

Comparison of Saponin Content and Antioxidant Effect depending on the Processing Method of *Codonopsis lanceolata*

Eun Young Kim^{1,*}, Jeong Wook Jeon^{2,**} and Kyung-Yae Hyun^{3,†,*}

¹Department of Biomedical Laboratory Science, Songho University, Hoengseong 25242, Korea

²R&D Center, Nutricare Co., Ltd., Hoengseong 25242, Korea

³Department of Clinical Laboratory Science, Dong-Eui University, Busan 47340, Korea

Codonopsis lanceolata, called *deodeok* in Korean, has been verified for various effects, including anti-aging and anti-inflammatory effects and insomnia improvement, and is one of the healthy foods that Koreans enjoy eating. In this study, the saponin content, lansemaside A content, and total saponin content of *deodeok* were analyzed using high-pressure sterilization and solid fermentation by mixed lactic acid bacteria. The antioxidant effect was compared to determine improved processing methods of *deodeok*. The lansemaside A content of *deodeok* samples depending on the preprocessing methods was analyzed: 2,594.10 mg/kg for dried *deodeok*, 2,100.93 mg/kg for steamed *deodeok*, and 1,151.31 mg/kg for fermented *deodeok*. The total saponin content was found to be 7,209 mg/kg for dried *deodeok* and 8,605 mg/kg for steamed *deodeok*, showing a high saponin content. The total polyphenol content was highest for dried *deodeok*, steamed *deodeok*, and fermented *deodeok*. As for the antioxidant effect, it was analyzed that the effect of dried *deodeok* was the highest, followed by steamed *deodeok* and fermented *deodeok*; Dried *deodeok* had the highest value in total polyphenol content, not in total saponin content, which is considered to have a positive influence on its antioxidant effect. The content of lansemaside A was the highest for dried *deodeok*. When fermented *deodeok* is consumed, more beneficial effects on health can be expected by ingesting it with lactic acid bacteria cultured using saponins and polyphenols. Therefore, this study suggests the possibility of manufacturing products suitable for the needs of consumers, such as the flavor of *deodeok*, according to the processing methods.

Key Words: *Codonopsis lanceolata*, Deoduck, Lancemaside A, Total saponin, Total polyphenol content, Antioxidant effect

서 론

세포의 산화적 스트레스는 생체 내 세포대사과정이나 여러 환경오염 및 화학물질의 노출 등에 의해 생성된 과산화수소(hydrogen peroxide, H₂O₂), 하이드록시 라디칼(hydroxyl radicals, ·OH) 등의 활성산소종(reactive oxygen species, ROS)에 의해 유발된다고 알려져 있다. 산화적 스

트레스는 세포체내에 세포막 손상과, 지질 산화 등을 초래하여 암, 심장질환, 뇌혈관 질환과 같은 만성질환을 발생할 수 있기 때문에 최근에 항산화 활성이 높고 인체에 무해한 성분을 찾으려는 시도가 진행되고 있다(Jeon et al., 2013).

더덕(*Codonopsis lanceolata*)은 다년생 초본의 덩굴성 식물로 초롱꽃과에 속한다. 더덕은 일반적으로 우리나라 전 지역에서 재배가 가능하고 우리나라뿐만 아니라 중국, 일

Received: November 22, 2021 / Revised: December 1, 2021 / Accepted: December 1, 2021

*Professor, **Researcher.

†Corresponding author: Kyung-Yae Hyun, Department of Clinical Laboratory Science, Dong-Eui University, Busan 47340, Korea.

Tel: 82-51-890-2683, Fax: +82-0505-182-6877, e-mail: kyhyun@deu.ac.kr

©The Korean Society for Biomedical Laboratory Sciences. All rights reserved.

©This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0/>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

본, 등지에 분포되어 있다(Hwang et al., 2011). 더덕은 전통적으로 진해, 거담, 두통에 효과가 있는 것으로 알려져 있고, 한방에서는 한기와 열병, 경련, 인두염 등에 사용된 천연 강장제로도 잘 알려져 있으며 최근에는 현대인들의 주요 관심인 사포닌, 폴리페놀과 같이 노화를 예방하는 항산화성분을 포함하고 있다(Lee et al., 2002; Ichikawa et al., 2009; Jeon et al., 2013).

