

<원저>

## 구절초 추출물이 감마선 10 Gy에 조사된 암컷 SD Rat의 혈구 및 소장, 자궁에 미치는 방사선 방호효과

주성현<sup>1)</sup>·김해숙<sup>1)</sup>·정상현<sup>1)</sup>·최제경<sup>1)</sup>·진성옥<sup>1)</sup>·민병인<sup>2)</sup>

<sup>1)</sup>인제대학교 재난관리학과·<sup>2)</sup>인제대학교 원자력응용공학부

### Radiation Protection Effects of *Dendranthema Zawadskii* Var. *Latilobum* (Maxim.) Kitam. Extracts on Blood Cells, Intestine, and Uterus of Female SD Rats Irradiated with Gamma-Ray 10 Gy

Sung-Hyun Joo<sup>1)</sup>·Hae-Suk Kim<sup>1)</sup>·Sang-Hyun Jeong<sup>1)</sup>·Jae-Gyeong Choi<sup>1)</sup>·Seong-Ok Jin<sup>1)</sup>·Byung-In Min<sup>2)</sup>

<sup>1)</sup>Department of Emergency and Disaster Management, Inje University

<sup>2)</sup>Department of Nuclear Applied Engineering, Inje University

**Abstract** The purpose of this study is to see the radiation protection effect of the oral injected *Dendranthema zawadskii* var. *latilobum* (Maxim.) Kitam. extracts on the small intestine and uterus of female SD Rat as a natural radiation protection agent. The experimental group was divided into four groups: Normal Control group (NC group), Injected *Dendranthema zawadskii* var. *latilobum* (Maxim.) Kitam. extracts group (DZ group), irradiated group after injecting *Dendranthema zawadskii* var. *latilobum* (Maxim.) Kitam. extracts (DZ+IR group). The whole body of SD Rat was irradiated with gamma-ray 10Gy, and the administration of oral *Dendranthema zawadskii* var. *latilobum* (Maxim.) Kitam. extract was 2 cc (71.56 mg/day/kg) once a day for 2 weeks. For this study, changes in blood cell levels, SOD assay, small intestine and uterus were observed. In the 21st white blood cell level, the DZ+IR group recovered to a normal level, and the IR group didn't. The IR group villus length was lower than other groups on Day 1. IR group was partially recovered, and DZ+IR group was recovered like the NC group on Day 21. In the case of the first-day endometrium, the IR group was thin and the boundary was cloudy, and the DZ+IR group was thicker and the boundary was clearer than the IR group. Day 21 IR group still did not recover, and DZ+IR group recovered like NC group. This is believed to have radiation protection effects in the blood cells and small intestine and uterus of the irradiated female SD Rat, and is expected to be useful for the study of natural radiation protection materials.

**Key Words:** *Dendranthema Zawadskii* Var. *Latilobum* (Maxim.) Kitam., Antioxidant Action, Radiation Protection Effect, Gamma-Ray, Uterus, Natural Radiation Protection Material

**중심 단어:** 구절초, 항산화 작용, 방사선 방호효과, 감마선, 자궁, 천연 방사선 방호물질

## 1. 서론

방사성동위원소 등을 이용하는 기관에서는 대부분 전리 방사선을 이용한다. 전리방사선이 인체 내로 들어오게 되면 생체 내 분자들과 반응하게 된다. 방사선에 의한 손상은

DNA와 조직에 직접 손상을 입히는 직접 작용과 물과 반응하여 자유라디칼을 생성하고 자유라디칼에 의해 손상을 받는 간접 작용으로 나뉜다. 인체는 약 70%가 물로 이루어져 있어 간접 작용으로 손상을 받을 확률이 방사선으로 인한 손상의 약 75% 정도 된다[1-2]. 방사선 방호제는 방사선에

Corresponding author: Byung-in Min, Department of Nuclear Applied Engineering, Inje University, 197, Inje-ro, Gimhae-si, Gyeongsangnam-do, Republic of Korea (50834) / Tel: +82-55-320-3854 / E-mail: rimbi@inje.ac.kr

