Journal of Mushrooms 한국버섯학회지 Research Article

더덕, 도라지 표고균사발효물의 유용성분 및 생리활성

고영우[1] · 윤경원[2] · 김경제[1] · 진성우[1] · 임승빈[1] · 하늘이[1] · 정희경[1] · 김승주[3] · 김복선[3] · 최유진[4] · 송다혜[4] · 서경순[1]*

[1](재)장흥군버섯산업연구원
[2]순천대학교 바이오한약자원학과
[3]데이앤바이오(주)농업회사법인
[4](재)임실치즈앤식품연구소

Beneficial constituents and physiological activity of fermented *Codonopsis lanceolata* and *Platycodon grandiflorus* by *Lentinula edodes* mycelium

Young-Woo Koh[1], Kyeong-Won Yun[2], Kyung-Je Kim[1], Seong-Woo Jin[1], Seung-Bin Im[1], Neul-I Ha[1], Hee-Gyeong Jeong[1], Seung-Ju Kim[3], Bok-Seon Kim[3], Yu-Jin Choi[4], Da-Hye Song[4], and Kyoung-Sun Seo[1]*

[1]*Jangheung Research Institute for Mushroom Industry, Jangheung 59338, Korea*
[2]*Department of Oriental Medicine Resources, Sunchon Nat'l University, Suncheon 57922, Korea*
[3]*Daynbio Co., Jangheung 59315, Korea*
[4]*Imsil Cheese & Food Research Institute, Imsil 55918, Korea*

ABSTRACT: This study was conducted to develop food and medicinal products containing useful components of *Lentinula edodes* in *Codonopsis lanceolata* and *Platycodon grandiflorus* for use as herbal medicine. We manufactured *C. lanceolata* (FCLM) and *P. grandiflorus* (FPLM) extract fermented with *L. edodes* mycelium. The effect of the two fermented products on proximate composition, free sugar, organic acid, β-glucan, ergothioneine, ergosterol, and vitamin D_2 levels, and 3T3-L1 preadipocyte cell growth were studied. The proximate composition analysis results showed that the crude fiber and crude fat content in FCLM was higher than that in FPLM, and the crude protein and soluble nitrogen content in FPLM was higher than that in FCLM. Free sugar analysis detected arabinose, glucose, and sucrose in both FCLM and FPLM, and the total free sugar content was high in FPLM. The organic acid content was lower in FCLM and FPLM compared to *C. lanceolata* and *P. grandiflorus* before fermentation. The β-glucan content was higher than that of *L. edodes* used as a control in both fermented products, FCLM and FPLM. The content of ergothioneine, an antioxidant, was higher in FCLM than in FPLM. Ergosterol content was highest in *L. edodes* which was used as a control, and the two fermented products showed similar content. Vitamin D_2 was detected only in FCLM and FPLM, and FPLM (0.58±0.01 mg%) showed a higher vitamin D_2 content than FCLM (0.47±0.01). FCLM and FPLM showed a higher level of cell viability for 3T3-L1 pre-adipocytes compared to non-fermented *C. lanceolata* and *P. grandiflorus*. In addition, FCLM and FPLM inhibited 3T3-L1 preadipocyte differentiation more than *C. lanceolata* and *P. grandiflorus* before fermentation, which may exert an anti-obesity effect.

KEYWORDS: Anti-obesity, Codonopsis *lanceolata*, Fermentation, Lentinula edodes, *Platycodon grandiflorus*

J. Mushrooms 2021 December, 19(4):300-309
http://dx.doi.org/10.14480/JM.2021.19.4.300
Print ISSN 1738-0294, Online ISSN 2288-8853
© The Korean Society of Mushroom Science

Young-Woo Koh (Research engineer), Kyeong-Won Yun (Professor), Kyung-Je Kim (Principal Research engineer), Seong-Woo Jin (Senior Research engineer), Seung-Bin Im (Research engineer), Neul-I Ha (Research engineer), Hee-Gyeong Jeong (Research engineer), Seung-Ju Kim (CEO), Bok-Seon Kim (Research engineer), Yu-Jin Choi (Senior Research engineer), Da-Hye Song (Research engineer), Kyoung-Sun Seo (Principal Research engineer)
*Corresponding author
E-mail : astragali@daum.net
Tel : +82-61-862-8877

Received August 31, 2021
Revised September 23, 2021
Accepted ovember 24, 2021

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.

서 론

버섯은 고유의 맛과 향을 가지고 있어 예로부터 식용으로 널리 이용되어 왔으며, 필수아미노산, 식이섬유 및 비

타민이 풍부하고 β-glucan과 같은 면역증강작용 성분이 다량 함유되어 있다(Lee *et al*., 1995). 최근에는 COVID-19로 인해 소비자들의 면역에 대한 관심이 높아지면서 건강식품으로서의 소비 또한 증가하는 추세이다. 그 중 표고는 활엽수에 기생하는 담자균류강 주름버섯목 느타리과 잣버섯속에 속하며 독특한 풍미를 지닌 버섯으로 식품으로 꾸준히 애용되어 왔고, 인체에 중요한 영양소가 다량 함유되어 있어 식품으로서 뿐만 아니라 강장, 이뇨, 고혈압, 불면증, 천식, 위궤양 등의 치료에 효능이 있는 것으로 알려져 있다(Park *et al*., 2005).

더덕(*Codonopsis lanceolata*)은 한국, 중국 및 일본의 산간지방에서 야생하는 다년생 초본으로 약용과 식용으로 널리 이용되고 있다. 또한 기호품으로도 상당한 호평을 받는 식품일뿐 아니라 진해, 거담 등의 약효가 있다고 식이요법 또한 전해지고 있다(Park *et al*., 2009). 그러나 더덕은 향미가 독특하고 씹는 질감이 우수함에도 불구하고 조리시 표피를 벗겨내야 하는 번거로움과 물 세척만으로는 충분한 세척이 되지 않는 점 등의 이유로 편의성을 추구하는 소비자의 요구에는 부응하지 못하고 있는 실정이다(Hong *et al*., 2006).

도라지(*Platycodon grancliflorus*)는 더덕과 같이 식용으로 이용되고 있는 산채 식품으로 주성분으로는 triterpenoid계 saponin인 platycodin A, C 및 D 등이 알려졌으며 이외에 inulin, betulin, stigmasterol과 당질, 섬유질을 함유하고 있어 한방에서는 배농, 거담, 기관지염 및 천식 등의 기관지계 질환에 사용되어온 생약재이지만 약용보다는 식용으로 더 많이 이용되어 왔다(Hwang *et al*., 2011).

한편, 건강차는 각지에서 민간 전승적으로 음용되고 있는 소재가 많아 장기간의 음용 경험에서 오는 안심감을 배경으로 확고한 인기를 누리고 있다(Park *et al*., 2016). 기존 침출차는 식물의 잎 또는 꽃을 주된 원료로 사용해 왔으나, 우리나라에서 생산되고 있는 천연자원을 활용한 다양한 차 개발이 필요성을 충족하기 위하여 소재의 성질을 완화 또는 흡수율을 향상시키기 위한 발효기술 접목을 시도하고자 한다.

