

국내 다소비 버섯의 영양성분 함량 및 항산화 활성

— 연구노트 —

이경민¹ · 심 웅² · 최용민³ · 이준수²

¹홋카이도대학 대학원 농학원

²충북대학교 식품생명·축산과학부

³국립농업과학원 농식품자원부 식생활영양과

Nutritional Compositions and Antioxidant Activities of Frequently Consumed Mushrooms in Korea

Kyeongmin Lee¹, Ung Sim², Youngmin Choi³, and Junsoo Lee²

¹Graduate School of Agricultural Science, Hokkaido University

²Division of Food and Animal Sciences, Chungbuk National University

³Department of Agrofood Resources, National Institute of Agricultural Science

ABSTRACT This study was conducted to determine the nutritional compositions and antioxidant activities of *Pleurotus ostreatus*, *Pleurotus eryngii*, and *Agaricus bisporus* in Korea. The moisture, protein, ash, and fat contents ranged from 89 to 93%, 2.6 to 2.9%, 0.5 to 0.9%, and 0.1 to 0.3%, respectively. The K content was highest among minerals, while the levels of P, Mg, and Na were relatively higher than other mineral contents. Vitamin contents of the mushrooms were highest in ergosterol, followed by vitamin B₃, C, B₁, folate, and B₁₂. Except for vitamin B₁, *Pleurotus eryngii* contained higher amounts of vitamins than *Pleurotus ostreatus*. The levels of ergothioneine and β -glucan were highest in *P. eryngii* at 22.4 mg/100 g and 5.0 g/100 g, respectively. The contents of γ -aminobutyric acid and total polyphenols were highest in *Agaricus bisporus* at 8.3 mg/100 g and 47.1 mg gallic acid equivalent/100 g, respectively. The 2,2'-azino-bis(3-ethylbenzothiazoline-6-sulfonic acid) and 1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl radical scavenging activities of the *A. bisporus* were relatively higher than others. These results provide basic information about health-beneficial effects of frequently consumed mushrooms in Korea.

Key words: mushroom, nutritional composition, functional compounds, antioxidant

서 론

버섯은 대형 자실체를 이루며 대부분이 담자균류와 자낭균류에 속하는 음지생물이다(1). 버섯은 예로부터 식용 및 약용으로 이용되어 왔으며 최근 버섯의 효능에 관하여 관심이 높아지면서 자연식품, 무공해 식품, 저칼로리 식품으로 버섯의 소비가 증가하고 있다(2). 버섯은 필수 아미노산을 포함한 단백질, 탄수화물, 지질, 무기질 및 비타민 등 다양한 영양성분을 포함하고 있으며 항생물질인 marasminic acid, 항암작용 등의 약리 효과가 알려져 있는 β -글루칸, 비타민 D₂의 전구체인 ergosterol, 그리고 강한 항산화 활성을 지닌 ergothioneine 등 다양한 생리활성 물질이 보고되어 있다(3-6). 이러한 버섯에 함유된 생리활성 물질들은 독성 면에서 비교적 안전하며 부작용이 적을 뿐만 아니라 인체 면역계의 기능을 증강시켜 다양한 임상연구가 활발히 진행되고 있

다(7,8). Ikekawa 등(9)은 *Polyporaceae* 속에 속하는 버섯 추출액에서 최초로 항암 활성을 확인했으며, 버섯은 광범위한 임상 연구를 통해 항종양과 항바이러스 활성, 고콜레스테롤혈증 및 혈소판 응집에 대한 치료 효과가 보고되어 있다(10,11).

우리나라에서 식용으로 이용되고 있는 버섯류에는 대표적으로 느타리, 송이, 양송이 등이 있으며 1965년부터 농가 소득 증가를 위한 장려정책으로 인공재배법이 보급되면서 계절에 상관없이 많이 소비되고 있다(12). 이 중 느타리버섯은 우리나라에서 재배면적과 생산량이 가장 많으며, 새송이버섯은 조직이 단단하고 씹힘성이 좋아 소비량이 매년 꾸준히 증가하고 있다(12,13). 양송이버섯은 느타리버섯 다음으로 가장 많이 섭취되는 버섯으로 생산량 또한 매년 증가하는 추세이다(14). 우리나라에서 생산량과 소비량이 꾸준히 증가하는 버섯들에 대해 느타리버섯의 면역 조절 활성과 항암 효과가 확인되었으며(15), 새송이버섯의 항진균 활성(16), 양송이버섯의 경우 쥐에서 혈당과 콜레스테롤 수치를 감소시킨다는 연구가 보고되어 있다(17). 이와 같이 버섯에 대한 생리활성 연구는 활발히 진행되고 있지만, 전반적인 영양성

Received 28 August 2018; Accepted 12 October 2018

Corresponding author: Junsoo Lee, Chungbuk National University, Cheongju, Chungbuk 28644, Korea

E-mail: junsoo@chungbuk.ac.kr, Phone: +82-43-261-2566

분에 대한 연구는 부족한 실정이다. 따라서 본 연구에서는 국내에서 널리 섭취되고 있는 느타리(*Pleurotus ostreatus*), 새송이(*Pleurotus eryngii*), 양송이(*Agaricus bisporus*) 버섯에 함유되어 있는 일반성분 및 무기질, 비타민 및 기능성 성분 함량을 분석하고 항산화 활성을 측정하여 국내 버섯에 대한 영양성분 함량의 데이터베이스 구축을 위한 기초자료로 활용하고자 하였다.