Received 27 October 2022; Revised 08 December 2022; Accepted 24 January 2023

Copyright ©2023 by The Korean Journal of Radiological Science and Technology

의한 인체 조직의 손상으로부터 방호 작용을 할 수 있는 의약품이다. 현재 사용되고 있는 방사선 방호제들은 주로 SH 화합물이다. SH 화합물은 자유라디칼과 반응하여 소거함으로써 자유라디칼이 인체 분자와 반응하지 못하게 만든다[3]. 아미포스틴(Amiforstine), 시스테아민(Cysteamine), 시스테인(Cystein) 등을 사용하는데, 자체적으로 독성을 가지고 있어 구토나 두통, 소화불량 등 부작용이 있다. 따라서 이를 방지하고자 천연물질로 방사선 방호 작용이 있는 천연 방사선 방호제 연구가 필요하다[4]. 구절초(Dendranthema zawadskii var. latilobum (Maxim.) kitam.)는 우리나라 전역의 산과 들에서 흔히 볼 수 있는 국화와 국화속에 속하는 다년생 식물이다[5]. 또한 오래전부터 부인병 치료와 예방을 위한 한약재로 사용되어왔다. 구절초에는 루테올린, 루테올로사이드, 린나린[6-7] 등 플라보노이드 화합물과 클로로겐산, 아피게닌[8] 등 페놀 화합물들이 많이 포함되어 있다. 플라보노이드, 페놀 화합물들은 자유라디칼을 소거할 수 있는 항산화 물질이며, 항산화 활성이 있다. 또한 루테올린과 루테올로사이드는 체내의 항산화 효소 활성을 증가시켜 항산화 효과와 더불어 항산화 활성에 좋은 시너지를 낸다는 연구 결과가 있었다[9]. 클로로겐산은 항균 작용도 하는데, 주로 소장에서 흡수되어 장내의 산화 스트레스를 줄여주는 연구 결과가 있었다[10]. 구절초는 이러한 약리작용으로 인하여 항산화 물질 연구와 항염, 항암에 관한 연구들이 진행되고 있지만, 방사선 피폭에 대하여 방호효과에 관한 연구는 전무한 상황이다. 구절초에는 항산화 물질이 많이 포함되어, 방사선에 의해 생성된 자유라디칼로부터 체내 분자들을 보호할 수 있을 것으로 생각된다. 따라서 본 연구는 암컷 SD Rat에 구절초 추출물을 투여하고 방사선 전신 조사하여 생체 내에서 방사선에 의한 손상으로부터 방호효과를 규명하고자 한다.

## II. 대상 및 방법

### 1. 구절초 추출물 제조

경북 의성군 의성읍 도서리에서 재배되어 건조된 것을 그린 약초에서 공급받아 사용하였다. 구절초의 보관은 직사광선 및 습기 조절을 위해 냉동건조하여 보관하였다. 구절초를 미세한 분말로 분쇄하였고, 전자저울로 35.78 g을 정량하여 50% 농도 에탄올 1 L와 혼합하였다. 혼합한 시료를 Waterbath에서 시료 온도 70°C로 6시간 동안 추출하였다[11-13]. 감압플라스크와 뷰흐너 깔때기, 여과지(Whatman

Filterpaper, W.and R.Balston Ltd., UK)를 사용하여 여과한 시료를 실험에 사용하였다.

### 2. 실험동물 관리 및 사육

실험동물에 관한 모든 절차는 인제대학교 동물실험윤리위원회(Institutional Animal Care and Use Committee, IACUC)의 승인 (승인번호 : 인제 2022-009호)하에 진행하였다. 실험동물로는 암컷 SD Rat 4주령을 사용하였다. SD Rat은 인제대학교 동물자원센터 검역/순화실에서 1주간 검역 및 순응 기간을 거친 후 Clean Room으로 옮겨 사육되었다. Clean Room의 사육 환경은 온도 20±2°C, 습도 55±5%, 조명 12 h/Day로 유지되었다. 실험군은 Table 1 과 같이 대조군(NC), 구절초 추출물 투여군(DZ), 방사선 조사군(IR), 구절초 추출물 투여 후 조사군(DZ+IR) 총 4개의 군으로 편성하였다. 구절초 추출물 투여는 검역/순화를 마친 후 2주간 존대를 이용하여 1일 1회 2 cc(71.56 mg/day/250g) 투여하였다. 방사선 조사 후 1일, 7일, 21일에 CBC test, SOD assay, 조직 병리학적 분석을 하였다.