식품은 발효과정을 통해 독성 저하, 소화성 증진 효과를 가지며 기질 재료에 좋은 맛과 향, 조직감 등을 부여하고 유용성분의 증진과 함께 영양학적 함량을 높이는 등 식품 소재에 새로운 가치를 부여할 수 있다(Park, 2012). 이러한 이유로 발효는 식품 전반에 다양하게 이용되고 있으며 식품 소재의 알코올 발효를 통한 식품의 저장성 향상은 물론 단백질, 필수아미노산, 필수지방산 및 비타민이 풍부한 식품의 제조와 발효과정을 통한 생리활성물질 생산 등의 효과가 보고되고 있다(Park *et al*., 2009).

이에 국내 생산량이 많고 소비자 인지도가 높으나 상대적으로 젊은 소비층의 이용 및 섭취가 까다로운 더덕과 도라지를 표고균사체 발효를 통하여, 버섯의 유용성분과 더덕과 도라지의 약용성분이 모두 활용 가능하고, 소비가 용이한 침출차 개발의 기초 자료로 삼고자 본 연구를 진행하였다.

재료 및 방법

재 료

본 연구에서 사용된 더덕(*Codonopsis lanceolata* Siebold & Zucc., NIBRGR0000136212)과 도라지(*Platycodon grandiflorus* Jacq. A. DC., NIBRGR0000074462)는 동부생약영농조합법인에서 구입하여 사용하였다. 쌀은 전남 장흥군 용산면에서 유기농으로 재배한 현미쌀을 사용하였으며, 발효에 이용된 표고균사체는 (재)장흥군버섯산업연구원에서 보존중인 JMI-10075, JMI-10076, JMI-10077, JMI-70082 품종을 사용하였다.

시약

실험에 사용한 시약, 용매 및 표준품은 acetonitrile (ACN, 100%, J.T. Baker, Deventer, Netherlands), sulfosalicylic acid (DaeJung, Siheung, Korea), KOH (Daejung Chemicals&Metals CO.LTD, Sijeung, Korea), hexane (99%, J.T. Baker, Deventer, Netherlands), methanol (99.8%, J.T. Baker, USA), stadard free sugar (Sigma Aldrich, St. Louis, MO, USA), sodium phosphate dibasic (Sodium Phosphate Dibasic Anhydrous Acs, Fisher Chemical, USA). standard organic acids (Sigma Aldrich, St. Louis, MO, USA), ergosterol (Sigma Aldrich, St. Louis, MO, USA), ergocarciferol(Sigma Aldrich, St. Louis, MO, USA), Megazyme kit (Mushroom and Yeast β-Glucan Assay Procedure KYBGL, Megazyme, Ireland), Dulbecco's modified eagle's medium (DMEM, Gibco BRL, Gaithersburg, MD, USA), phosphate bufferd saline (PBS, Gibco BRL, Gaithersburg, MD, USA), antibiotic-antimycotic (Gibco BRL, Gaithersburg, MD, USA), 3-(4,5-dimethylthiazol-2-yl)-5-(3-carboxymethoxyphenyl)-2-(4-sulfophenyl)-2H-tetrazolium, inner salt (MTS, Promega, Madison, WI, USA), isobutylmethylxanthine (IBMX, Sigma Aldrich, St. Louis, MO, USA), insulin (Sigma Aldrich, St. Louis, MO, USA), dexamethasone (Sigma Aldrich, St. Louis, MO, USA) 등을 구입하여 사용하였다.

표고균사배양물 제조

표고균사체를 이용하여 발효시킨 더덕, 도라지 발효물의 최적조건을 확립하기 위해 더덕, 도라지를 현미와 동일한 비율(1:1, w/w)로 혼합하고 배양 봉투에 각각 600 g씩 넣은 다음, 121°C에서 30분간 멸균하고 식힌 후 표고균사 JMI-10075, JMI-10076, JMI-10077, JMI-70082를 각각 접종하여 25°C의 배양기에서 배양하였다(Fig. 1). 이

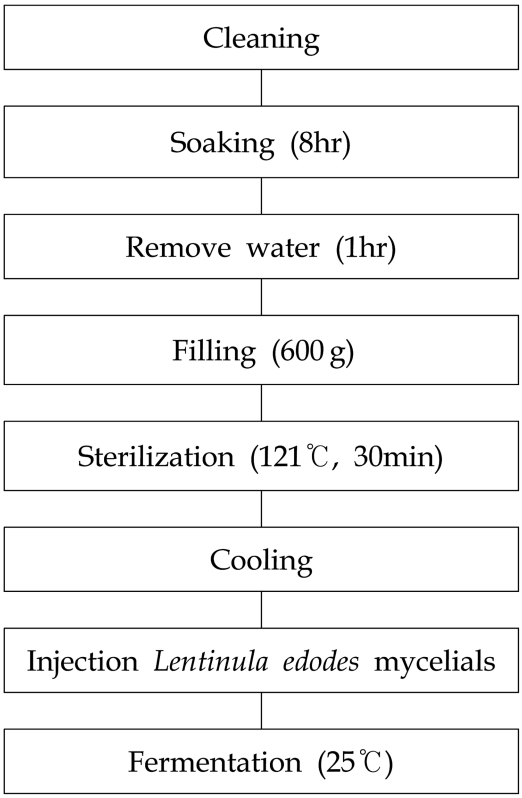

Fig. 1. The manufacture process of herbal extracts fermented with *Lentinula edodes* mycelials.

중 균사생장이 우수한 균주 JMI-70082의 배양물을 선정하여 동결건조(PVTFD10R, Ilsin Bio Base Co., Ltd., Dongducheon, Korea)한 후 분쇄하여(51BL31, Waring Commercial, Torrington, USA) –20°C에서 보관하며 사용하였다.

일반성분 분석

본 연구에서 제조된 표고균사체로 발효한 더덕과 도라지 발효물액을 건조한 시료의 일반성분은 AOAC (AOAC, 1996) 방법에 따라 분석하였다. 수분은 시료 0.5 g을 각각 칭량접시에 측정하여 105°C dry oven에서 건조시킨 뒤 항량이 될 때까지 무게를 측정하여 구하였다. 조회분은 시료 0.5 g을 250°C에서 예비 회화한 뒤 600℃에서 직접 회화법으로 분석하였다. 조단백질의 함량은 Kjeldahl 분해법으로 단백질 분해장치(Buchi, Switzerland)를 이용하여 측정한 질소량에 질소계수 6.25를 곱하여 산출하였으며, 조지방의 함량은 Soxhlet 추출법으로 550°C의 회화로에서 회분이 얻어질 때까지 회화하여 정량하였다. 조섬유는 Henneberg Stohmann 개량법으로 구하였으며, 가용성 무질소물의 함량은 총량에서 수분, 조회분, 조단백질, 조지방 및 조섬유의 함량을 뺀 값으로 산출하였다.