사포닌은 더덕의 대표적인 약효성분으로 알려져 있으며 한국산 더덕에 7종의 사포닌인 lacemaside A, lancemaside B, lancemaside C, lancemaside E, lancemaside G, foetidissimoside A, aster saponin Hb가 존재하는 것으로 알려져 있다(In et al., 2019). 그 중 lacemasides A는 비만 예방, 대장염 완화, 기억력 및 불면증 개선, 항염증 등에도 효과가 있는 것으로 보고되고 있어 소비자들의 관심이 증가하는 추세이다(Hong et al., 2006). 또한 lancemaside A는 체내에서 echinocystic acid로 대사되는데 이는 echinocystic acid가 해마를 자극해서 기억관련 신호분자의 인산화 수준을 증가시키는 것으로 알려져 있다(Lim, 2015). 이 echinocystic acid는 인지기능 장애의 대표적인 질환인 치매를 개선하는데 도움을 줄 것으로 기대되고 있다(Jung et al., 2018).

폴리페놀은 녹색식물의 광합성 작용에 의해 생성된 일부의 당이 2차대사산물로 벤젠고리(C₆H₆)의 수소 중 하나가 수산기로 치환된 물질인 페놀이 2개 이상을 갖고 있는 물질이다. 과일과 야채, 차류와 같은 식품에 함유되어 있는 천연 화합물로 자외선, 활성산소 등과 같은 외부의 환경으로부터 보호하는 역할을 하는 식물체의 2차 대사산물로써 알려져 있다. 폴리페놀 화합물이 풍부한 식품은 항산화 항균 항암과 관련된 효과를 보여 장기간 섭취하면 심혈관 질환, 당뇨병, 신경 퇴행성질환의 발병의 예방효과를 나타내는 것으로 알려져 기능성 식품으로 주목 받고 있다(Jeong et al., 2017; Lee and Lee, 2018).

더덕의 약리 활성 성분의 함량을 증가시키기 위한 방법으로 초고압, 발효 등의 가공방법 등이 연구되고 있다. 초고압 공정은 비가열처리 가공방법으로 식품의 보존성, 물성 기능성을 향상시켜 줄 뿐 아니라 성분을 변성시키지 않고 신선감을 유지시킬 수 있는 가공기술로 알려져 있다(Bennett and Marquis, 1998; Shouqin et al., 2004; Deliza et al., 2005; Kim et al., 2010). 초고압 공정은 다른 식품의 보존성과 기능성을 향상시킬 수 있고 압력을 이용해 물과 오일을 순간적으로 균일하게 전달시켜 다른 공정에 비해 화학변화가 일어나지 않는다. 단시간 내에 추출할 수 있고, 불순물이 적게 거의 없어 고순도의 단일 성분 추출물

을 얻을 수 있는 장점이 있다(Park et al., 2010; Seo et al., 2011; Jeon et al., 2013).

발효 공정은 일반적으로 미생물이나 균류 등을 이용해 사람에게 유용한 물질을 얻어내며, 산소를 사용하지 않고 에너지를 얻는 당 분해과정으로 식품의 향, 풍미, 조직감과 저장성을 향상시킨다. 또한 식품의 발효과정을 통하여 독성물질 파괴, 생리활성 물질 생산 및 소화성을 증진시키는 것으로 알려져 있다(Lee et al., 2004; Kim et al., 2009). 더덕의 가공 기술로 주로 이용되고 있는 초고압, 발효 등은 약리 활성 성분의 함량을 증가시키기는 하지만, 초고압 공정은 산업화 관점에서는 배치 타입으로 제조하여야 하며, 관리에 있어서 많은 시간이 소요되며, 미생물 오염의 정도를 줄일 수 있으나 멸균과 같은 효과를 가져오지 못하며 진균류에 대한 관리에 어려움이 있을 수 있다. 발효 공정에서도 어떤 종균을 사용하느냐에 따라 활성 성분의 함량 차이를 가져올 수 있어 다양한 실험 조건을 설정하여야 하여야 한다(Kwak and Chang, 2001).

