aminofluorene).

Table 3. Revertant colonies of the *S. typhimurium* strains in Ames test with hot water extract of  $\gamma$ -irradiated Cimicifuge Rhizoma.

Test material	Irradiation <sup>1)</sup>	S9 mix	Dose (mg/plate)	No. of revertant colonies(His <sup>+</sup> ) per plate	
				TA98	TA100
H <sub>2</sub> O	-	-		17, 33, 15 (22)	161, 131, 120 (137)
Cimicifuge Rhizoma (non-irradiated)	-	-	5	34, 32 (33)	143, 170 (157)
	-	-	2.5	31, 24 (28)	139, 140 (140)
	-	-	1.25	26, 26 (26)	143, 132 (138)
	-	-	0.63	25, 26 (26)	123, 119 (121)
	-	-	0.32	32, 30 (31)	115, 116 (116)
Cimicifuge Rhizoma (irradiated)	+	-	5	33, 33 (33)	250, 221 (236)
	+	-	2.5	40, 34 (37)	175, 202 (189)
	+	-	1.25	33, 33 (33)	153, 167 (160)
	+	-	0.63	30, 25 (28)	145, 140 (143)
	+	-	0.32	26, 30 (28)	145, 168 (157)
NPD	-	-	0.02	2042, 2068 (2055)	
Na-Azide	-	-	0.0015	1235, 1258 (1247)	
H <sub>2</sub> O	-	-		19, 10, 16 (15)	127, 116 (122)
H <sub>2</sub> O	-	+		24, 19, 23 (22)	120, 113 (117)
Cimicifuge Rhizoma	-	+	5	28, 25 (27)	122, 119 (121)
	-	+	2.5	19, 23 (21)	102, 94 (98)
	-	+	1.25	29, 20 (25)	109, 100 (105)
	-	+	0.63	19, 29 (24)	81, 110 (96)
	-	+	0.32	19, 18 (19)	108, 102 (105)
	+	+	5	31, 31 (31)	172, 212 (192)
	+	+	2.5	24, 11 (18)	132, 123 (128)
	+	+	1.25	24, 28 (26)	137, 120 (129)
	+	+	0.63	18, 24 (21)	128, 127 (128)
	+	+	0.32	22, 17 (20)	110, 110 (110)
2-AF	-	+	0.010	1089, 1132 (1111)	758, 778 (768)

<sup>1)</sup> Irradiation(10kGy of Co-60  $\gamma$ -ray) was treated to the sample before extraction.

\* Positive control: NPD(4-nitro-*o*-phenylenediamine), Na-Azide and 2-AF(2-aminofluorene).

Table 4. Frequency of micronuclei(MN) in cytokinesis-blocked CHO cells following treatment with water extract of  $\gamma$ -irradiated Astragali Radix

Test material	Irradiation <sup>1)</sup>	S9 mix	Dose (mg/ml)	No. of CB cells with n MN					Total No. of MN	MN/1000 cells (Mean $\pm$ S.D)
				0	1	2	3	4		
H <sub>2</sub> O	-	-	-	2,944	53	2	-	1	61	20.3 $\pm$ 4.0
Astragali Radix	-	-	1	2,937	58	5	-	-	68	22.7 $\pm$ 3.5
	-	-	0.3	2,945	49	6	-	-	61	20.3 $\pm$ 5.0
	-	-	0.1	2,964	34	2	-	-	38	12.7 $\pm$ 0.6
	+	-	1	2,938	52	9	1	-	73	27.7 $\pm$ 10.0
	+	-	0.3	2,958	36	5	-	1	50	15.3 $\pm$ 4.0
	+	-	0.1	2,965	34	1	-	-	36	12.0 $\pm$ 3.0
MMC	-	-	0.0001	2,698	266	30	5	1	345	115.0 $\pm$ 12.6
H <sub>2</sub> O	-	+	-	2,944	50	6	-	-	62	20.7 $\pm$ 4.0
Astragali Radix	-	+	1	2,937	57	6	-	-	69	23.0 $\pm$ 2.0
	-	+	0.3	2,948	47	5	-	-	57	19.0 $\pm$ 4.0
	-	+	0.1	2,939	55	6	-	-	67	22.3 $\pm$ 0.6
	+	+	1	2,927	65	8	-	-	81	27.0 $\pm$ 1.0
	+	+	0.3	2,935	53	12	-	-	77	25.7 $\pm$ 1.5
	+	+	0.1	2,931	63	6	-	-	75	25.0 $\pm$ 6.0
B( $\alpha$ )P	-	+	0.02	2,634	324	35	6	1	415	138.3 $\pm$ 19.4

<sup>1)</sup> Irradiation(10kGy of Co-60  $\gamma$ -ray) was treated to the sample before extraction.