Table 1. HPLC conditions for free sugars analysis

Item	Condition
Instrument	Agilent Technologies 1200 Series
Column	ZORBAX Carbohydrate (4.6 mm × 150 mm)
Solvent	75% Acetonitrile
Column temp.	30°C
Flow rate	1.4 mL/min
Injection volume	5 μL

Table 2. HPLC conditions for organic acids analysis

Item	Condition
Instrument	Agilent Technologies 1200 Series
Column	Agilent Zorbax SB-Aq (4.6 mm × 150 mm, 5 μm)
Solvent	20 mM $NaHPO_4$: ACN (99 : 1)
Column temp.	30°C
Wavelength	UV 210 nm
Flow rate	1.0 mL/min
Injection volume	5 μL

유리당 분석

유리당 성분은 Wilson(1981) 등의 방법을 변형하여 분석하였다. 시료 1 g에 증류수를 넣고 60°C에서 4시간 가온 한 후, 3,000 rpm에서 30분간 원심분리하여 0.45 μm membrane filter (Millipore Co., USA)로 여과한 여액을 HPLC를 이용하여 분석 하였다(Table 1). 함량은 외부표준법으로 계산하였다.

유기산 분석

유기산은 시료를 3,000 rpm에서 30분간 원심분리하여 상등액을 취한 후 filter paper(Whatman No.2)로 여과하고, Sepak C_{18}으로 정제시킨 다음 0.45 μm membrane filter (Millipore Co., USA)로 여과한 여액을 HPLC를 이용하여 분석하였다. 분석조건은 Table 2와 같으며, 함량은 외부표준법으로 계산하였다.

β-Glucan 함량 분석

β-Glucan 함량은 mushroom and yeast beta-glucan assay procedure kit (Megazyme, Ireland)를 이용하여 측정하였다. 먼저 total glucan은 100 mesh 체로 거른 시료 100 mg을 tube에 넣어 37% HCl 1.5 mL을 넣고 45분간 30°C water bath에 넣어 분해하였다 그 후 증류수 10 mL을 넣어 vortex하고, 100°C에서 2시간 incubation 시켰다. 그 후 실온에서 식히면서 2 N KOH를 10 mL씩 넣고 200 mM sodium acetate buffer로 100 mL 정용 후 충분히

Table 3. HPLC conditions for ergothioneine analysis

Item	Condition
Instrument	Agilent Technologies 1200 Series
Column	Agilent ZORBAX SB-C_{18} (Rapid resolution) (4.6 × 150 mm, 3.5 μm)
Solvent	3% ACN/50 mM Sodiumphosphate
Column temp.	28.8°C
Wavelength	UV 254 nm
Flow rate	0.7 mL/min
Injection volume	10 μL

mixing 하였다. 그 후 상등액 0.1 mL에 200 mM sodium acetate buffer에 녹인 exo-1,3-β-glucanase plus β-glucosidase 0.1 mL을 넣고 reagent blank는 acetate buffer 0.2 mL을 넣은 후, D-glucose standard는 D-glucose standard 0.1 mL과 acetate buffer 0.1 mL을 넣고 mixing 후 40°C에서 60분 동안 incubation 하였다. Glucose oxidase/peroxidase mixture(GOPOD) 3 mL을 넣고 40°C에서 20분 동안 incubation 한 후, 510 nm에서 흡광도를 측정하였다.

α-Glucan은 100 mesh 체로 거른 시료 100 mg을 tube에 넣고 2 M KOH 2 mL씩 넣고 20분간 mixing 하였다 1.2 M sodium acetate buffer 8 mL를 넣고 섞은 후 amyloglucosidase plus invertase 0.2 mL을 넣고, 잘 섞어서 40°C water bath에서 30 분간 incubation 하였다. 상등액 0.1 mL에 200 mM sodium acetate buffer 0.1 mL, GOPOD 3 mL을 넣고 40°C에서 20분간 incubation 한 후, 510 nm 흡광도에서 측정하였다.

Ergothioneine 함량 분석

Ergothioneine은 시료 0.2 g에 20 mL cold ethanol extraction 용액(10 mM DTT, 100 μM betaine, 100 μM MMI in 70% ethanol)을 첨가 및 교반하여, 3분간 sonicate 후 여기에 1% SDS 함유 에탄올 용액 4 mL를 첨가하여 혼합 후, 원심분리 하였다. 상등액 10 mL를 취해 동결건조하고 여기에 10 mL 증류수(pH 7.3)를 첨가하여 녹인 후 원심분리하여 상등액을 ergothioneine 함량 분석용으로 사용하였다. 표준용액인 L-ergothioneine을 이용하여 검량선(R^2 = 0.9994)을 작성하였으며 시료의 ergothioneine 함량은 다음과 같이 계산하였다.

$$\text{Ergothioneine (mg/100 g)} = \left(\frac{(A \times B \times C \times D)}{E}\right)$$

A : 검량선 농도(μg/mL), B : 시험용액 전량(mL),
C : 표준품 순도, D : 희석 배수, E : 시료채취량(mg)

Table 4. HPLC conditions for ergosterol and vitamin D_2 analysis

Item	Condition
Instrument	Agilent Technologies 1200 Series
Column	Agilent XDB-C_{18} (Method Development Kit) (4.6 × 150 mm, 5 um)
Solvent	98% Methanol
Column temp.	28.8°C
Wavelength	UV 280 nm
Flow rate	1.0 mL/min
Injection volume	20 μL

Ergosterol 함량 분석

Ergosterol은 시료 5 g에 에탄올 100 mL을 넣어 80°C에서 1시간 환류추출 시킨 후, 상등액을 취하고 잔사에 에탄올 100 mL을 넣고 다시 80°C에서 1시간 환류추출 하였다. 추출물을 필터한 뒤 20 mL 에탄올과 수산화칼륨 10 g을 첨가하고, 80°C에서 1시간 환류 추출시킨 후 검화된 용액에 증류수 50 mL을 첨가하였다. 그 후, hexane으로 50 mL씩 3번 분획하여 핵산 층을 취해서 완전 농축시킨 후 메탄올 2 mL로 녹인 다음 0.45 μm membrabe filter (Millipore Co., USA)로 여과한 뒤, HPLC (High Performance Liquid Chromatography, Agilent, USA)로 측정하였다. 함량은 외부표준법으로 계산하였으며 HPLC 조건은 Table 4와 같다. 표준용액인 ergosterol을 이용하여 검량선(R^2 = 0.9985)을 작성하였으며 시료의 ergosterol 함량은 다음과 같이 계산하였다.

$$\text{Ergosterol (mg/100 g)} = \left(\frac{(A \times B \times C \times D)}{E}\right)$$

A : 검량선 농도(μg/mL), B : 시험용액 전량(mL),
C : 표준품 순도, D : 희석 배수, E : 시료채취량(mg)