재료 및 방법

재료 및 시약

본 실험에 사용된 시료는 국내에서 재배되어 판매되고 있는 느타리, 새송이, 양송이 버섯을 청주지역 대형마트와 재래시장에서 구입하여 사용하였다. 버섯 시료들은 -70°C 에서 냉동보관 후 동결 건조하여 실험을 진행하였다. 비타민 B₁, 비타민 B₃, 비타민 B₁₂, 비타민 C, folate, ergosterol, ergothioneine, γ -aminobutyric acid, sodium cyanide, α -amylase, pepsin, metaphosphoric acid, phosphate, pronase, α -ketoglutaric acid, 1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl(DPPH), diammonium salt of 2,2'-azino-bis(3-ethylbenzothiazoline-6-sulfonic acid)(ABTS), potassium persulfate, potassium ferricyanide, ferric chloride 등은 Sigma-Aldrich Co.(St. Louis, MO, USA)에서 구입하여 사용하였으며 sodium acetate, acetic acid는 Merck Co.(Darmstadt, Germany)에서 구입하여 사용하였다. 분석에 사용한 용매 메탄올, 에탄올, *n*-헥산, 물은 Burdick & Jackson Co.(Muskegon, MI, USA)로부터 HPLC 등급을 구입하여 사용하였다.

일반성분 및 무기질 분석

일반성분으로서 수분, 조지방, 회분의 분석은 AOAC법(18)에 따라 분석하였으며 단백질의 함량은 단백질 함량 분석기(FP628, Leco Corporation, St. Joseph, MI, USA)를 이용하여 분석하였다. 무기질의 분석은 산 분해 후 ICP-OES (Optima 7300 DV, Perkin Elmer, Waltham, MA, USA)로 분석하였다.

비타민 B₁, B₃ 분석

동결건조한 시료 약 1 g을 취하여 5 mM sodium 1-hexanesulfonate를 25 mL 가한 후 30분간 40°C 수용액상에서 초음파 추출기(Mujigae, Seoul, Korea)로 추출 후에 $3,000 \times g(5,657 \text{ rpm})$ 에서 10분간 원심분리 하였다. 그 상층액을 $0.45 \mu\text{m}$ PVDF membrane filter(Whatman, Clifton, NJ, USA)로 여과하여 분석의 시험 용액으로 사용하였다. 분석에 이용된 HPLC는 UV검출기(UV-2075, Jasco Corporation, Tokyo, Japan)를 이용하였으며, 분석 칼럼은 YMC-PAK ODS-AM($150 \times 4.6 \text{ mm}$, $5 \mu\text{m}$, Waters, Milford, MA, USA)을 사용하였다. 이동상으로는 0.75% acetic acid, 0.2%

triethylamine을 함유한 5 mM sodium 1-hexanesulfonate(A 용매)와 메탄올(B 용매)을 사용하였으며, 이동상의 조성은 0~8분, 0% B; 8~20분, 0~25% B; 21~30분, 25~45% B; 30~31분, 45~0% B; 31~45분, 0% B로 조절하였고 파장은 270 nm를 이용하였으며, 유속은 0.8 mL/min 이고 시료의 1회 주입량은 20 μL 였다(19).

비타민 B₁₂ 분석

동결 건조한 시료에 0.2 mM sodium acetate 49.5 mL와 1% sodium cyanide 0.5 mL를 가한 후 10분간 초음파 추출기(Mujigae)로 추출하였다. 추출액에 약 0.5 g의 α -amylase와 1 g의 pepsin을 가하여 이를 수용상에서 37°C 에 30 분 동안 반응 후 100°C 에 30분간 반응시켰다. 추출액을 Whatman No. 1 여과지(Whatman International, Kent, UK)와 immunoaffinity column(R-Biopharm Rhone Ltd., Glasgow, UK), $0.45 \mu\text{m}$ PVDF membrane filter(Whatman)로 여과하여 분석의 시험 용액으로 사용하였다. 분석에 이용된 HPLC는 UV검출기(UV-2075, Jasco Corporation)를 이용하였으며, 분석 칼럼은 Econosphere C18($250 \times 4.6 \text{ mm}$, $5 \mu\text{m}$, Grace Davison Discovery Sciences, Hesperia, CA, USA)을 사용하였다. 이동상으로는 물(A 용매)과 acetonitrile(B 용매)을 사용하였으며, 이동상의 조성은 0~11 분, 0% B; 11~19분, 0~15% B; 19~20분, 15~25% B; 20~26분, 25~0% B로 조절하였고 파장은 361 nm를 이용하였으며, 유속은 0.25 mL/min 이고 시료의 일회 주입량은 100 μL 였다(20).