본 연구에서는 이러한 단점을 보완하고자 기존의 선행 연구에서 살펴보지 않은 방법인 고압멸균 방법과 혼합유산균에 의한 고체 발효 방법을 이용해 최근에 주목 받고 있는 더덕 사포닌 lancemaside A 함량, 총 사포닌 함량, 총 폴리페놀 함량 분석 및 항산화 효과를 비교 분석하여 항산화 효과가 향상된 더덕의 새로운 가공 공정의 가능성을 확인하고자 하였다.

재료 및 방법

시약 및 재료

더덕은 강원도 횡성군 청일면 농협을 통하여 2020년 7월에 농가로부터 수매한 생더덕을 구매하였다. 쥘 더덕과 발효 더덕 시료를 만들기 위해 구매한 더덕 중에서 상태가 양호한 생더덕 10개를 선별하여 각각의 가공 공정을 거쳐서 최종 분말 시료 형태로 만들어 혼합하여 사용하였다.

건 더덕 분말의 제조

생더덕을 껍질을 제거 후 흐르는 물에 세척 후 열풍 건조하여 건더덕을 만들었다. 건조된 생더덕을 60℃에서 증류수를 가해서 10시간을 열수추출하였으며 추출액을 여과지(N0. 2, Whatman, Japan)를 사용하여 여과하였으며 상등액을 감압농축기로 농축하였으며 농축한 더덕을 분말화하여 실험에 사용하였다.

찐 더덕 분말의 제조

생더덕을 껍질을 제거 후 흐르는 물에 세척 후 121℃, 10분의 가공 조건으로 더덕을 고압열처리를 하여 찐더덕을 만들었다. 이를 50℃, 10시간 열풍 건조를 통하여 최종적으로 건조 형태의 더덕을 얻어 분말화하여 실험에 사용하였다. 이에 대한 대조군으로서 건더덕을 사용하였다.

발효 더덕 분말의 제조

생더덕을 껍질을 제거 후 흐르는 물에 세척 후 혼합유산균을 생더덕 기준 1% (w/w) 적용하여 고체 발효(40℃, 10시간)를 진행하여 70℃, 5분 열처리하여 이를 50℃, 10시간 열풍 건조를 통하여 최종적으로 건조 형태의 유산균 고체 발효 더덕을 얻어 분말화하여 실험에 사용하였다.

고체 발효에 사용한 유산균은 현재 온라인 판매되고 있는 M사의 리얼 카스피 그릭요거트 스타터 제품을 사용하였으며, 여기에는 주요 유산균으로 *Lactobacillus acidophilus*, *Bifidobacterium lactis*, *Streptococcus thermophilus*, *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus*, *Lactobacillus plantarum*을 포함하고 있으며, 건강기능식품공전의 건강기능식품 시험법에 따른 유산균 실험 결과 35~37℃에서 유산균 수는 1.9×10^7 cfu / g 수준으로 함유되어 있는 혼합유산균으로 고체 발효를 하였다(Fig. 1).

더덕 시료의 사포닌 lansemaside A 성분 분석

성분 분석을 위해 LC-MS/MS 장비(Thermo Scientific TSQ ALTIS, USA)를 활용하였다. 더덕 사포닌 lansemaside A 표준물질은 국립농업과학원을 통하여 구하였다. 이를 표준원액 lansemaside A로 제조하였고, 총 폴리페놀, 총 사포닌 분석을 위하여 3차 증류수로 각각의 시료를 추출 후 70% 메탄올로 단계 희석하여 최종적으로 0.2 μm 필터로 여과하여 시료를 준비하였다. 이 때 사용한 컬럼은 Waters BEH C18 (2.1 mm × 100 mm × 1.7 μm), 컬럼 온도는 40℃, injection volume은 5 μL, 이동상은 70% A 용매(0.1% Formic acid in water)와 30% B 용매(0.1% formic acid in Acetonitrile)로 평형화시킨 ODS-AM C18 column (4.6 × 250 mm, 5 μm, YBM, USA)에 시료 5 μL를 주입한 후 유속 0.1 mL/min를 유지하며 용매 B의 농도구배로 용출시켰다. 용출조건은 0 min : 70A/30B, 35 min : 60A/40B, 37 min : 60A/40B, 40 min : 70A/30B, 50 min : 70A/30B이었다. 유속은 0.25 mL/min를 유지하며 용매 B의 농도구배로 용출시켰다.