Vitamin 분석

분쇄된 시료 5 g을 250 mL 플라스크에 넣고, vitamin C 1 g, hot water 50 mL, 50% potassium hydroxide를 넣고 50°C에서 10분간 sonicate 시킨 후, 60°C에서 30분간 환류추출하였다. 추출액을 필터 한 후, hexane 30 mL씩 3회 분획하고, 증류수를 이용하여 중화시켰다. 중화된 추출액을 농축하여 solvent 2 mL로 정용 후, 여과하여 HPLC 측정 시료로 사용하였다. 함량은 외부표준법으로 계산하였으며, HPLC 분석조건은 Table 4와 같다. 표준용액인 ergocarciferol을 이용하여 검량선(R^2 = 0.9973)을 작성하였으며 시료의 vitamin D_2 함량은 다음과 같이 계산하였다.

$$\text{Vitamin } D_2 \text{ (mg/100g)} = \left(\frac{(A \times B \times C \times D)}{E}\right)$$

Table 5. Yields and proximate compositions of fermented herbal extract fermented with *Lentinula edodes* mycelials

(unit:%)

Samples	Yields	Moisture	Crude protein	Crude fat	Crude fiber	Ash	Nitrogen free extract
LE	-	8.18±0.06	13.97±2.08	2.84±0.03	14.32±1.57	2.81±0.10	57.88
CL	-	7.21±0.01	8.31±0.39	1.60±0.15	16.71±0.01	4.34±0.05	61.83
PG	-	8.78±0.29	3.54±0.40	1.65±0.18	10.88±0.11	3.56±0.18	71.59
FCLM	70.55±1.23[1)]	7.02±0.10	4.94±0.47	2.58±0.25	18.83±0.16	1.52±0.20	65.11
FPLM	68.85±2.67	4.32±0.17	8.55±0.58	2.23±0.20	11.09±0.03	1.31±0.07	72.50

[1)]All values are mean±SD (n=3).

LE: *Lentinula edodes*, CL: *Codonopsis lanceolata*, PG: *Platycodon grandiflorus*, FCLM: Fermented *Codonopsis lanceolata* by *Lentinula edodes* mycelials, FPLM: Fermented *Platycodon grandiflorus* by *Lentinula edodes* mycelials

A : 검량선 농도(μg/mL), B : 시험용액 전량(mL),
C : 표준품 순도, D : 희석 배수, E : 시료채취량(mg)

3T3-L1 세포에서 시료의 세포독성 확인

세포독성은 Green 등(1984)의 방법을 사용하여 측정하였다. 본 실험에 사용된 3T3-L1 지방전구세포는 한국세포주은행으로부터 분양받아 10% FBS (fetal bovine serum)와 1% antibiotic-antimycotic agent가 들어있는 DMEM (Dulbecco's modified eagle's medium)에서 배양하였으며, 2일 간격으로 배지를 교환하면서 배양하였다. 배양된 지방전구세포를 96 well plate에 1×10^5 cell/mL의 농도로 분주하여 24시간 부착시킨 후 시료를 각각 10, 50, 100, 500 μg/mL의 농도로 24시간 처리한 뒤, 배지를 제거하였다. 새로운 배지에 10 μL MTS를 첨가하여 4시간 동안 반응시킨 후 microplate absorbance reader EPOCH (BioTek, USA)로 540 nm에서 흡광도를 측정하였으며 세포의 증식 정도는 대조구의 흡광도에 대한 백분율로 나타내었다.

Oil Red O staining을 통한 지방세포 분화 저해능 분석

12 well plate에 3T3-L1 cell를 2×10^4 cell/mL로 분주하여 2일 간격으로 배지를 교환하면서 4일간 배양하였다. 이 후 지방세포로 분화를 일으키기 위해 differentiation medium (DMEM containing 10% FBS, 0.5 mM isobutylmethylxanthine (IBMX), 1 μM dexamethasone, and 10 μg/mL insulin)으로 교체 처리하였다. 동시에 각 시료의 분화 억제 효과를 확인하기 위해 모두 각각 100 μg/mL으로 처리하였다. 48시간 배양을 한 후, insulin medium (10 μg/mL insulin)과 시료를 48시간 간격으로 2회 처리하였다. 배양이 끝나면, Oil red O staining solution으로 30분간 염색한 뒤 100% isopropanol을 사용하여 염색된 지방을 용출하고 500 nm에서 흡광도를 측정하였다.

통계 처리

실험 결과는 SPSS (Statistical Package for Social Science, version 25, SPSS Inc., Chicago, IL, USA)를 이용하였으며, 3회 반복한 측정값을 평균값±표준편차(means ± SD)로 표시하였다. 시료간의 유의적인 차이는 Duncan's multiple range test (DMRT)로 유의수준 5% (p>0.05)에서 검증하였다.

결과 및 고찰

일반성분

표고(*Lentinula edodes*, LE), 더덕(*Codonopsis lanceolata,* CL), 도라지(*Platycodon grandiflorus,* PG), 더덕표고균사발효물(Fermented *Codonopsis lanceolata* by *Lentinula edodes* mycelials, FCLM), 도라지표고균사발효물(Fermented *Platycodon grandiflorus* by *Lentinula edodes* mycelials, FPLM)의 동결건조 분말 수율 및 일반성분 분석 결과는 Table 5와 같다. 일반성분 분석결과, FCLM에서 조섬유와 조지방함량이 FPLM에 비하여 높게 나타났으며, FPLM은 조단백질과 가용성무질소물의 함량이 FCLM에 비하여 높게 나타났다. 기존 더덕에 대한 연구(Kim *et al*., 2008)에 따르면 수분 함량 7.88%, 조회분 함량 3.96%로 분석되어 본 연구 결과와 유사한 결과를 나타내었으며, 농촌진흥청(RDA, 2016)에서 보고한 결과에 따르면 도라지의 경우 수분 함량 9.7%, 조회분 함량 4.15%으로 분석되어 본 연구결과보다 높은 함량을 나타내었다. 본 연구결과, 기존 대조구와 비교하여 FCLM, FPLM에서 조지방, 조섬유, 가용성무질소물 함량이 더 높게 나타나 발효물의 활용도가 더 높을 것으로 판단된다.