비타민 C 분석

동결 건조한 시료에 3% metaphosphoric acid 30 mL를 가한 후 2분간 균질기(IKA, Cologne, Germany)로 균질 후 3% metaphosphoric acid로 50 mL volume up 하였다. 추출액의 2 mL를 12,000 rpm($13,499 \times g$)에서 3분간 원심분리 후 상층액을 $0.45 \mu\text{m}$ PVDF membrane filter(Whatman)로 여과하여 분석의 시험 용액으로 사용하였다. 분석에 이용된 HPLC는 DAD(MD-2010, Jasco Corporation)와 UV검출기(UV-2075, Jasco Corporation)를 이용하였으며, 분석 칼럼은 Capcell Pak C18($250 \times 4.6 \text{ mm}$, $5 \mu\text{m}$, Shiseido, Tokyo, Japan)을 사용하였다. 이동상으로는 0.1% trifluoroacetic acid를 사용하였고 파장은 254 nm를 이용하였으며, 유속은 0.8 mL/min 이고 시료의 일회 주입량은 20 μL 였다(21).

Folate 분석

Folate는 protease, α -amylase, folate conjugase(chicken pancreas)를 모두 처리한 trienzyme 추출방법을 이용하였으며, 동결 건조한 시료 0.5 g을 1% ascorbic acid가 함유된 0.1 M phosphate buffer(pH 7.8) 20 mL를 가한 후 고압 증기멸균기에서 15분간 처리한 다음 50 mL로 정용하였다.

실온으로 식힌 후 phosphate buffer(pH 7.8) 10 mL와 protease 용액(2 mg/mL) 1 mL를 가하고, 37°C에서 3시간 동안 반응시켰다. 반응 후 100°C에서 5분간 끓여 반응을 정지시킨 다음 α -amylase solution(20 mg/mL) 1 mL를 가하고 37°C에서 2시간 반응시켰다. 여기에 conjugase solution(5 mg/mL) 4 mL를 가한 후 37°C에 16시간 반응시켰다. 그 후에 100°C에서 3분간 열탕 처리하여 효소를 불활성화시켰으며 추출액을 HCl로 pH를 4.5로 조정한 후 100 mL로 정용한 다음 Whatman No. 1 여과지(Whatman International)로 여과한 후 여과액을 *Lactobacillus casei*를 이용하여 microbiological assay를 실시하였다(22).

Ergosterol 분석

동결 건조한 시료에 헥산 6 mL를 가한 후 5분간 vortexing 한 다음 4,000 rpm(1,500×g)에서 10분간 원심분리 하여 상층액을 포집하고 3반복하였다. 여기에 질소가스로 추출액을 휘발하고 에탄올 10 mL를 가한 후 0.45 μ m PVDF membrane filter(Whatman)로 여과하여 분석의 시험 용액으로 사용하였다. 분석에 이용된 HPLC는 UV검출기(UV-2075, Jasco Corporation)를 이용하였으며, 분석 칼럼은 Luna C18(250×4.6 mm, 5 μ m, Phenomenex, Torrance, CA, USA)을 사용하였다. 이동상으로는 A 용매(메탄올: 물 = 8:2, v/v)와 B 용매(메탄올: dichloromethane = 75:25, v/v)를 사용하였으며 이동상의 조성은 0~5분, 50~80% B; 5~15분, 80~100% B; 15~20.5분, 100~50% B로 조절하였고 파장은 280 nm를 이용하였으며, 유속은 1.0 mL/min이고, 시료의 1회 주입량은 20 μ L였다(23).

γ -Aminobutyric acid(GABA) 분석

동결 건조한 시료 0.1 g에 메탄올 400 μ L를 가한 다음 이를 80°C 항온진탕수조에서 120분 동안 반응 후 70 mM lanthanum chloride를 15분간 혼합하였다. 이 추출액을 13,000×g(11,776 rpm)에서 5분간 원심분리 하고 상층액 0.8 mL에 1 M KOH 160 μ L 가하고 원심분리 하였다. 550 μ L의 추출액에 4 mM NADP⁺ 150 μ L, 0.5 M K⁺ pyrophosphate buffer(pH 8.6) 200 μ L, 2 units/mL GABASE 50 μ L, 20 mM α -ketoglutarate 50 μ L를 첨가하였다. α -Ketoglutarate 첨가 전에 반응액의 흡광도 값을 520 nm에서 측정하였고 α -ketoglutarate 첨가 60분 후 흡광도 값의 차이로 분석하였다(24).