**Table 1.** Female SD Rat groups for the study after treatment

Division	1 Day	7 Days	21 Days	Total
NC	8	8	8	24
DZ	8	8	8	24
IR	8	8	8	24
DZ+IR	8	8	8	24
Total	32	32	32	96

NC: Normal control group

DZ: Injected Dendranthema zawadskii var. latilobum (Maxim.) kitam., extract group

IR: Irradiated group

DZ+IR: Irradiated group after injecting Dendranthema zawadskii var. latilobum (Maxim.) kitam., extract

### 3. 방사선 조사

선행연구에 따르면, 전리방사선 10 Gy를 조사하였을 때 Rat의 자궁 및 난소에서 명확한 방사선 손상을 볼 수 있었다[14]. 따라서 SD Rat의 혈액 및 소장, 자궁에 손상을 입힐 수 있는 감마선 10 Gy를 SD Rat 전신에 조사하였다. 방사선 조사는 한국원자력연구원 첨단방사선연구소에서 실시하였다. 정확한 조사를 위해 SD Rat을 이동용 케이스(60.5 × 32.5 × 23 cm<sup>3</sup>, 종이)에 넣고 조사하였다. 조사 선원은 Fig. 1 Co-60(C-188, MDS Nordin, Canada)을 이용하였다. 조사 방법은 Co-60 136 Ci로 40 cm 거리에서 57분간

전신 조사하여 SD Rat의 흡수선량이 총 10 Gy가 되게 하였다.

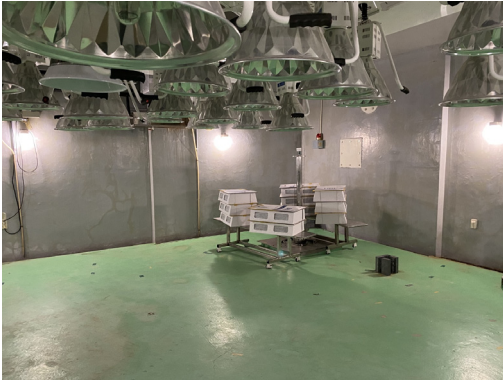


Fig. 1. Co-60, C-188 used in SD Rat irradiation

#### 4. 혈액 채취 및 분석

혈액 시료는 방사선 조사 후 1일, 7일, 21일에 채취하였다. 암컷 SD Rat에게 2% Isoflurane을 사용하여 마취하였고, 복부를 절개하여 복강 내 대정맥에서 혈액 시료를 채취하였다. 채취 혈액은 동물용 EDTA 0.5 cc Tube에 옮겨 담고, 즉시 Coulter mixer로 응고를 방지하였다. 동물용 혈구 세포분석기 (Complete Blood Cell count, CBC, mindray BC-2800VET, China)를 이용하여 백혈구와 혈소판 수를 분석하였다. 통계적 유의성을 위해 각 군의 개체 별 얻어진 혈액 시료를 CBC test 3회 실시하여 평균값을 구하였다.

#### 5. 혈액 내 항산화 활성 분석

혈액 내 항산화 활성 분석은 방사선 조사 7일 후 각 군별 SD Rat에서 채취된 혈액 시료를 가지고 Marklund 등 기법[15]과 SOD-kit (Dojindo Molecular Technologies, Japan) Protocol을 응용하여 SOD (Superoxide Dismutase) 활성도 변화를 측정하였다. 혈액 시료를 차광 처리된 튜브에 옮겨 Heparin 1000U 0.05 ml 와 혼합한 후 원심분리기를 사용하여 10분간 4°C에서 600 g로 분리하였다. 분리 후 혈장을 제거하고 시료와 생리식염수를 1:1로 희석하였다. 해당 과정을 2회 반복한 후 시료에 증류수 4 ml, Chloroform 0.6 ml, 99.9% Ethanol 1 ml를 혼합하였다. Shaker를 사용하여 시료를 15분간 4°C에서 섞어주었다. 그 후 10분간 4°C에서 600 g로 원심분리하였다. 분리된 시료에서 혈장을 15 ml Conical Tube로 옮겨 담았다. Centrifuge tube에 분리된 혈장 0.1 ml, 증류수 0.7 ml, 0.25% Ethanol 0.7 ml를 담고 섞어주었다. 만들어진 시료를 Dilution buffer를 이용하여 농도별로 1, 1/5, 1/5<sup>2</sup>, 1/5<sup>3</sup>, 1/5<sup>4</sup>, 1/5<sup>5</sup>, 1/5<sup>6</sup>가 되게 희석하였다.