유리당 함량

유리당 함량 분석 결과는 Table 6과 같다. Glucose, fructose, sucrose 등 총 5종의 유리당이 검출되었다. Glucose는 모든 시료에서 검출되었으며, fructose를 포함한 나머지 4종의 유리당은 시료마다 검출 여부의 차이를 보였다. 총 유리당 함량은 FCLM 18.37%, FPLM 14.54% 순으로 높게 나타났다. 유리당 중 arabinose는 LE 및 FCLM, FPLM에서 각각 3.94%, 1.37%, 1.88%의 함량을 나타냈으며, fructose는 LE와 CL, PG에서 각각

Table 6. The content of free sugars in herbal extracts fermented with *Lentinula edodes* mycelials

(unit:%)

Samples	Xylose	Arabinose	Fructose	Glucose	Sucrose	Total
LE	0.44±0.01[1)]	3.94±0.04	1.26±0.08	3.14±0.04	0	8.77±0.24
CL	0	0	2.91±0.06	0.56±0.04	3.71±0.04	7.17±0.04
PG	0	0	4.45±0.05	3.82±0.04	1.92±0.06	10.18±0.12
FCLM	0	1.37±0.09	0	12.82±0.24	0.36±0.01	14.54±0.2
FPLM	0	1.88±0.14	0	16±0.3	0.5±0.08	18.37±0.23

[1)]All values are mean±SD (n=3).
LE: *Lentinula edodes*, CL: *Codonopsis lanceolata*, PG: *Platycodon grandiflorus*, FCLM: Fermented *Codonopsis lanceolata* by *Lentinula edodes* mycelials, FPLM: Fermented *Platycodon grandiflorus* by *Lentinula edodes* mycelials

1.26%, 2.91%, 4.45%의 함량을 나타내었다. 기존 연구에서 더덕과 도라지의 유리당은 fructose와 sucrose 두 종이 검출되었으며, fructose는 더덕, 도라지에서 각각 2.92%, 2.09% 였으며, sucrose는 1.08%, 0.40%를 함유하였다고 보고하여, 본 연구결과보다 낮은 함량을 나타내었다(Hwang *et al*., 2011). 본 연구결과, 표고균사발효물의 총 유리당 함량이 원료로 사용한 더덕, 도라지보다 크게 증가하였으며, 이는 표고균사발효 중 원물에 함유되어 있던 다당류가 효소 작용에 의해 단당류 및 올리고당으로 생성되었기 때문으로 판단된다(Lee *et al*., 2013). 유리당은 식품의 향기와 감미에 영향을 주는 성분으로 식품소재 개발에 매우 중요한 요소로 작용하며, 인체에서 항산화효과를 나타내는 것으로 알려져 있다(Lee *et al*., 2019). 표고균사발효물들은 유용성과 기호성을 확보할 수 있는 유리당을 다량 함유하고 있어, 건강 침출차개발에 활용도가 높을 것으로 보여진다.

유기산 분석

Acetic acid를 비롯한 유기산들이 식초의 산미와 지미를 형성하며, TCA 회로를 활성화하여 젖산분해를 촉진하는 기능성이 있다고 보고한 바 있다(Joo *et al*., 2009). 건강 침출자 개발을 위하여 발효한 생약초 및 표고의 유기산 함량 분석 결과는 Table 7과 같다. Citric acid, acetic acid, succinic acid 등 6종의 유기산이 검출 되었다. LE의 총 유기산 함량은 3.42%로 나타났으며, lactic acid는 LE에서만 검출 되었다. CL과 PG의 총 유기산 함량은 4.27%와 6.54%로 나타났으며 FCLM과 FPLM에서는 각각 1.43%, 1.56%의 총 유기산 함량이 검출되었다. 일반적으로 발효가 진행되면 유기산 함량이 증가하는 것으로 알려져 있으나, 장류 및 양조에 사용하는 균들의 발효에서는 원료에 함유되어 있는 유기산이 감소하는 현상이 나타나는데, 한약재로 사용되는 용안육을 청국균으로 발효한 연구에서, 유기산 함량은 원료 대비 1/3이하로 감소하는 현상을 보고된 바 있다(Kwon *et al*., 2000; Shon *et al*., 2007). 본 연구결과 표고 균사 발효에 따른 유기산 감소 현상이 나타났는데, 이는 표고 균사 발효가 유기산의 생성을 저해하는 것으로 생각된다.

β-Glucan 함량

건강 침출자 개발을 위하여 발효한 생약초 및 표고의 *β*-glucan 함량 분석 결과는 Table 8과 같다. *β*-Glucan은 버섯에 다량 함유된 다당류의 일종으로 버섯 약리활성의 핵심 물질이며 면역증강에 작용하는 것으로 알려져 있다(Park *et al*., 2012). 또한 인체 정상 세포의 면역기능을 활성화시켜 암세포의 증식과 재발을 억제하고 혈당과 혈중 콜레스테롤을 감소시키며 지질대사를 개선하여 체지방 형성과 축적을 억제하는 기능을 한다. *β*-Glucan은 버섯류에 다량 존재 하는 것으로 알려져 있으며, 본 연구 결과에서

Table 7. The content of organic acids in herbal extracts fermented with *Lentinula edodes* mycelials

(unit:%)

Samples	Oxalic acid	Malic acid	Lactic acid	Acetic acid	Citric acid	Succinic acid	Total
LE	0.52±0.01	1.2±0.02	0.07±0.01	0.09±0.02	1.03±0.01	0.55±0.2	3.42±0.22
CL	0.96±0.01	1.31±0.02	0	0.18±0.01	1.67±0.02	0.17±0.01	4.27±0.05
PG	0.52±0.01	1.67±0.06	0	0.37±0.01	3.8±0.05	0.19±0.02	6.54±0.14
FCLM	0.63±0.01	0.3±0.01	0	0.11±0.02	0.22±0.03	0.2±0.03	1.43±0.02
FPLM	0.77±0.01	0.33±0.01	0	0.18±0.03	0.22±0.03	0.08±0.04	1.56±0.03

[1)]All values are mean±SD (n=3).
LE: *Lentinula edodes*, CL: *Codonopsis lanceolata*, PG: *Platycodon grandiflorus*, FCLM: Fermented *Codonopsis lanceolata* by *Lentinula edodes* mycelials, FPLM: Fermented *Platycodon grandiflorus* by *Lentinula edodes* mycelials

Table 8. The content of β-glucan in herbal extracts fermented with *Lentinula edodes* mycelials

(unit:%)

Samples	Content
LE	31.55±0.69[1)ab2)]
CL	4.4±0.04[c]
PG	2.24±0.03[c]
FCLM	33.94±0.6[a]
FPLM	34.9±0.57[a]

[1)]All values are mean±SD (n=3).
[2)]Mean with different superscripts (a,b,c) are significantly different at $p<0.05$ by Duncan's multiple range test.
LE: *Lentinula edodes*, CL: *Codonopsis lanceolata*, PG: *Platycodon grandiflorus*, FCLM: Fermented *Codonopsis lanceolata* by *Lentinula edodes* mycelials, FPLM: Fermented *Platycodon grandiflorus* by *Lentinula edodes* mycelials

Table 9. The content of ergothioneine in herbal extracts fermented with *Lentinula edodes* mycelials

(unit:mg%)

Samples	Content
LE	18.20±0.19[1)a]
CL	1.61±0.11[c]
PG	0.48±0.12[c]
FCLM	19.00±0.11[a]
FPLM	17.70±0.09[ab]

[1)]All values are mean±SD (n=3).
[2)]Mean with different superscripts (a,b,c) are significantly different at $p<0.05$ by Duncan's multiple range test.
LE: *Lentinula edodes*, CL: *Codonopsis lanceolata*, PG: *Platycodon grandiflorus*, FCLM: Fermented *Codonopsis lanceolata* by *Lentinula edodes* mycelials, FPLM: Fermented *Platycodon grandiflorus* by *Lentinula edodes* mycelials