Ergothioneine 분석

동결 건조한 시료 0.5 g에 물 20 mL를 가한 후 이를 100°C 항온진탕수조에서 30분 동안 혼합하였다. 추출액을 식힌 후 10,000 rpm(9,374×g)에서 10분간 원심분리 하여 상층액을 50 mL로 정용한 다음 Sep Pak C18 칼럼(Waters)와 0.45 μ m PVDF membrane filter(Whatman)로 여과하여 분석의 시험 용액으로 사용하였다. 분석에 이용된 UV검출

기(UV-2075, Jasco Corporation)를 이용하였으며, 분석 칼럼은 Luna C18(250×4.6 mm, 5 μ m, Phenomenex)을 사용하였다. 이동상으로는 3% acetonitrile이 함유된 50 mM sodium phosphate를 사용하였고 파장은 254 nm를 이용하였으며, 유속은 1.0 mL/min이고 시료의 1회 주입량은 20 μ L였다(25).

총 폴리페놀 분석

총 폴리페놀의 함량은 Folin-Ciocalteu phenol reagent가 추출물의 폴리페놀 화합물에 의해 환원된 결과 몰리브덴 청색으로 발색하는 원리로 분석하였다(26). 각 추출물 100 μ L에 2% Na₂CO₃ 용액 2 mL를 가하고 50% Folin-Ciocalteu reagent 100 μ L를 가하였다. 5분 후 반응액의 흡광도 값을 750 nm에서 측정하였다. 표준물질로 gallic acid를 사용하였으며 시료의 총 폴리페놀 함량은 g당 mg gallic acid equivalent(GAE)로 나타내었다.

글루칸 분석

버섯의 글루칸 함량은 Mushroom and Yeast β -glucan Assay Procedure K-YBGL(Megazyme Int, Bray, Ireland)을 이용하여 총 글루칸 함량과 α -글루칸 함량을 흡광도 510 nm에서 측정 후 그 차로 β -글루칸 함량을 측정하였다(27).

항산화 활성 측정

DPPH 라디칼 소거능은 버섯 시료 추출물 200 μ L에 메탄올에 용해된 0.2 mM DPPH 용액 1 mL를 첨가하여 30분 방치 후 반응액의 흡광도 값을 520 nm에서 측정하였다(28). ABTS 라디칼 소거능의 측정은 ABTS 7.4 mM과 potassium persulfate 2.6 mM을 하루 동안 암소 방치하여 ABTS radical anion을 형성시킨 후 이 용액을 734 nm에서 흡광도 값이 1.0이 되도록 증류수로 희석하여 실험에 이용하였다. 희석된 ABTS 용액 1 mL에 추출물 200 μ L를 가하여 흡광도의 변화를 60분 후에 측정하였다. 표준물질로서 Trolox[®]를 이용하여 검량선을 작성한 후 시료의 항산화력(Trolox[®] equivalent antioxidant capacity, TEAC)을 계산하였다(29).

통계처리

실험 결과의 유의성은 SAS ver. 9.4(SAS Institute, Cary, NC, USA) 소프트웨어를 사용하여 분산분석(ANOVA)을 실시하였다. 통계적 유의성은 Duncan's multiple range test를 통해 $P < 0.05$ 수준에서 검증하였다.

결과 및 고찰

일반성분 함량

국내에서 섭취되는 버섯의 일반성분의 함량을 분석한 결과는 Table 1과 같다. 새송이의 수분 함량이 다른 버섯에 비

Table 1. Proximate compositions of mushrooms

Samples	(g/100 g FW ¹⁾)			
	Water	Protein	Fat	Ash
<i>Pleurotus ostreatus</i>	93.1±0.3 ^a	2.6±0.0 ^b	0.1±0.0 ^c	0.5±0.0 ^c
<i>Pleurotus eryngii</i>	89.5±0.8 ^c	2.8±0.1 ^a	0.3±0.0 ^a	0.6±0.0 ^b
<i>Agaricus bisporus</i>	91.4±0.0 ^b	2.9±0.0 ^a	0.2±0.1 ^b	0.9±0.0 ^a

¹⁾FW: fresh weight.

All values are means of duplicate analysis.

Different letters (a-c) in the same column indicate significantly differences by Duncan's multiple range test ($P<0.05$).

해 89.5 g/100 g으로 낮은 값을 보인 반면 느타리는 93.1 g/100 g으로 가장 높은 값을 보였다. Liu 등(30)에 의하면 버섯의 수분 함량은 86~94 g/100 g으로 측정되었고 본 연구의 분석 결과와 비슷한 경향을 보였다(30). 버섯은 분석 결과와 같이 높은 수분을 함유함으로써 그 특유의 질감과 유통기한에 영향을 주는 것으로 볼 수 있다(24). 수분 이외의 일반성분들의 함량은 모든 버섯에서 단백질(2.6~2.9 g/100 g) > 회분(0.5~0.9 g/100 g) > 지방(0.1~0.3 g/100 g) 순으로 나타났으며 이는 앞선 연구들과 비슷한 경향을 보였다(31,32).