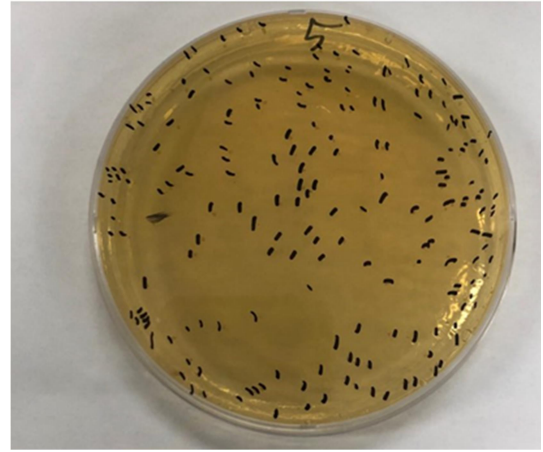


Fig. 1. Mixed *Lactobacillus* colonies in the nutrient agar.

더덕 시료의 총 사포닌 성분 분석

더덕의 총 사포닌(total saponin) 분석법은 더덕을 40 메쉬 크기로 분쇄하여 사포닌 성분을 80% 메탄올로 추출하였다. 시험용액 100 μL를 정확히 취하여 시험관에 넣고 얼음물 속에서 8% 바닐린-에탄올 용액 0.3 mL과 72% 황산 용액 4 mL을 첨가하였다. 시험관을 60℃ 항온 수조에 넣고 10분간 가온하여 내용액을 발색시킨 후 545 nm에서 분광도를 측정하였으며 ginsenoside-Re를 표준물질로 사용하였다.

시료에 함유되어 있는 총 사포닌 함량(Y)은 다음 식에 준하여 계산하였다.

$$Y(\%) = Y' \times \{(T/V)/W\} \times 100$$

Y': 시험용액의 분광도를 검량선에 대입하여 구한 양(mg)

T: 사포닌 추출액을 정용한 부피(mL)

V: 분광도 측정 시 취한 부피(μL)

W: 시료 채취량(mg)

더덕 시료의 총 폴리페놀 성분 분석

총 플라페놀 함량은 Zhishen 등 (Zhishen et al., 1999)과 Singleton 등 (Singleton et al., 1999)의 방법을 응용하여 측정하였다. 각 시료 20 μL를 sodium nitrite solution 75 μL와 3차 증류수 100 μL를 혼합하여 6분간 반응시키고 aluminum chloride solution 20 μL를 첨가하여 다시 5분간 반응시킨 후 1 M NaOH 40 μL와 섞어 510 nm에서 흡광도를 측정하였다. 표준물질 quercetin을 사용하여 시료와 동일한 방법으로 분석하여 검량선을 작성한 후 총 폴리페

Table 1. Contents of lansemaside A and total saponin by dried deouck, steamed deodeok, fermented deodeok

(mg/kg)	Dried deodeok	Fermented deodeok	Steamed deodeok
Lansemaside A	2594.1	1151.31	2100.93
Total saponin	7,209	5,057	8,605

놀 함량을 산출하였다. 실험은 3회 반복 수행하여 평균값을 나타내었다.

더덕 시료의 항산화 능력 측정

DPPH에 대한 수소공여 효과로 측정하는 라디칼 소거능은 Blois (Blois, 1958)의 방법을 변형하여 측정하였다. 일정 농도로 희석된 시료 40 μ L와 1.5×10^{-4} M의 농도로 DPPH를 absolute methanol에 희석한 용액 160 μ L를 가하여 잘 혼합한 후 암소에서 30분간 반응시킨 후 518 nm에서 흡광도를 측정하였다. 결과 값은 추출물 첨가구와 무첨가구를 비교하여 라디칼의 소거활성을 백분율(%)로 나타내어 농도에 따른 DPPH 라디칼 소거능을 확인하였다.