Table 10. The content of ergosterol in herbal extracts fermented with *Lentinula edodes* mycelials

(unit:mg%)

Samples	Content
LE	158.84±0.64[1)a2)]
CL	0.65±0.02[c]
PG	0.94±0.02[c]
FCLM	92.09±0.28[b]
FPLM	91.82±0.32[b]

[1)]All values are mean±SD (n=3).
[2)]Mean with different superscripts (a,b,c) are significantly different at $p<0.05$ by Duncan's multiple range test.
LE: *Lentinula edodes*, CL: *Codonopsis lanceolata*, PG: *Platycodon grandiflorus*, FCLM: Fermented *Codonopsis lanceolata* by *Lentinula edodes* mycelials, FPLM: Fermented *Platycodon grandiflorus* by *Lentinula edodes* mycelials

Table 11. The content of vitamin D_2 in herbal extracts fermented with *Lentinula edodes* mycelials

(unit:mg%)

Samples	Content
LE	0.92±0.01[1)a2)]
CL	-
PG	-
FCLM	0.47±0.01[c]
FPLM	0.58±0.01[b]

[1)]All values are mean±SD (n=3).
[2)]Mean with different superscripts (a,b,c) are significantly different at $p<0.05$ by Duncan's multiple range test.
LE: *Lentinula edodes*, CL: *Codonopsis lanceolata*, PG: *Platycodon grandiflorus*, FCLM: Fermented *Codonopsis lanceolata* by *Lentinula edodes* mycelials, FPLM: Fermented *Platycodon grandiflorus* by *Lentinula edodes* mycelials

는 LE 31.55%, FCLM 33.94%, FPLM 34.9%로 시료 중 표고와 표고균사발효물에서 높게 나타났다. 본 연구에서 CL과 PG에서 검출되지 않던 β-glucan이 발효물들에서 높은 수준으로 확인되어, 더덕과 도라지의 표고균사발효를 통해 β-glucan 함량을 높인 건강식품 개발이 기대된다.

Ergothioneine 함량

Ergothioneine은 β-glucan과 마찬가지로 버섯류에 다량 함유되어 있는 대표적 항산화 물질로 세포를 산화 스트레스로부터 보호하는 효능이 뛰어나다(Dubost, 2007). 건강 침출자 개발을 위하여 발효한 생약초 및 표고의 ergothioneine 함량 분석 결과는 Table 9와 같다. LE에서 18.20 mg%의 함량을 나타내었고, FCLM과 FPLM에서 각각 19.00 mg%, 17.70 mg%의 함량을 보였다. FCLM과 FPLM에서 확인된 ergothioneine의 함량은 CL, PG에서는 함량이 거의 나타나지 않아, ergothioneine은 표고균사 발효로 생성된 물질로 생각된다.

Ergosterol 함량

Ergosterol은 vitamin D_2 전구체로서 버섯에 풍부하게 존재한다고 알려져 있으며, 자외선 조사에 의해 vitamin D_2로 전환되어 충분한 vitamin D_2 공급원이 될 수 있다(Choi, 2017). LE에서 158.84 mg%로 나타났으며, CL과 PG에서 미량이 검출된 것에 비해 FCLM과 FPLM에서는 각각 92.09 mg%, 91.82 mg%의 높은 함량을 나타내었다. 이는 기존에 더덕과 도라지의 유용성분으로 알려진 saponin과 inulin외에도 표고균사발효를 통해 생성된 ergosterol 함량을 포함한 유용성분의 증가가 나타난 것으로 생각된다(Xia *et al*., 2017).

Vitamin D_2 함량

Vitamin D는 D_2 (ergocalciferol)와 D_3 (cholecalciferol)

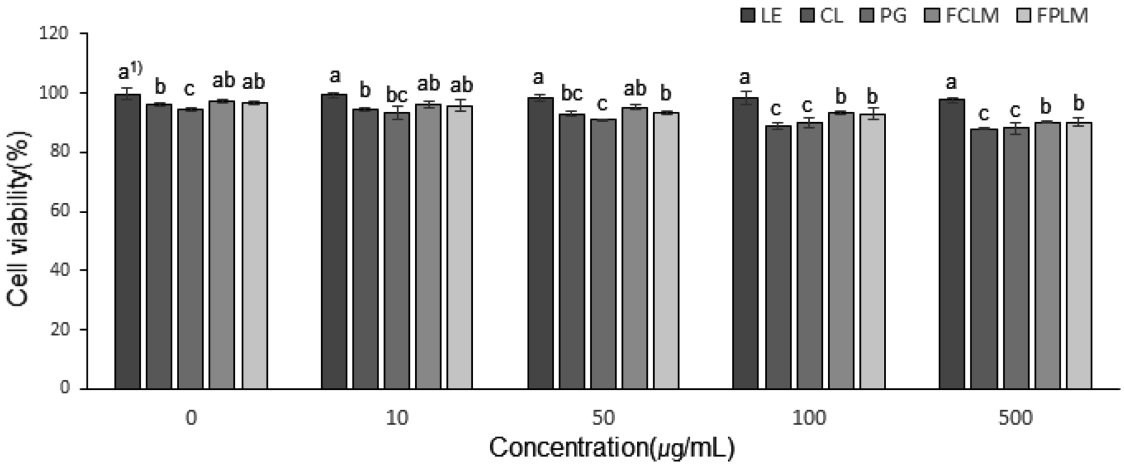

Fig. 2. The cell viability of herbal extracts fermented with *Lentinula edodes* mycelials on 3T3-L1 cells.
[1)]Mean with different superscripts (a,b,c) are significantly different at $p<0.05$ in same concentrations by Duncan's multiple range test.
LE: *Lentinula edodes*, CL: *Codonopsis lanceolata*, PG: *Platycodon grandiflorus*, FCLM: Fermented *Codonopsis lanceolata* by *Lentinula edodes* mycelials, FPLM: Fermented *Platycodon grandiflorus* by *Lentinula edodes* mycelials

두가지 형태로 나누어지며, 뼈 건강과 심혈관질환, 항암효과 등이 있다고 보고되어 있다. Vitamin D_2는 주로 식물에 의해 합성되고, 에르고칼시페롤이라고도 부르며 버섯 등과 같은 식물성 스테롤인 에르고스테롤의 자외선 조사에 의해 합성되고(Choi, 2017), vitamin D_3는 주로 사람이나 동물의 피부 등이 자외선에 노출되어 생성되며 고등어, 참치, 연어 등에서 많이 발견된다(Cho *et al*., 2014). 이 중 vitamin D_2의 함량은 LE에서 0.92 mg%로 나타났으며, FCLM에서 0.47 mg%, FPLM에서 0.58 mg%로 나타났다. CL과 PG에서는 불검출 되었다. 본 연구결과 식품과 약용으로 널리 사용되는 더덕과 도라지에 표고의 유용성분인 *β*-glucan, ergothioneine, ergosterol 및 vitamin D_2등이 포함되어, 건강에 관심이 많은 소비자들에게 표고의 유용성과 다양한 적용성을 알릴 수 있을 것으로 기대된다.