그 후 96 well plate의 각 well에 농도별 시료와 Dilution buffer, Enzyme working solution을 각 20 µl와 WST solution 200 µl를 담았다. 만들어진 96 well plate를 Incubator에서 37°C로 20분간 반응시킨 후 450 nm에서 흡광도를 측정하였다(Eq. 1).

$$\begin{aligned} SOD\ activity(\%) \\ = \frac{[(A_{blank1}-A_{blank3})-(A_{sample}-A_{blank2})]}{(A_{blank1}-A_{blank3})} \times 100 \end{aligned} \quad (1)$$

#### 6. 소장 및 자궁 조직학적 분석

방사선 조사 후 1일, 7일, 21일에 암컷 SD Rat의 소장과 자궁을 채취하였다. 채취한 조직을 10% Formalin이 든 Conical tube에 보관하였다. 조직의 Paraffin block을 만들기 위해 70% Ethanol을 이용하여 조직을 탈수시킨 후 Xylene으로 치환하였다. 그 후 슬라이드로 분할하고, Hematoxylin and Eosin으로 염색하여 광학 현미경으로 조직의 변화를 분석하였다.

#### 7. 통계 처리 및 분석

실험 결과는 SPSS statistics 26 version을 이용하여 Student's t-test 방법으로 분석하였다. 분석된 실험 결과를 평균 ±표준편차(Mean±SD)로 표시하였다.  $p < 0.05$  수준에서 각 군별로 유의성을 검정하였다.

### III. 결과

#### 1. 혈액학적 관찰

암컷 SD Rat에게 방사선 조사 후 1 일차 백혈구 수치는 Table 2와 같이 IR 군과 DZ+IR 군에서 급격한 감소가 있었으나, IR 군보다 DZ+IR 군 ( $p < 0.05$ )에서 감소가 완화되었다. 조사 후 21 일차 IR 군에서는  $2.77 \pm 0.96 \times 10^3/\mu\text{l}$ 로 기준 범위( $2.9-15.3 \times 10^3/\mu\text{l}$ )에 못 미치는 수치가 나왔으나, DZ+IR 군에서는  $3.90 \pm 1.74 \times 10^3/\mu\text{l}$  기준 범위 수준으로 회복되었다. 혈소판의 경우 7 일차에 Table 3과 같이 IR 군과 DZ+IR 군의 수치가 급격히 감소하였으며, IR 군보다 DZ+IR 군( $p < 0.05$ )의 감소가 완화되었다.

#### 2. 혈액 내 항산화 효소 활성 변화 관찰(SOD assay)

암컷 SD Rat 혈액 내 항산화 효소 활성도 변화를 보면 방

사선 조사 후 7일 경과 했을 때 Table 4와 같이 IR 군은 61.35±0.72 U/ml로 NC 군의 142.21±3.99 U/ml보다 절반 정도로 감소하여 낮은 활성을 나타냈다. 이에 반해 DZ+IR 군은 145.77±1.66 U/ml ( $p<0.001$ )로 NC 군 항산화 활성 수준으로 유의하게 높은 활성을 나타냈다.