$$Y(\%) = \{(W2 - W1) / S\} \times 100$$

S: 시료 채취량(g)

W1: 농축플라스크의 무게(g)

W2: 4.3.2에서 얻은 농축플라스크의 무게(g)

결과 및 고찰

더덕 시료의 전처리에 따른 lansemaside A 함량과 총 사포닌 함량 분석

생더덕을 건더덕, 찢더덕, 발효 더덕으로 각각 전처리하여 시료를 만들어 고형분 기준으로 더덕의 사포닌 lansemaside A 성분을 분석하였다(Table 1). 더덕 사포닌으로서 lansemaside A 건더덕은 2,594.10 mg/kg, 찢더덕은 2,100.93 mg/kg, 발효더덕은 1,151.31 mg/kg으로 분석되었으며, 건더덕, 찢더덕, 발효더덕 순으로 감소하는 경향을 보였다. 이에 대해서는 즉 발효 공정과 열처리 공정을 통해서 lansemaside A는 다른 형태로 전환이 되는 것으로 추정해볼 수 있다. 그 이유는 총 사포닌 함량을 분석하였을 때 발효더덕에서 5,057 mg/kg, 건더덕에서 7,209 mg/kg, 찢더덕에서 8,605 mg/kg 함량으로 분석되었으며, 전체적으로 찢더덕의 총 사포닌 함량이 증가하는 경향을 보였다. lansemaside A가 전처리 공정을 통해 다른 사포닌 형태로

Table 2. Contents of total polyphenol by dried deouck, steamed deodeok, fermented deodeok

(mg/kg)	Dried deodeok	Fermented deodeok	Steamed deodeok
Total polyphenol	5,548	3,761	4,480

전환된 것으로 유추할 수 있다.

더덕 시료의 전처리에 따른 총 폴리페놀 함량 분석

폴리페놀은 식물의 대표적인 이차대사산물로서 항산화 작용, 항균 작용, 항알레르기 및 항암 효과에 관여하는 것으로 알려져 있다(Rice-Evans et al., 1997; Perron and Brumaghim, 2009). 가공 공정에 따른 더덕 추출물의 총 폴리페놀 함량을 분석한 결과 Table 2와 같이 건더덕 > 찢더덕 > 발효더덕 순으로 높게 나타났다. 이전에 가공공정에 따른 더덕 추출물의 항산화 활성(Jeon et al., 2013)에 의한 실험 결과 의하면 생더덕보다 가공 처리한 더덕에서 폴리페놀 함량이 모두 증가한다는 보고와 반대의 결과를 얻었다. 즉, 발효 공정과 고압 열처리 조건에 따라 폴리페놀 함량은 조절 가능하다고 해석되어진다. Table 3에 나와있는 식물 유래 추출물 125종의 지표성분을 가지고 건더덕, 찢더덕, 발효더덕에 대해 폴리페놀 종류에 대한 스크리닝을 하였다. 그 결과 Table 4에서와 같이 지표성분으로서 클로로겐산의 경우 건더덕 > 찢더덕 > 발효더덕 순으로 함량이 분석되었다. 다른 폴리페놀의 지표성분으로서 건더덕에서 함량이 높은 성분은 카페인산, 쿠마린산, 페룰릭산, 시린직산, 갈릭산, 프로토키테추익산이 상대적으로 높게 나타났고, 발효더덕에서 함량이 상대적으로 높은 성분은 헤스페리딘이 있었으며, 찢더덕에서 상대적으로 높은 성분은 살리실릭산이 있었다(Table 5).

