

백색양송이와 갈색양송이의 영양성분 및 생리활성 성분 비교 분석

오연이* · 김민식 · 장갑열 · 오민지 · 임지훈 · 이종원

농촌진흥청 국립원예특작과학원 버섯과

Comparative Analysis of the Nutritional and Bioactive Components of White and Brown Button Mushrooms

Youn-Lee Oh*, Minseek Kim, Kab-Yeul Jang, Min Ji Oh, Ji-Hoon Im, and Jong-Won Lee

Mushroom Science Division, National Institute of Horticultural and Herbal Science, RDA, Eumseong 27709, Korea

ABSTRACT: As the importance of public health increases with the spread of infectious diseases, functionality has become a factor affecting consumers' purchase of mushrooms. Therefore, the bioactive components of button mushrooms (*Agaricus bisporus*), which are generally known to promote button mushroom consumption, were analyzed. White and brown button mushrooms were compared and white beech mushroom (*Hypsizygus marmoreus*) were used as a control. White button mushrooms had higher sugar and inorganic potassium concentrations than brown button mushrooms, whereas sodium, magnesium, and vitamin C concentrations were not significantly different between the different button mushrooms. Moreover, there was approximately twice as much ergosterol in white button mushrooms than brown button mushrooms. Brown button mushrooms had higher concentrations of β -glucan and oxalic acid than white button mushrooms, but there was no significant difference in total organic acid content between the two mushroom types. High concentrations of the essential amino acids, ergothioneine, isoleucine, and leucine and the non-essential amino acids, glycine and alanine, were observed. Concentrations of the vitamin B group and total polyphenols were also high.

KEYWORDS: White button mushrooms, Brown button mushrooms, Beech mushroom, Nutritional components, Bioactive components

서 론

버섯은 우수한 영양가와 치료적 특성 때문에 고대부터 중요한 식품으로 인식되어 왔다. 고대 중국 사람들은 버

섯이 인체와 건강을 유지하고 젊음을 가능한 한 오래 보존한다고 믿어 음식과 약으로 사용하였다(Safwat and Al Kholi, 2006). 그리스인들은 버섯이 전투에서 전사들에게 힘을 제공한다고 여겼고(Daba *et al.*, 2008), 이집트인들은 버섯이 오시리스 신의 선물, 로마인들은 식용 버섯을 신의 음식이라고 믿었다(Maihara *et al.*, 2012; Rahi and Malik, 2016). 마야인들은 주로 종교 의식을 위해 버섯을 사용했으며 일부 지역에서는 여전히 이러한 전통을 유지하고 있다(Matsushima *et al.*, 2009).

세계 최초로 목이는 600년에 인공 재배되었고, 다음으로 팽이(A.D. 800), 표고(A.D. 1000)가 재배되었다. 이후 버섯 재배의 큰 발전은 1600년대 프랑스에서 처음으로 양송이를, 1900년대 미국에서 느타리를 재배하면서 시작되었다(Chang, 2008). 특히 양송이는 야생종인 갈색양송이가 상업적으로 재배되었지만, 1925년도에 미국의 한 농장에서 변이종인 백색양송이가 발견되면서 매력적인 갓 색으로 인해 현재 대부분 백색양송이로 대중화되었다. 전세계적으로 양송이는 2018-2019년 전체 버섯생산량(추정)

J. Mushrooms 2022 September, 20(3):119-126
<http://dx.doi.org/10.14480/JM.2022.20.3.119>
 Print ISSN 1738-0294, Online ISSN 2288-8853
 © The Korean Society of Mushroom Science

Youn-Lee Oh(Researcher), Minseek Kim(Postdoctoral researcher), Kab-Yeul Jang (Senior researcher), Min Ji Oh (Researcher), Ji-Hoon Im (Researcher), Jong-Won Lee (Senior researcher)

*Corresponding author

E-mail : o5ne2@korea.kr

Tel : +82-43-873-5712, Fax : +82-43-873-5702

Received August 28, 2022

Revised September 21, 2022

Accepted September 26, 2022

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.

의 4,300만톤(MT)의 약 11%를 차지할 정도로 많이 생산되는 버섯으로, 외국에서는 양송이의 종류, 성장 단계, 배지의 종류 등에 따라 다양한 생리활성 물질이 알려져 있다(Singh *et al.*, 2021). 국내에서도 양송이는 1,423억원('20)으로 표고 다음으로 생산액이 많아 시장가치가 높은 버섯이다. 이에 따라 다양한 품종과 재배법이 개발되고 있다. 최근에는 전염병 확산에 따라 건강에 대한 중요성이 커지면서 기능성이 소비자들의 버섯 구매에 요소로 작용하면서 영양학적 정보가 중요해지고 있다. 일반적으로 국내에는 갈색양송이가 백색양송이보다 영양적으로 우수하다고 알려져 있지만(Lim *et al.*, 2007), 백색양송이와 갈색양송이 각각의 성분 분석 결과만 존재할 뿐, 두 양송이의 영양성분 및 생리활성 성분의 전반적인 차이를 구분할 수 있는 비교 분석한 결과는 전무하다.