**Table 2.** WBC( $10^3/\mu\text{l}$ ) after irradiation

Division	1 Day	7 Days	21 Days
NC	3.49±0.96	3.10±0.42	5.45±0.64
DZ	3.29±0.99	3.70±0.10	5.35±0.49
IR	0.14±0.08	0.32±0.03	2.77±0.96
DZ+IR	0.30±0.05*	0.31±0.03	3.90±1.74

\* $p<0.05$  as compared with IR group

**Table 3.** Platelet( $10^3/\mu\text{l}$ ) after irradiation

Division	1 Day	7 Days	21 Days
NC	1454±278.1	1455±5.7	1249±281.1
DZ	1393±73.1	1376±349.3	1238±196.3
IR	1282±302.1	155.4±28.2	1200±118.8
DZ+IR	1407±231.1	237.0±1.41*	1308±189.2

\* $p<0.05$  as compared with IR group

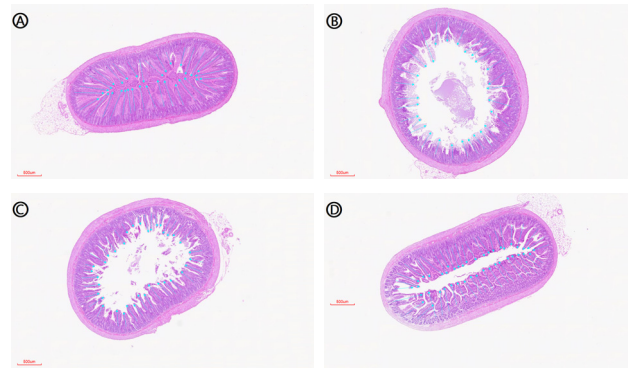
**Table 4.** SOD activity(U/ml) after irradiation

Division	7 Days
NC	142.21±3.99
DZ	220.30±2.55
IR	61.35±0.72
DZ+IR	145.77±1.66***

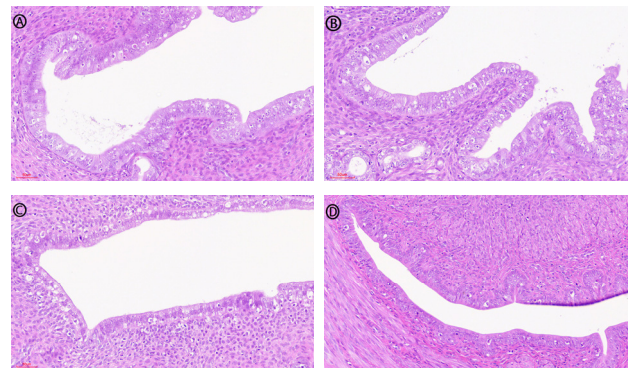
\*\*\* $p<0.01$  as compared with IR group

### 3. 조직학적 관찰

방사선 조사 후 소장 용모 길이 변화와 자궁내막 조직의 변화를 관찰하였다. 방사선 조사 21일 후 소장 용모 길이 변화 Fig. 2를 보면 DZ+IR 군은 NC 군 수준으로 회복되어 용모들이 고르고 길었다. IR 군의 경우 소장 용모 길이가 일부 분만 회복되어 들쭉날쭉하고 평균 용모 길이가 NC 군에 비해 짧았다. 방사선 조사 21일 후 자궁내막 조직의 변화 Fig. 3을 보면 DZ+IR 군은 NC 군 수준으로 자궁내막 두께가 두툼해졌으며, 경계면이 뚜렷해졌고, 구불구불한 형태를 가졌다. 이에 반해 IR 군의 자궁내막은 NC 군에 비해 얇고 경계면이 흐렸으며, 매끈한 형태를 가졌다.



**Fig. 2.** Observation intestine of SD Rat by H&E staining after 10 Gy irradiation (A, B, C, D)  
A NC B DZ C IR D DZ+IR