무기성분 함량

국내 시판되는 버섯의 무기성분 함량을 분석한 결과는 Table 2와 같다. 무기성분 중 K이 2,117.5~3,838.1 mg/kg으로 가장 높게 나타났으며, P는 895.4~1,148.2 mg/kg, Mg는 136.9~153.7 mg/kg, Na는 11.6~44.3 mg/kg 순으로 함유되어 있었고 이는 앞선 연구들의 경향과 같았다(29). 일반적인 과일과 채소의 경우 K/Na 비율이 >2의 수치를 보였으나 반면에 버섯은 75.3~189.2로 높은 비율을 보였다. 낮은 K/Na의 비율은 나트륨의 섭취와 고혈압의 발생과 연관이 있어 높은 K/Na 비율을 보이는 버섯들은 영양학적으로 좋은 급원 식품으로 판단된다.

비타민 함량

버섯의 비타민 함량을 분석한 결과는 Table 3과 같다. 분석한 비타민 중 모든 버섯에서 ergosterol의 함량이 가장 높았으며 그 뒤로 비타민 B₃, 비타민 C, 비타민 B₁, folate, 비타민 B₁₂의 순으로 나타났다. 비타민 B₁의 경우 양송이에서 0.4 mg/100 g으로 가장 높고 새송이에서 0.2 mg/100 g으로 가장 낮은 함량을 나타냈으며, 비타민 B₃의 경우 새송이에서 32.6 mg/100 g으로 가장 높은 함량을 보였다. 비타민 B₁₂의 경우 0.3~0.5 µg/100 g으로 다른 비타민에 비해 상당히 낮은 함량을 나타냈으며 이전의 연구 결과와 매우 유사하였다(33). 강한 항산화 작용을 하는 비타민 C는 새송이에서 10.8 mg/100 g으로 가장 높았고 양송이 9.2 mg/100 g, 느타리 5.2 mg/100 g 순이었다. 비타민 D의 전구체인 ergosterol과 비타민 B₉으로도 불리는 folate는 각각 24.9~35.8 mg/100 g, 38.0~67.5 µg/100 g의 높은 함량을 나타내었다.

기능성 성분 함량

버섯의 기능성 성분으로 GABA, ergothioneine, 폴리페놀, β-글루칸을 분석한 결과를 Table 4에 나타내었다. GABA는 4개의 탄소로 구성되어 있으며 뇌 대사 증진, 치매 등에 좋은 억제성 신경 전달물질로(34,35), 양송이에서 8.3 mg/100 g으로 가장 높은 함량을 보였으며 새송이 5.0 mg/100

Table 2. Mineral contents in mushrooms

Samples	(mg/kg FW ¹⁾)								
	Ca	K	Mg	P	Mn	Na	Fe	Cu	Zn
<i>P. ostreatus</i>	9.2±0.2 ^a	2,117.5±82.7 ^c	137.5±2.4 ^b	915.8±13.2 ^c	0.6±0.0 ^b	11.6±0.2 ^c	5.2±0.2 ^b	0.8±0.0 ^b	6.8±0.1 ^b
<i>P. eryngii</i>	5.3±0.1 ^b	2,680.4±46.8 ^b	153.7±4.4 ^a	895.4±25.6 ^b	0.8±0.0 ^a	35.6±1.4 ^b	3.5±0.2 ^c	0.8±0.1 ^b	8.2±0.0 ^a
<i>A. bisporus</i>	9.3±0.9 ^a	3,838.1±35.0 ^a	136.9±2.8 ^b	1,148.2±0.1 ^a	0.5±0.0 ^c	44.3±1.4 ^a	5.7±3.3 ^a	2.3±0.3 ^a	5.0±0.4 ^c

¹⁾FW: fresh weight.

All values are means of duplicate analysis.

Different letters (a-c) in the same column indicate significantly differences by Duncan's multiple range test ($P<0.05$).

Table 3. Contents of vitamins in mushrooms

Samples	Vitamin B ₁ (thiamin)	Vitamin B ₃ (niacin)	Vitamin B ₁₂ (cobalamin)	Vitamin C (ascorbic acid)	Ergosterol	Folate
	mg/100 g FW ¹⁾	mg/100 g FW	µg/100 g FW	mg/100 g FW	mg/100 g FW	µg/100 g FW
<i>P. ostreatus</i>	0.3±0.0 ^a	16.4±2.0 ^c	0.3±0.1 ^b	5.2±0.0 ^c	24.9±0.3 ^b	38.0±3.3 ^c
<i>P. eryngii</i>	0.2±0.0 ^b	32.6±3.8 ^a	0.5±0.0 ^a	10.8±0.5 ^a	34.5±10.4 ^a	67.5±5.4 ^a
<i>A. bisporus</i>	0.4±0.0 ^a	22.4±0.3 ^b	0.5±0.0 ^a	9.2±0.4 ^b	35.8±0.3 ^a	45.8±0.2 ^b

¹⁾FW: fresh weight.

All values are means of duplicate analysis.