더덕 시료의 전처리에 따른 항산화 효과 분석

Table 3의 실험 결과에서 총 폴리페놀, 총사포닌의 차이에 의해 항산화효과를 비교해 보면 항산화효과가 가장 좋은 순서로서 건더덕 > 찢더덕 > 발효더덕 순서로 나타났으며, 총사포닌보다는 총 폴리페놀의 함량이 건더덕에서 가장 많아서 항산화효과에 긍정적으로 작용한 것으로 사료된다(Table 6). 본 연구결과에 따르면 더덕을 섭취하는 방법으로 건더덕이 항산화효과 측면에서 가장 효과가 좋을 것으로 보인다. 건더덕은 다른 더덕보다 항산화 효과가 높아 더덕을 섭취하거나 가공할 때 또는 보존성을 증가시키는 방법으로서 건조시키는 방법을 이용하면 더 건

Table 3. Indicator ingredients of 125 plant derived extracts of dried deouck, steamed deodeok, fermented deodeok

No	Ingredients	No	Ingredients	No	Ingredients
1	10-Hydroxy-2-decenoic acid	43	Epoxybergamottin	85	Naringin
2	3-Acetyl-11-koto- β -boswellic acid	44	Eupatilin	86	Narirutin
3	4-o-Feruloylquinic acid	45	Ferulic acid	87	Neohesperidin
4	β -Boswellic acid	46	Formononetin	88	Nodakenetin
5	D-Luciferin	47	GABA	89	Nodakenin
6	ϵ -Viniferin	48	Galangin	90	Nodosin
7	p-Coumaric acid	49	Gallic acid	91	Nordihydroguaiaretic acid
8	Acacetin	50	Ganoderic acid	92	Ombuoside
9	Aleuritic acid	51	Genistein	93	Oxymatrine
10	Allantoin	52	Genistin	94	Oxypeucedanin
11	Apigenin	53	Glycitein	95	Paeoniflorin
12	Artemisinin	54	Glycitin	96	Parthenolide
13	Artepillin C	55	Glycyrrhizin	97	Phloretin
14	Asiaticoside	56	Hamamelitannin	98	Phlorizin
15	Astragalin	57	Hesperidin	99	Phloroglucinol
16	Astragaloside IV	58	1Hispidulin	100	Pinocebrin
17	Baicalin	59	Honokiol	101	Poncirin
18	Baicalin	60	Hydroxy alpha Sanshool	102	Protocatechuic acid
19	Bakuchiol	61	Hyperforin	103	Pterostilbene
20	Berberine	62	Hyperoside	104	Quercetin
21	Bergamottin	63	Icariin	105	Resveratrol
22	Bergapten	64	Isopimpinellin	106	Rhamnetin
23	Biochanin A	65	Isoquercitrin	107	Rosavin
24	Bixin	66	Isosakuranetin	108	Rosmarinic acid
25	Byakangelicol	67	Kaempferol	109	Rut
26	Caffeic acid	68	Kakklide	110	Sakuranetin
27	Caffein	69	Kavain	111	Sakuranin
28	Capsaisin	70	Lancemaside A	112	Salicylic acid
29	Catechin	71	Leonurine	113	Sapindoside A
30	Chalcon	72	Levistilide A	114	Shikonin
31	Chlorogenic acid	73	Linarin	115	Silibinin
32	Cinnamic acid	74	Liquiritigenin	116	Sinapic acid
33	Curcumin	75	Liquiritin	117	Sophoridine
34	Daidzein	76	Loganin	118	Sulforaphane
35	Daidzin	77	Lovastatin	119	Syringic acid
36	Decursin	78	Lucidone B	120	Theobromine
37	Ellagic acid	79	Luteolin	121	Vanillic acid
38	Emodin	80	Madecassoside	122	Vitexin
39	Epicatechin	81	Magnolol	123	Withaferin A
40	Epicatechin gallate	82	Matrine	124	Withanolide
41	Epigallocatechin gallate	83	Myricetin	125	Xantotoxin
42	Epigallocatechin	84	Myricitrin		

Table 4. Contents of chlorogenic acid by dried deouck, steamed deodeok, fermented deodeok

	Dried deodeok	Fermented deodeok	Steamed deodeok
Chlorogenic acid	255.66	43.69	199.37

Table 5. Contents of each polyphenol by dried deouck, steamed deodeok, fermented deodeok

(mg/kg)	Dried deodeok	Fermented deodeok	Steamed deodeok
Caffeic acid	2.83	1.16	1.64
p-coumaric acid	2.11	1.01	0.2
Ferulic acid	2.26	1.14	0.4
Salicylic acid	0.3	0.18	0.57
Syringic acid	1.24	0.63	0.43
Gallic acid	0.3	0	0
Hesperidin	0	0.66	0
Protocatechuic acid	2.49	1.01	1.4

Table 6. Contents of DPPH by dried deouck, steamed deodeok, fermented deodeok

	Dried deodeok	Fermented deodeok	Steamed deodeok
DPPH (%)	1.8%	6.8%	4.8%

Abbreviation: DPPH, α -diphenyl- β -picrylhydrazyl

강에 유용한 식품이 될 것이다. 즉, 건강기능식품 소재로 건더덕을 분말 형태로 이용하여 호흡기질환을 예방하고 인지능력을 개선시킬 수 있을 것이다.