지방전구세포 독성

건강 침출차 개발 소재의 지방전구세포 독성을 확인한 결과 500 μg/mL의 농도에서 각각 LE 97.5%, CL 87.8%, PG 88.0%, FCLM 90.2%, FPLM 90.2%의 세포생존율을 보여 전체 처리구에서 독성을 나타내지 않았다(Fig. 2). 기존 연구에서 세포 독성은 세포생존율이 80% 이하일 때 독성이 있는 것으로 판단한 바 있다(Kim *et al*., 2004). 표고균사체로 발효한 더덕과 도라지는 대조구로 사용한 발효전 원료들에 비하여 세포생존율이 더 높게 나타나, 침출차 제조시 안전성이 확보된 것으로 판단된다.

지방전구세포 분화 억제

Oil red O staining을 통해 지방전구세포 분화 억제효과를 확인한 결과는 Fig. 3과 같다. 시료는 각각 LE 87.0%, CL 90.0%, PG 89.0%, FCLM 86.0%, FPLM 85.0%의 지방전구세포 분화율을 나타냈다. 건강차 제조를 위한 발효물들이 원물에 비하여 지방 분화 억제 효과가 높게 나타났는데, *β*-glucan, vitamin D 등 유용성분과 발효에 의해 생성된 유기산이 영향을 준 것으로 생각된다. 기존연구에서 발효한 더덕 추출물이 HepG2 간세포에 대한 지방축적량이 발효 전에 비하여, 유의미하게 감소 하였다는

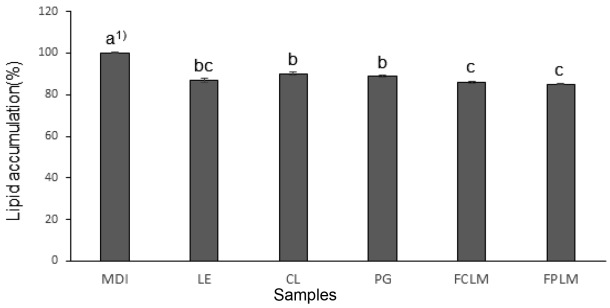

Fig. 3. Inhibitory effect of herbal extracts fermented with *Lentinula edodes* mycelials on the lipid accumulation in 3T3-L1 preadipocyte.
[1)]Mean with different superscripts (a,b,c) are significantly different at $p<0.05$ in same concentrations by Duncan's multiple range test.
MDI: Differentiation medium (DMEM containing 10% FBS, 0.5 mM isobutylmethylxanthine (IBMX), 1 μM dexamethasone, and 10 μg/mL insulin), LE: *Lentinula edodes*, CL: *Codonopsis lanceolata*, PG: *Platycodon grandiflorus*, FCLM: Fermented *Codonopsis lanceolata* by *Lentinula edodes* mycelials, FPLM: Fermented *Platycodon grandiflorus* by *Lentinula edodes* mycelials

기존 보고(Seong *et al*., 2018)와 비교할 때, 본 연구에서 제조한 FCLM과 FPLM은 지방전구세포 분화를 억제하는 효과를 보였다. 본 연구결과는 추 후 항비만 관련 in-vitro 및 in-vivo 추가 연구를 진행하여, 항비만 mechanism을 구명할 수 있을 것으로 기대된다.

적 요

한약재로 사용되는 더덕과 도라지에 표고의 유용성분을 함유한 소재를 개발하고자 더덕표고균사발효물(FCLM)과 더덕도라지균사발효물(FPLM)을 제조하였다. 두 가지 발효물의 일반성분, 유리당, 유기산, β-glucan, ergothioneine, ergosterol, vitamin D_2 함량 및 3T3-L1 지방전구세포의 분화에 미치는 영향을 연구하였다. 일반성분 분석결과, FCLM에서 조섬유와 조지방함량이 FPLM에 비하여 높게 나타났으며, FPLM은 조단백질과 가용성무질소물의 함량이 FCLM에 비하여 높게 나타났다. 유리당은 FCLM과 FPLM 모두 arabinose, glucose, sucrose 3종이 검출되었으며, 총 유리당 함량은 FPLM에서 높게 나타났다. 유기산 함량은 발효 전 더덕과 도라지에 비하여 발효 후 FCLM과 FPLM에서 낮게 나타났다. β-Glucan 함량은 FCLM과 FPLM 두 발효물에서 대조구로 사용한 표고보다 높은 함량을 보였다. 항산화 물질로 알려진 ergothioneine의 함량은 FCLM이 FPLM보다 높게 나타났다. Ergosterol 함량은 대조구로 사용한 표고에서 가장 높게 나타났으며, 발효물들은 비슷한 함량을 나타내었다. Vitamin D_2는 발효물들에서만 검출되었으며, FPLM (0.58±0.01 mg%)가 FCLM (0.47±0.01 mg%)보다 높은 함량을 보였다. 더덕과 도라지 표고균사발효물인 FCLM과 FPLM는 3T3-L1 지방전구세포에 대하여 발효 전 더덕과 도라지에 비하여 높은 수준의 세포 생존율을 나타내었다. 또한 FCLM과 FPLM은 3T3-L1 지방전구세포 분화를 발효 전 더덕과 도라지에 비하여 높은 수준으로 억제하여, 비만 억제 효과가 있는 것으로 기대된다.

감사의 글

본 연구결과는 산림청 산림생명자원소재발굴연구“원목 표고 발효물을 활용한 동남아시아 수출전략형 테이블 소스개발(2020198A-2022-BA01)” 수행 결과의 일부로 이에 감사드립니다.

REFERENCES

An GH, Han JG, Cho JH. 2019. Antioxidant activities and β-glucan contents of wild mushrooms in Korea. *J Mushroom Sci Prod* 17: 144-151.

AOAC. 1996. Official Methods of Analysis. Association of Official Analytical Chemists. 15th ed. Washington DC, USA. pp. 210-219.

Cho SK, Koo S, Park K. 2014. Vitamin D and depression. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 43: 1467-1476.

Choi JH, Park YH, Lee IS, Lee SP, Yu MH. 2013. Antioxidant activity and inhibitory effect of *Aster scaber* Thunb. extract on adipocyte differentiation in 3T3-L1 cells. *Korean J Food Sci Technol* 45: 356-363.

Choi OJ, Choi KH. 2003. The physicochemical properties of Korean wild teas (green tea, semi-fermented tea, and black tea) according to degree of fermentation. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 32: 356-362.

Choi SJ. 2017. Enhancement of ergocalciferol (vitamin D) content in mushrooms by UV irradiation. *Korean J Food Preserv* 24: 381-386.

Dubost NJ, Ou B, Beelman RB. 2007. Quantification of polyphenols and ergothioneine in cultivated mushrooms and correlation to total antioxidant capacity. *Food Chem* 105: 727-735.

Green LM, Reade JL, Ware CF. 1984. Rapid colorimetric assay for cell viability: application to the quantitation of cytotoxic and growth inhibitory lymphokines. *J Immunol Methods* 70: 257-268.