**Fig. 3.** Observation Uterus of SD Rat by H&E staining after 10 Gy irradiation (A, B, C, D)  
A NC B DZ C IR D DZ+IR

## IV. 고찰

본 연구에서는 구절초 추출물의 방사선 방호효과를 확인하기 위하여 SD Rat에게 구절초 추출물을 경구 투여하였다. 그 후 감마선 10 Gy를 SD Rat에게 전신 조사하여 1일, 7일, 21일 경과 후 혈액 내 혈구 수 변화와 항산화 활성 변화(SOD Assay), 소장과 자궁의 조직 병리학적 분석하였다. 혈액 내 백혈구 수 변화를 보면 방사선 조사 후 1일 경과 했을 때 IR 군과 DZ+IR 군은 NC 군보다 급격히 감소하였으나, IR 군보다 DZ+IR 군 ( $P<0.05$ )에서 감소가 완화되었다. 이는 방사선에 민감한 백혈구가 방사선 조사 후 급격히 감소하였으나 구절초 추출물의 항산화 효과로 인하여 DZ+IR 군에서 감소가 완화된 것으로 사료 된다. 또한, 방사선 조사 후 21일 경과 했을 때 IR 군은  $2.77\pm0.96 \times 10^3/\mu\text{l}$ 로 기준 범위( $2.9\sim15.3 \times 10^3/\mu\text{l}$ )에 미치지 못하였으나, DZ+IR 군은  $3.9\pm1.74 \times 10^3/\mu\text{l}$ 로 기준 범위 수준으로 회복하였다. 혈소

판의 경우 방사선 조사 후 7일 경과 했을 때 IR 군과 DZ+IR 군이 급격한 감소를 하였으나, IR 군에 DZ+IR 군 ( $P<0.05$ )에서 감소가 완화되었다. 이는 방사선에 민감한 혈구 세포가 방사선 조사 후 급격히 감소하였으나 구절초 추출물의 항산화 성분이 자유라디칼을 소거하여 세포들의 손상을 막은 것으로 사료 된다. 그 결과 DZ+IR 군이 IR 군보다 감소가 완화되고 정상 수치로 회복된 것으로 보인다. 혈액 내 항산화 활성 변화 분석 (SOD Assay)에서는 방사선 조사 후 7일이 경과 했을 때 IR 군은  $61.35\pm 0.72$  U/ml로 NC 군  $142.21\pm 3.99$  U/ml의 절반 정도로 감소하여 낮은 활성을 보였다. 반면에 DZ+IR 군은  $145.77\pm 1.66$  U/ml ( $P<0.001$ )로 NC 군 항산화 활성 수준으로 유의하게 높은 활성을 나타냈다. 이는 구절초 내 항산화 성분들이 혈액 내 항산화 효소 활성을 증가시킨 것으로 사료 된다. 소장 용모 길이 변화를 관찰한 결과 방사선 조사 후 21일 경과 했을 때 IR 군에서는 일부분 회복되어 소장 용모가 여전히 짧은 부분이 존재해 들쭉날쭉하고 평균 길이도 NC 군에 미치지 못하였다. 이에 반해 DZ+IR 군은 용모가 고르고 평균 길이도 NC 군 수준으로 회복하였다. 이는 구절초에 함유된 클로로겐산의 성분이 소장에서 흡수되어 항염 및 항산화 작용을 통해 방사선 방호효과를 보인 것으로 사료 된다. 또한, 자궁내막을 관찰한 결과 방사선 조사 후 21일 경과 했을 때 IR 군과 DZ+IR 군을 비교하면, IR 군의 자궁내막은 DZ+IR 군에 비해 얇으며, 경계면이 흐릿하고 매끈한 형태를 가졌다. 반면에 DZ+IR 군은 자궁내막의 두께가 두툼하고, 경계면이 뚜렷하며, 구불구불한 형태를 가졌다. 이는 구절초 추출물이 암컷 SD Rat 자궁에도 영향을 미쳐 NC 군 수준으로 회복된 것으로 사료된다.

## V. 결론

인체 내 방사선이 들어와 자유라디칼을 생성하고 이에 따른 방사선 손상으로부터 구절초 추출물의 방사선 방호효과를 확인하기 위해 암컷 SD Rat에 10 Gy Co-60 감마선을 조사하여 실험을 진행했다. DZ+IR 군과 IR 군을 비교하였을 때 혈액 내 백혈구와 혈소판에서 감소가 완화되고 기준 범위 수준으로 회복을 돕는 것을 확인했다. 또한, 혈액 내 항산화 효소 활성 역시 DZ+IR 군이 IR 군보다 항산화 효소 활성이 증가하는 것을 확인했다. 소장 용모 길이 변화와 자궁내막 조직의 변화를 비교해 보았을 때 IR 군은 일부 회복한 것에 반해 DZ+IR 군은 NC 군 수준으로 회복한 것을 확인했다. 따라서 본 연구는 구절초 추출물이 방사선 손상으

로부터 방호효과 및 회복에 도움이 되는 것을 확인하였다. 이를 바탕으로 천연 방사선 방호제 물질 연구에 유용한 기초 자료로써 활용할 수 있을 것으로 기대된다.