또한 lansemaside A가 건더덕에서 가장 함량이 높은 반면 총 사포닌 함량은 찐더덕에서 높다는 것은 고압열처리 조건에서 란세마사이드 A가 다른 사포닌 형태로 전환된 것으로 유추할 수 있다. 이후 더 많은 연구를 통하여 더덕을 고압열처리를 했을 경우 증가되는 사포닌 중 유용한 사포닌을 선별하여 새로운 식품 소재와 지표물질로서 개발할 수 있을 것이다.

발효공정을 통해 lansemaside A, 총사포닌, 총폴리페놀 함량이 모두 감소한다는 것을 본 연구의 결과 알 수 있듯이 특정 유산균에 의해 더덕 사포닌과 폴리페놀이 사용된 것으로 사료된다. 즉, 발효더덕을 섭취 시 사포닌과 폴리페놀을 이용하여 배양된 유산균을 함께 섭취함으로써 건강에 유용한 효과를 기대할 수 있을 것이다. 또한 일상 생활에서 더덕을 쉽게 이용할 수 있는 방법으로써

고유의 강한 더덕 풍미를 좋아하지 않는 소비자에게 도움을 줄 수 있으며, 부드러운 물성을 가진 식품이 개발될 수 있다는 것을 시사하고 있다.

더덕의 유용성분을 증대시키기 위한 가공방법으로서 고압처리와 발효 공정에 대해서는 공정 최적화를 통한 추가 연구가 필요하다고 생각한다.

ACKNOWLEDGEMENT

This work was supported by the research fund of Songho University (SH-2020-A).

CONFLICT OF INTEREST

The authors declare that they have no conflict of interest.

REFERENCES

- Bennett PB, Marquis RE. High pressure biology and medicine. 1998. 1-428 University of Rochester Press, New York, NY, USA.
- Blois MS. Antioxidant determinations by the use of a stable free radical. *Nature*. 1958. 181: 1199-1200.
- Deliza R, Rosenthal A, Abadio F, Silva CH, Castillo C. Application of high pressure technology in the fruit juice processing: Benefits perceived by consumers. *Journal of Food Engineering*. 2005. 67: 241-246.
- Hong WS, Lee JS, Ko SY, Choi YS. A study on the perception of *Codonopsis lanceolata* dishes and the development of *Codonopsis lanceolata* dishes. *Korean Journal of Food and Cookery Science*. 2006. 22: 181-192.
- Hwang CR, Oh SH, Kim HY, Lee SH, Hwang IG, Shin YS, Lee JS, Jeong HS. Chemical composition and antioxidant activity of deoduk (*Codonopsis lanceolata*) and doragi (*platycodon grandiflorum*) according to temperature. *Journal of the Korean Society of Food Science and Nutrition*. 2011. 40: 798-803.
- Ichikawa M, Ohta S, Komoto N, Ushijima M, Kodera Y, Hayama M, Shirota O, Sekita S, Kuroyanagi M. Simultaneous determination of seven saponins in the roots of *Codonopsis lanceolata* by liquid chromatography-mass spectrometry. *Journal of Natural Medicines*. 2009. 63: 52-57.
- In SU, Min JL, Ju HN, Il RR. Effects of Additional Fertilization after Cultivating Green Manure Crops on the Growth and Saponin Content of *Codonopsis lanceolata* Trautv. *Korean J Medicinal Crop Sci*. 2019. 27: 1-8.