Han KS, Jung TH, Shin KO. 2019. Studies on the general analysis and antioxidant component analysis of *Chenopodium album* var. *centrorubrum* and biochemical analysis of blood of mice administered *C. album. Korean J Food Sci Technol* 51: 492-498.

Hong MW. 1974. Statistical analyses of *Platycodi radix* prescriptions. *Yakhak hoeji* 5: 61-67.

Hong WS, Lee JS, Ko SY, Choi YS. 2006. A study on the perception of *Codonopsis lanceolata* dishes and the development of *Codonopsis lanceolata* dishes. *Korean J Food Cook Sci* 22: 181-192.

Hwang CR, Oh SH, Kim HY, Lee SH, Hwang IG, Shin YS, Lee JS, Jeong HS. 2011. Chemical composition and antioxidant activity of Deoduk (*Codonopsis lanceolata*) and Doragi (*Platycodon grandiflorum*) according to temperature. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 40: 798-803.

Jin TY, Quan WR, Wang MH. 2008. Changes of physicochemical and sensory characteristics in the *Codonopsis lanceolata Saengsik*, uncooked food by different drying methods. *Korean J Food Sci Technol* 40: 721-725.

Joo KH, Cho MH, Park KJ, Jeong SW, Lim JH. 2009. Effects of fermentation method and brown rice content on quality characteristics of brown rice vinegar. *Korea J Food Preserv* 16: 33-39.

Kim DS, Choi MH, Shin HJ. 2019. Comparative analysis of nutritional components of domestic and foreign sweet potatoes. *J Adv Eng Technol* 12:115-122.

Kim HJ, Kang LM, Ahm JY, Han JS, Kim SU, Lee KW, Kim MH. 2004. The red-ginseng extract alters the cell cycle and viability in the human neuronal stem cells. *J Ginseng Res* 28:39-44.

Kim SH, Chung MJ. 2015. Safety and anticancer effects of *Platycodon grandiflorum* extracts. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 44: 516-523.

Kim YD, Kwak SH, Kim KJ, Seo KS, Park TY, Yu KY, Jin SW. 2014. The analysis of useful components in *Flammulina velutipes* fruit body, *Flammulina velutipes* mycelium and

Cordyceps militaris mycelium. *J Mushroom Sci Prod* 12: 193-200.

Kwon OJ, Choi UK, Lee EJ, Cho YJ, Cha WS, Son DH, Chung YG. 2000. Chemical changes of Meju made with barly bran using fermentation. *Korean J Food Sci Technol* 32: 1135-1141.

Lee HJ, Lee JH, Jung JT, Lee YJ, Oh MW, Chang JK, Jeong HS, Park CG. 2019. Changes in free sugar, coixol contents and antioxidant activities of Adlay sprout (*Coix lacryma-jobi* L. var. ma-yuen Stapf.) according to different growth stage. *Korean J Medicinal Sci* 27: 339-347.

Lee JW, Lee SG, Do JH. 1995. Nutritional components of Korean *Auricularia polytricha* (Mont.) sacc. mushroom and changes in characteristics during rehydration. *Korean J Food Sci Technol* 27: 724-728.

Lee MR, Oh DS, Wee AJ, Yun BS, Jang SA, Sung CK. 2014. Anti-obesity effects of *Lentinus edodes* on obese mice induced by high fat diet. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 43: 194-199.

Lee SJ, Shin SR, Yoon KY. 2013. Physicochemical properties of Black Doraji (*Platycodon grandiflorum*). *Korean J Food Sci Technol* 45: 422-427.

Park HY, Jin SY, Park SY, Lee SJ. 2016. A survey of the medicinal herbs used in the traditional Korean tea. *J Prev Korean Med* 20: 75-85.

Park JA, Jin KS, Lee JY, Kwon HJ, Kim BW. 2014. Anti-oxidative and anti-obesity effects of *Amomum cardamomum* L. extract. *Korean J Microbial Biotechnol* 42: 249-257.

Park JS, Na HS. 2005. Quality characteristics of Jocheong containing various level of *Letinus edodes* extracts. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 34: 1082-1090.

Park KY. 2012. Increased health functionality of fermented foods. *Food Indust Nutr* 17: 1-8.

Park SJ, Park DS, Lee SB, He XL, Ahn JH, Yoon WB, Lee HY. 2010. Enhancement of antioxidant activities of *Codonopsis lanceolata* and fermented *Codonopsis lanceolata* by ultra high pressure extraction. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 39: 1898-1902.

Park SJ, Seong DH, Park DS, Kim SS, Gou J, Ahn JH, Yoon WB, Lee HY. 2009. Chemical compositions of fermented *Codonopsis lanceolata*. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 38: 396-400.

Park SO, Kim JM. 2012. Functional food for immune regulation – Beta-glucan. *Food Sci Ind* 45: 39-47.

RDA. National institute of agricultural sciences. 2016. Korean Food Composition Table. Wanju. Korea. pp. 112-113.

Shin TS, Park JA, Jung BM. 2015. Changes in organic acids, free sugars, and volatile flavor compounds in Fig (*Ficus carica* L.) by maturation stage. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 44: 1016-1027.

Shon MY, Nam SH, Lee SW. 2007. Antioxidant, anticancer activities and nitric oxide production of *Euphoria longana* fermented with lactic acid bacteria and *Bacillus subtilis*. *Korean J Food Preserv* 14: 531-537.

Song EY, Choi YH, Kang KH, Koh JS. 1998. Free sugar, organic acid, hesperidin, naringin and inorganic elements changes of Cheju citrus fruits according to harvest date. *Korean J Food Sci Technol* 30: 306-312.

Seong EH, Lee MJ, Kim HJ, Shin NR. 2018. Changes of efficacy of antioxidant, antidyslipidemic, antidiabetic and microbiological characteristics in fermented and salt-treated fermented *Codonopsis lanceolata*. *J Korean Med Obes Res* 18: 2016-114.

Wilson AM, Work TM. 1981. HPLC determination of fructose and sucrose in potatoes. *J Food Sci* 46: 300-330.

Xia YY, Liu F, Feng F, Liu WY. 2017. Characterization, quantitation and similarity evaluation of *Codonopsis lanceolata* from different regions in China by HPLC-Q-TQF-MS and chemometrics. *J Food Compost Anal* 62: 134-142.

Yang HJ, Weon JB, Ma JY, Ma CJ. 2011. The study on compounds of the fermented Sipjundaebo-tang and its neuroprotective activity. *Yakhak hoeji* 55: 121-126.

Yun KW, Im SB, Jin SW, Kim KJ, Koh YW, Ha NI, Jeong HK, Jeong SW, Kim SJ, Kim BS, Kim KM, Choi YJ, Song DH, Seo KS. 2020. Anti-inflammatory effect and useful contents of saccharification extract powder using hot water extract from log cultivation *Lentinula edodes* by different UV irradiation. *J Mushroom Sci Prod* 18: 357-364.