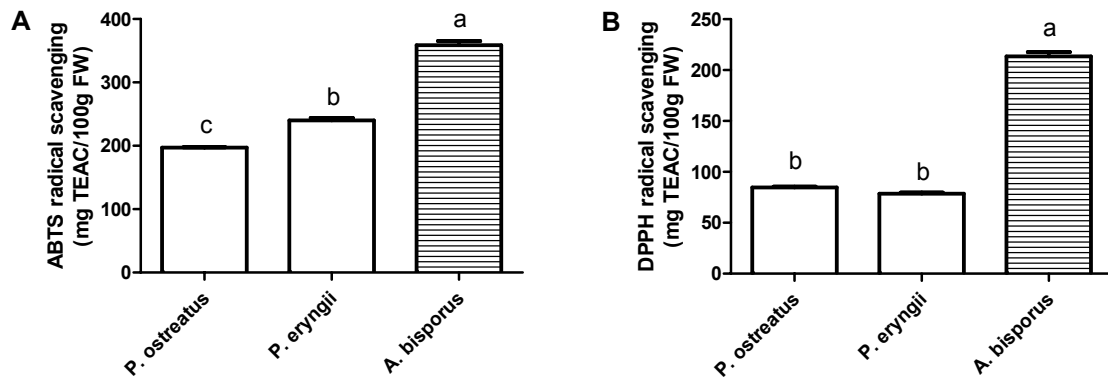
Different letters (a-c) in the same column indicate significantly differences by Duncan's multiple range test ($P<0.05$).

Table 4. Contents of functional compounds in mushrooms

Samples	GABA (mg/100 g FW ¹⁾)	Ergothioneine (mg/100 g FW)	Total polyphenol (GAE mg/100 g FW)	Glucan (g/100 g FW)		
				Total	Alpha	Beta
<i>P. ostreatus</i>	3.5±0.4 ^b	17.2±3.6 ^b	22.1±0.4 ^c	3.7±0.3 ^b	0.6±0.1 ^c	3.1±0.2 ^b
<i>P. eryngii</i>	5.0±0.1 ^b	22.4±1.1 ^a	28.5±1.4 ^b	6.2±0.6 ^a	1.2±0.1 ^b	5.0±0.5 ^a
<i>A. bisporus</i>	8.3±4.0 ^a	1.7±0.0 ^c	47.1±0.8 ^a	2.6±0.3 ^c	1.3±0.1 ^a	1.3±0.2 ^c

¹⁾FW: fresh weight.

All values are means of duplicate analysis.

Different letters (a-c) in the same column indicate significantly differences by Duncan's multiple range test ($P<0.05$).**Fig. 1.** Scavenging effect of methanolic extracts from mushrooms on ABTS and DPPH radical. Values with different letters (a-c) above bars are significantly differences by Duncan's multiple range test ($P<0.05$).

g 그리고 느타리 3.5 mg/100 g 순이었다. 항산화 활성으로 잘 알려진 ergothioneine은 새송이에서 22.4 mg/100 g으로 가장 높은 함량을 보였으며, 이것은 Dubost 등(36)의 연구 결과와 비슷한 수준이었다. 식물의 2차대사산물로 가장 잘 알려져 있는 폴리페놀은 gallic acid 동량값으로 표현하였으며, 22.1~47.1 GAE mg/100 g으로 나타났다. 버섯의 β-글루칸은 면역활성체의 기능, 항종양 효과 등이 보고되어 있는 기능성 성분으로 총 글루칸에서 α-글루칸과의 차이로 구하였다. 그 결과 새송이에서 5.0 g/100 g으로 가장 높은 함량을 나타냈으며 느타리는 3.1 g/100 g, 마지막으로 양송이가 1.3 g/100 g 순이었다.

항산화 활성

자유 라디칼 소거능은 지질산화에 대한 항산화 작용의 여러 기전 중 하나이다. 특히 ABTS와 DPPH 라디칼 소거능 실험은 특별한 성분 또는 추출물의 항산화 활성을 확인하기 위해 많이 사용되고 있다. 국내에서 많이 소비되는 버섯에 대한 ABTS와 DPPH 라디칼 소거 활성을 측정한 결과는 Fig. 1과 같다. ABTS 라디칼 소거능의 경우 양송이에서 358.8 mg TEAC/100 g으로 다른 버섯에 비해 가장 높은 항산화력을 보였으며, 새송이 240.1 mg TEAC/100 g 그리고 느타리 197.2 mg TEAC/100 g 순이었다. DPPH 라디칼 소거능 또한 양송이가 213.5 mg TEAC/100 g으로 가장 높은 항산화력을 보였다. 모든 버섯에서 ABTS 라디칼 소거능이 상대적으로 DPPH 라디칼 소거능보다 높은 활성을 나타내었는데, 이는 이전의 참외 추출물에서 ABTS 라디칼 소

거능이 DPPH 라디칼 소거능보다 더 낮은 농도에서 강한 활성을 보여준 결과와 일치하였다(37).