\* Positive control: MMC (mytomycin C) and B( $\alpha$ )P (Benzo-( $\alpha$ )-Pyrene).

Table 5. Frequency of micronuclei(MN) in cytokinesis-blocked CHO cells following treatment with water extract of  $\gamma$ -irradiated Atractylodes Rhizoma

Test material	Irradiation <sup>1)</sup>	S9 mix	Dose (mg/ml)	No. of CB cells with n MN					Total No. of MN	MN/1000 cells (Mean $\pm$ S.D)
				0	1	2	3	4		
H <sub>2</sub> O	-	-	-	2,945	51	4	-	-	59	19.7 $\pm$ 3.2
Atractylodes Rhizoma	-	-	1	2,944	51	5	-	-	61	20.3 $\pm$ 6.8
	-	-	0.3	2,962	38	-	-	-	38	12.7 $\pm$ 1.5
	-	-	0.1	2,946	40	13	1	-	69	22.3 $\pm$ 6.4
	+	-	1	2,953	43	3	1	-	52	17.3 $\pm$ 4.9
	+	-	0.3	2,953	43	4	-	-	51	17.0 $\pm$ 3.0
	+	-	0.1	2,954	43	3	-	-	49	16.3 $\pm$ 3.8
MMC	-	-	0.0001	2,698	266	30	5	1	345	115.0 $\pm$ 12.6
H <sub>2</sub> O	-	+	-	2,956	38	6	-	-	50	16.7 $\pm$ 0.6
Atractylodes Rhizoma	-	+	1	2,957	34	8	1	-	53	17.7 $\pm$ 8.1
	-	+	0.3	2,957	35	7	1	-	52	17.3 $\pm$ 5.5
	-	+	0.1	2,941	45	12	1	1	76	25.3 $\pm$ 8.7
	+	+	1	2,950	40	8	2	-	62	20.6 $\pm$ 6.5
	+	+	0.3	2,945	45	8	1	-	64	21.3 $\pm$ 4.0
	+	+	0.1	2,948	44	4	4	-	64	21.3 $\pm$ 5.1
B( $\alpha$ )P	-	+	0.02	2,634	324	35	6	1	415	138.3 $\pm$ 19.4

<sup>1)</sup> Irradiation(10kGy of Co-60  $\gamma$ -ray) was treated to the sample before extraction.

\* Positive control: MMC (mytomycin C) and B( $\alpha$ )P (Benzo-( $\alpha$ )-Pyrene).



Table 6. Frequency of micronuclei(MN) in cytokinesis-blocked CHO cells following treatment with water extract of  $\gamma$ -irradiated Cimicifugae Rhizoma

Test material	Irradiation <sup>1)</sup>	S9 mix	Dose (mg/ml)	No. of CB cells with n MN					Total No. of MN	MN/1000 cells (Mean $\pm$ S.D)
				0	1	2	3	4		
H <sub>2</sub> O	-	-	-	2,944	51	5	-	-	61	20.3 $\pm$ 7.4
Cimicifugae Rhizoma	-	-	1	2,955	41	4	-	-	49	16.3 $\pm$ 3.1
	-	-	0.3	2,948	49	3	-	-	55	18.3 $\pm$ 2.3
	-	-	0.1	2,938	58	4	-	-	66	22.0 $\pm$ 4.3
	+	-	1	2,961	39	-	-	-	39	13.0 $\pm$ 2.6
	+	-	0.3	2,952	46	2	-	-	50	16.7 $\pm$ 4.7
	+	-	0.1	2,949	46	4	1	-	57	18.8 $\pm$ 1.0
	MMC	-	-	0.0001	2,698	266	30	5	1	345
H <sub>2</sub> O	-	+	-	2,949	45	4	2	-	56	19.7 $\pm$ 2.1
Cimicifugae Rhizoma	-	+	1	2,941	53	5	1	-	66	22.0 $\pm$ 3.6
	-	+	0.3	2,946	49	3	1	1	62	20.7 $\pm$ 7.6
	-	+	0.1	2,939	51	9	1	-	72	24.0 $\pm$ 6.6
	+	+	1	2,949	43	6	1	1	62	20.7 $\pm$ 10
	+	+	0.3	2,957	40	3	-	-	46	15.3 $\pm$ 1.5
	+	+	0.1	2,940	48	10	1	1	75	22.7 $\pm$ 5.5
	B( $\alpha$ )P	-	+	0.02	2,634	324	35	6	1	415