- Jeong IH, Oh MS, Jeon JS, Kim HT, Hong SR, Park KH, Yoon MH. A Comparative Study on Anthocyanin and Polyphenol Contents in Colored Agricultural Products. *Journal of Food Hygiene and Safety*. 2017. 32: 371-380.
- Jeon SM, Kim SY, Kim IH, Go JS, Kim HR, Jeong JY, Lee HY, Park DS. Antioxidant activities of processed deoduck (*Codonopsis lanceolata*) extracts. *J Korean Soc Food Sci Nutr*. 2013. 42: 924-932.
- Jung WY, Kim H, Jeon SJ, Park HJ, Choi HJ, Kim NJ, Kim DH, Jang DS, Ryu JH. Eclalbasaponin ii ameliorates the cognitive impairment induced by cholinergic blockade in mice. *Neurochemical Research*. 2018. 43: 351-362.
- Kim GY, Yang YS, Youn JY, Lee CJ, Jeon JW, Jung OS, Choi YH. Theory and Practice of Fermented Food. Kyomunsa Seoul, Korea. p.12. 2009.
- Kim NY, Chae HS, Lee IS, Kim DS, Seo KT, Park SJ. Analysis of Chemical Composition and Antioxidant Activity of *Codonopsis lanceolata* Skin. *J Korean Soc Food Sci Nutr*. 2010. 11: 1627-1633.
- Kwak YS, Chang JK. Effect of various sterilization methods on growth of microorganism contaminated in ginseng powder. *Journal of Food Hygiene and Safety*. 2001. 16: 221-226.
- Lee KT, Choi J, Jung WT, Nam JH, Jung HJ, Park HJ. Structure of a new echinocystic acid bisdesmoside isolated from *Codonopsis lanceolata* roots and the cytotoxic activity of prosapogenins. *Journal of Agricultural and Food chemistry*. 2002. 50: 4190-4193.
- Lee SB, Go GH, Yang JY, Oh SH, Kim JG. Fermented food. 2nd. Kyomunsa, Seoul, Korea. 2004. p 3.
- Lee SY, Lee HS. The roles of dietary polyphenols in brain neuro-modulation, *Journal of Life Science*. 2018. 28: 1386-1395.
- Lim TK. Edible medicinal and non-medicinal plants. 2015. Volume 9. 1036. Springer Dordrecht Heidelberg New York, USA.
- Park SJ, Park, Park DS, Lee SB, He XL, Ahn JH, Yoon WB, Lee HY. Enhancement of Antioxidant Activities of *Codonopsis lanceolata* and Fermented *Codonopsis lanceolata* by Ultra High Pressure Extraction. *J Korean Soc Food Sci Nutr*. 2010. 39: 1898-1902.
- Perron NR, Brumaghim JL. A review of the antioxidant mechanisms of polyphenol compounds related to iron binding. *Cell Biochem Biophys*. 2009. 53: 75-100.
- Rice-Evans C, Miller N, Paganga G. Antioxidant properties of phenolic compounds. *Trends Plant Sci*. 1997. 2: 152-159.
- Seo YC, Choi WY, Kim JS, Cho JS, Kim YO, Kim JC, Lee HY. Enhancement of Anticancer Activities from Lithospermum erythrorhizon Extracts by Ultra High Pressure Process. *Korean J. Medicinal Crop Sci*. 2011. 19: 103-110.
- Shouqin Z, Junjie Z, Changzhen W. Novel high pressure extraction technology. *International Journal of Pharmaceutics*. 2004. 278: 471-474.
- Singleton VL, Orthofer R, Lamuela-Raventós RM. Analysis of total phenols and other oxidation substrates and antioxidants by means of folin-ciocalteu reagent. *Methods Enzymol*. 1999. 299: 152-178.
- Zhishen J, Mengcheng T, Jianming W. The determination of flavonoid contents in mulberry and their scavenging effects on superoxide radicals. *Food Chem*. 1999. 64: 555-559.

<https://doi.org/10.15616/BSL.2021.27.4.291>

Cite this article as: Kim EY, Jeon JW, Hyun KY. Comparison of Saponin Content and Antioxidant Effect depending on the Processing Method of *Codonopsis lanceolata*. *Biomedical Science Letters*. 2021. 27: 291-297.