## REFERENCES

- [1] Eliot AJ, Bartels DM. The reaction set, rate constants and g-values for the simulation of the radiolysis of light water over the range 20 degree to 350 degree based on information available. Atomic Energy of Canada, 2008;Report AECL 153-127160-450-001.
- [2] Harman D. A theory based on free radical and radiation chemistry. Science of Aging Knowledge Environment, 2002;(37).
- [3] Hensley ML, Schuchter LM, Lindley C, Meropol NJ, Cohen GI, Broder G, et al. American society of clinical oncology clinical practice guidelines for the use of chemotherapy and radiotherapy protectants. Journal of Clinical Oncology. 1999;17(10):3333-55.
- [4] Lee DY, Kang G. Biological effects of radiation and protection measures. Defense and Technology of Korea. 2014;422:162-71.
- [5] Lee SJ, Lim TG, So J, Lim JH. A study on morphological characteristics and physiological activities of chrysanthemum zawadskii var. latilobum inhabited in Mt. hwang-mae. Horti Sci Technol, 2021;39(2):55.
- [6] Zhuang ZJ, Shan CW, Li Bo, Pang MX, Wang H, Luo Y, Liu YL, et al. Linarin enriched extract attenuates liver injury and inflammation induced by high-fat high-cholesterol diet in rats. Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine. 2017;9.
- [7] Mottaghipisheh J, Taghrir H, Dehsheikh AB, Zomorodian K, Irajie C, Sourestani MM, et al. Linarin, a glycosylated flavonoid, with potential therapeutic attributes: A comprehensive review. Journal of Pharmaceuticals. 2021;14:1104.
- [8] Lee JH, Park JS. Inhibitory effect of celeriac extract on cancer cell proliferation. Journal of the Korea Convergence Society. 2021;12(9):179-83.
- [9] Sun JH, Wang ZD, Chen L, Sun GJ. Hypolipidemic

- effects and preliminary mechanism of chrysanthemum flavonoids, its main components luteolin and luteoloside in hyperlipidemia rats, *Journal of Antioxidants*. 2021;10(8):1309.
- [10] Olthof MR, Hollman PCH, Katan MB. Chlorogenic acid and caffeic acid are absorbed in humans. *Journal of Nutrition*. 2001;131(1):66-71.
- [11] Woo JH, Shin SL, Jeong HS, Lee CH. Antioxidant effect of extracts obtained from three chrysanthemum species. *Journal of the Korean Society of Food Science and Nutrition*. 2010;39(4):631-6.
- [12] So J, Jung YO, Lee SJ, Lim JH. A study on biological activities on extracts and fractions in chrysanthemum zawadskii var. latilobum (maxim.) kitam. *Horticultural Science and Technology*. 2021;39(2):171-2.
- [13] Kim YJ, Kim SE, Lee HS, Hong SY, Kim SE, Kim YJ, et al. Comparison of linarin content and biological activity in ethanol extraction of chrysanthemum zawadskii. *Journal of the Korean Society Food Science and Nutrition*. 2016;45(10):1414-21.
- [14] Onder GO, Balcioglu E, Baran M, Ceyhan A, Cengiz O, Suna PA, et al. The different doses of radiation therapy-induced damage to the ovarian environment in rats. *International Journal of Radiation Biology*. 2021;97(3):367-75.
- [15] Marklund S, Marklund G. Involvement of the superoxide anion radical in the autoxidation of pyrogallol and a convenient assay for superoxide dismutase. *European Journal of Biochemistry*. 1974;(47):469-74.

구분	성명	소속	직위
제1저자	주성현	인제대학교 재난관리학과	석사 과정
공동저자	김해숙	인제대학교 재난관리학과	박사 과정
공동저자	정상현	인제대학교 재난관리학과	석사 과정
공동저자	최제경	인제대학교 재난관리학과	석사 과정
공동저자	진성옥	인제대학교 재난관리학과	석사 과정
교신저자	민병인	인제대학교 원자력응용공학부	교수