<sup>1)</sup> Irradiation(10kGy of Co-60  $\gamma$ -ray) was treated to the sample before extraction.

\* Positive control: MMC (mytomycin C) and B( $\alpha$ )P (Benzo-( $\alpha$ )-Pyrene).

## 참 고 문 헌

1. Jung, G.T., Ju, I.O. and Choi, J.S.: Studies on drying and preservation of Omija (*Schizandra chinensis* Baill). *Korean J. Post-harvest Sci. Technol.*, 5, 217-223 (1998).
2. Anon: Food Safty. *Food irradiation newsletter*. 17, 4-10 (1993).
3. Kwon, J.H., Byun, M.W. and Lee, S.J.: Comparative effects of gamma irradiation and ethylene oxide fumigation on sorption properties and microbiological quality of white ginseng powder. *Korean J. Food Sci. Technol.*, 26, 272-277 (1994).
4. Kwon, J.H., Belanger, J.M.R., Sigouin, M., Lanthier, J., Willemot, C. and Pare, J.R.J.: Chemical constituents of *Panax ginseng* exposed to  $\gamma$ -irradiation. *J. Agric. Food Chem.*, 38, 830-833 (1990).
5. Juri, M.L., Ito, H., Watanabe, H. and Tamura, N.: Distribution of microorganism in spices and their decontamination by gamma-irradiation. *Agric. Biol. Chem.*, 50, 347-350 (1986).
6. Ahmed, M.: *Food irradiation, Up-to-date status*. Joint FAO/IAEA Division of Nuclear Techniques in Food and Agriculture, IAEA 6626F, Vienna, 27, Nov. (1991).
7. Byun, M.W., Yook, H.S., Jo, S.K. and Chong, Y.J.: Status and prospects of food irradiation technology in korea. *J. Food Sci. Nutr.* 1(2), 262-268 (1996).
8. 육창수: 아세아 생약도감, 도서출판 경원 (1997).
9. Maron, D. M. and Ames, B. N.: Revised methods for the *Salmonella* mutagenicity test. *Mutation Res.*, 113, 173~215 (1983).
10. Ames, B. N., J. McCann and E. Yamasaki: Methods for detecting carcinogens and mutagens with the *Salmonella*/mammalian-microsome mutagenicity test. *Mutation Res.*, 31, 347 (1975).
11. Fenech, M. and Morley, A.A.: Measurement of micronuclei in lymphocytes. *Mutation Res.* 147, 29 (1985).
12. Almassy, Z., Krepinsky, A.B., Bianco, A. and Koteles, G.J.: The present state and perspectives of micronucleus assay in radiation protection. A eview. *Appl. Radiat. Isot.*, 34, 241 (1987).
13. 하광원, 정해관, 오혜영, 허옥순, 손수정, 한의식, 정성철, 최부영, 김영미, 김필선, 문화회: 방사선조사 인삼의 유전독성에 관한 연구. *한국식품위생 · 안전성학회지*, 9, 67 (1994).
14. Lasne, C., Gu, Z.W., Venegas, W. and Chouroulinkov, I.: The in vitro micronucleus assay for detection of cytogenetic effects induced by mutagen-carcinogens: comparison with the in vitro sister-chromatid exchange assay. *Mutation Res.*, 130, 273-282 (1984).
15. Lin, R.H., Wu, L.J., Lee, C.H. and Lin-Shiau, S.Y.: Cytogenetic toxicity of uranyl nitrate in Chinese hamster ovary cells. *Mutation Res.*, 319, 197-203 (1993).
16. Wakata, A. and Sasaki, M.S.: Measurement of micronuclei by cytokinesis-block method in cultured Chinese hamster cells: comparison with types and rates of chromosome aberrations. *Mutation Res.*, 190, 51-57 (1987).