요 약

본 연구에서는 국내에서 주로 소비되는 일부 버섯의 영양 성분 함량을 알아보려고 하였다. 버섯의 일반성분 분석 결과 수분 함량은 89~93% 정도였으며 느타리에서 가장 높고 새송이에서 가장 낮았다. 단백질의 경우 2.6~2.9 g/100 g, 회분은 0.5~0.9 g/100 g으로 각각 양송이버섯에서 가장 높은 함량을 보였다. 무기성분은 K가 2,117.5~3,838.1 mg/kg, P가 895.4~1,148.2 mg/kg, Mg가 136.9~153.7 mg/kg으로 주요 무기성분이었다. 버섯의 비타민 함량은 ergosterol이 가장 높았으며 그 뒤로 비타민 B₃, 비타민 C, 비타민 B₁, folate, 비타민 B₁₂ 순으로 나타났다. 비타민 B₁을 제외하곤 대체로 새송이버섯이 높은 비타민 함량을 보였다. 기능성 성분으로는 GABA, ergothioneine, 폴리페놀, β-글루칸을 분석하였다. GABA의 함량은 3.5~8.3 mg/100 g이었으며 양송이에서 가장 높은 함량을 나타내었다. Ergothioneine과 β-글루칸의 경우 새송이가 각각 22.4 mg/100 g, 5.0 g/100 g으로 가장 높은 함량을 보였다. 폴리페놀은 22.1~47.1 mg/100 g으로 양송이에서 가장 높고 새송이, 느타리 순이었다. 항산화 활성은 3종의 버섯 중 양송이에서 ABTS가 358.8 mg TEAC/100 g, DPPH가 213.5 mg TEAC/100 g으로 가장 높은 활성을 나타내었다. 양송이에서 항산화능이 가장 높은 이유는 폴리페놀 함량이 가장 높기 때문인 것

으로 사료된다. 본 연구에서는 한국에서 주로 소비되는 버섯의 영양성분의 함량을 구하여 데이터베이스를 구축하였으며 향후 식품의 영양섭취 과정에서 유용한 정보를 제공할 것으로 판단된다.

감사의 글

본 연구는 농촌진흥청 연구비 지원(과제번호 PJ01339807)에 의해 수행되었으며 이에 감사드립니다.

REFERENCES

- Kim HS, Ha HC, Kim TS. 2003. Research and prospects in new functional mushrooms: *Tremella fuciformis*, *Grifora frondosa* and *Hypsizigus marmoreus*. *Food Science and Industry* 36(4): 42-46.
- Yun MJ, Oh SI, Lee MS. 2009. Antioxidative and antimutagenic effects of *Agaricus bisporus* ethanol extracts. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 38: 19-24.
- Mau JL, Lin HC, Chen CC. 2002. Antioxidant properties of several medicinal mushrooms. *J Agric Food Chem* 50: 6072-6077.
- Nakajima A, Ishida T, Koga M, Takeuchi T, Mazda O, Takeuchi M. 2002. Effect of hot water extract from *Agaricus blazei* Murill on antibody-producing cells in mice. *Int Immunopharmacol* 2: 1205-1211.
- Mattila PH, Piironen VI, Uusi-Rauva EJ, Koivistoinen PE. 1994. Vitamin D contents in edible mushrooms. *J Agric Food Chem* 42: 2449-2453.
- Mizuno T. 1999. The extraction and development of anti-tumor-active polysaccharides from medicinal mushrooms in Japan (review). *Int J Med Mushrooms* 1: 9-29.
- Ikekawa T, Saitoh H, Feng W, Zhang H, Li L, Matsuzawa T. 1992. Antitumor activity of *Hypsizigus marmoreus*. I. Antitumor activity of extracts and polysaccharides. *Chem Pharm Bull* 40: 1954-1957.
- Ikekawa T, Uehara N, Maeda Y, Nakanishi M, Fukuoka F. 1969. Antitumor activity of aqueous extracts of edible mushrooms. *Cancer Res* 29: 734-735.
- Mattila P, Suonpää K, Piironen V. 2000. Functional properties of edible mushrooms. *Nutrition* 16: 694-696.
- Breene WM. 1990. Nutritional and medicinal value of specialty mushrooms. *J Food Prot* 53: 883-894.
- Um S, Jin GE, Park KW, Yu YB, Park KM. 2010. Physiological activity and nutritional composition of *Pleurotus* species. *Korean J Food Sci Technol* 42: 90-96.
- Cho HS, Lee HG, Lee SJ, Shin JH, Lee HU, Sung NJ. 2008. Antioxidative effects of *Pleurotus eryngii* and its by-products. *J Life Sci* 18: 1360-1368.
- Lee GD, Chang HG, Kim HK. 1997. Antioxidative and nitrite-scavenging activities of edible mushroom. *Korean J Food Sci Technol* 29: 432-436.
- Sarangi I, Ghosh D, Bhutia SK, Mallick SK, Maiti TK. 2006. Anti-tumor and immunomodulating effects of *Pleurotus ostreatus* mycelia-derived proteoglycans. *Int Immunopharmacol* 6: 1287-1297.
- Wang H, Ng TB. 2004. Eryngin, a novel antifungal peptide from fruiting bodies of the edible mushroom *Pleurotus eryngii*. *Peptides* 25: 1-5.
- Jeong SC, Jeong YT, Yang BK, Islam R, Koyyalamudi SR, Pang G, Cho KY, Song CH. 2010. White button mushroom (*Agaricus bisporus*) lowers blood glucose and cholesterol levels in diabetic and hypercholesterolemic rats. *Nutr Res* 30: 49-56.
- AOAC. 2005. *Official methods of analysis*. 18th ed. Association of Official Analytical Chemists, Washington, DC, USA.
- Kim GP, Hwang YS, Choung MG. 2017. Analysis of water soluble vitamin B₁, B₂, and B₃ contents in Korean traditional holiday foods. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 46: 944-951.
- Mun G, Choi Y, Chun J. 2018. Validation of pepsin-assisted extraction and immunoaffinity-HPLC/DAD analysis for vitamin B₁₂ in seafood. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 47: 168-175.
- Zhuang Y, Chen L, Sun L, Cao J. 2012. Bioactive characteristics and antioxidant activities of nine peppers. *J Funct Foods* 4: 331-338.
- Park SJ, Jeong BG, Jung JE, Kim HY, Jung GR, Hwang EJ, Yoon SW, Hyun T, Lee J, Chun J. 2015. Validation of trienzyme extraction-microplate assay for folate in Korean ancestral rite food. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 44: 716-724.
- Barreira JCM, Oliveira MBPP, Ferreira ICFR. 2014. Development of a novel methodology for the analysis of ergosterol in mushrooms. *Food Anal Methods* 7: 217-223.
- Zhang G, Bown AW. 1997. The rapid determination of γ -aminobutyric acid. *Phytochemistry* 44: 1007-1009.
- 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.
- Velioglu YS, Mazza G, Cao L, Oomah BD. 1998. Antioxidant activity and total phenolics in selected fruit, vegetables, and grain products. *J Agric Food Chem* 46: 4113-4117.
- Lee YT, Kim YS. 2005. Water-solubility of β -glucans in various edible mushrooms. *J Food Sci Nutr* 10: 294-297.
- Dietz BM, Kang YH, Liu G, Egger AL, Yao P, Chadwick LR, Pauli GF, Farnsworth NR, Mesecar AD, van Breemen RB, Bolton JL. 2005. Xanthohumol isolated from *Humulus lupulus* inhibits menadione-induced DNA damage through induction of quinone reductase. *Chem Res Toxicol* 18: 1296-1305.
- Re R, Pellegrini N, Proteggente A, Pannala A, Yang M, Rice-Evans C. 1999. Antioxidant activity applying an improved ABTS radical cation decolorization assay. *Free Radic Biol Med* 26: 1231-1237.
- Liu YT, Chen D, You Y, Zeng S, Li Y, Tang Q, Han G, Liu A, Feng C, Li C, Su Y, Su Z, Chen D. 2016. Nutritional composition of boletus mushrooms from Southwest China and their antihyperglycemic and antioxidant activities. *Food Chem* 211: 83-91.
- Liu YT, Sun J, Luo ZY, Rao SQ, Su YJ, Xu RR, Yang YJ. 2012. Chemical composition of five wild edible mushrooms collected from Southwest China and their antihyperglycemic and antioxidant activity. *Food Chem Toxicol* 50: 1238-1244.
- Barros L, Cruz T, Baptista P, Esteveinho LM, Ferreira IC. 2008. Wild and commercial mushrooms as source of nutrients and nutraceuticals. *Food Chem Toxicol* 50: 2742-2747.
- Mattila P, Könkö K, Euro M, Pihlaja JM, Astola J, Vaheristo L, Hietaniemi V, Kumpulainen J, Valtonen M, Piironen V. 2001. Contents of vitamins, mineral elements, and some phenolic compounds in cultivated mushrooms. *J Agric Food Chem* 49: 2343-2348.
- Narayan VS, Nair PM. 1990. Metabolism, enzymology and possible roles of 4-aminobutyrate in higher plants. *Phytochemistry* 29: 367-375.

35. Mody I, De Koninck Y, Otis TS, Soltesz I. 1994. Bridging the cleft at GABA synapses in the brain. *Trends Neurosci* 17: 517-525.
36. Dubost NJ, Beelman RB, Peterson D, Royse DJ. 2006. Identification and quantification of ergothioneine in cultivated mushrooms by liquid chromatography-mass spectroscopy. *Int J Med Mushrooms* 8: 215-222.
37. Kim HS, Hong MJ, Kang IY, Jung JY, Kim HK, Shin YS, Jun HJ, Suh JK, Kang YH. 2009. Radical scavenging activities and antioxidant constituents of oriental melon extract. *J Bio-Environ Control* 18: 442-447.