이에 따라 본 연구에서는 백색양송이와 갈색양송이로 구분하여 탄수화물내 β -Glucan, 당도, 유리당 그리고 유기산, 유리아미노산, 비타민, 무기성분, ergosterol, total polyphenol에 대해 비교 분석하였다. 다른 버섯과의 비교를 위해 백색 느티만가다버섯을 대조구로 하였다.

재료 및 방법

재료

본 연구에 사용된 백색양송이는 국립원예특작과학원에서 육성한 '도담' 그리고 갈색양송이는 경상남도 농업기술원에서 육성한 '단석1호', 다른 버섯과의 비교를 위해 국립원예특작과학원에서 육성한 백색 느티만가다버섯 '백마루'를 사용하였다. 양송이는 배지와 재배환경의 동일한 조건을 갖추기 위해 동일 재배사에서 재배하였고, 2주기에 수확한 자실체를 수집하였다. 느티만가다버섯은 국립원예특작과학원 버섯과에서 일반적인 재배조건으로 재배된 것을 사용하였다(Oh *et al.*, 2021). 모든 시료는 신선버섯(web basis)을 이용하였다.

당도

시료의 무게를 균일하게 취한 후 증류수를 10 ml 가하여 교반한 후 상등액으로 당도계(REFRACTOMETER PAL-3, ATAGO)를 사용하여 측정하였다.

β -Glucan 함량 분석

β -Glucan 함량은 mushroom and yeast beta-glucan assay procedure kit (Megazyme, Ireland)를 이용하여 측정하였다. 먼저 총 글루칸은 100 mesh 체로 거른 시료 100 mg을 튜브에 넣어 37% HCl 1.5 ml를 넣고 45분간 30°C 항온수조에 넣어 분해하였다 그 후 증류수 10 ml를 넣어 볼텍싱(vortexing) 하고, 100°C에서 2시간 처리하였다. 그 후 실온에서 식히면서 2N KOH를 10 ml씩 넣고 200 mM sodium acetate buffer로 100 ml 맞춘 후 충분히 섞어주었다. 그 후 상등액 0.1 ml에 200 mM sodium

acetate buffer에 녹인 exo-1,3- β -glucanase plus β -glucosidase 0.1 ml를 넣고 reagent blank는 acetate buffer 0.2 ml를 넣은 후, D-glucose standard는 D-glucose standard 0.1 ml과 acetate buffer 0.1 ml를 넣고 섞은 후 40°C에서 60분 처리하였다. Glucose oxidase/peroxidase mixture(GOPOD) 3 ml를 넣고 40°C에서 20분 동안 처리한 후, 510 nm에서 흡광도를 측정하였다.

유리당·유기산 분석

유리당과 유기산 성분은 시료 1 g에 증류수 10 ml 첨가 후 60°C에서 4시간 가온 한 후, 3,000 rpm에서 30분간 원심분리한 상등액을 이용하였다. 유리당은 0.45 μ m membrane filter (Milipore Co., USA)로 여과한 여액을 분석하였고, 유기산은 filter paper(Whatman NO.2)로 여과하고, Sepak C₁₈으로 정제시킨 다음 0.45 μ m membrane filter로 여과한 여액을 HPLC로 분석하였다. 유리당은 Agilent Technologies 1200 Series ELSD detector(USA)을 이용하여 시료를 75% Acetonitrile 용매에 녹여 5 μ l의 주입량을 1.4 ml/min의 유속으로 30°C의 ZORBAX Carbohydrate (4.6 mm×150 mm) column을 통과한 뒤 분석하였고, 유기산은 Agilent Technologies 1200 Series (USA)을 이용하여 시료를 25 mM KH₂PO₄ (pH 2.5) 용매에 녹여 5 μ l의 주입량을 1.0 ml/min의 유속으로 30°C의 Grace Prevail Organic Acid (4.6 mm×250 mm, 5 μ m) column을 통과한 뒤 UV 210 nm (DAD) 파장대로 검출하였다. 함량은 외부표준법으로 계산하였다.

Ergothioneine 및 유리 아미노산 함량 분석

Ergothioneine은 시료 0.2 g에 20 ml cold ethanol extraction 용액(10 mM DTT, 100 μ M betaine, 100 μ M MMI in 70% ethanol)을 첨가하고 교반하여, 3분간 초음파 처리 후 여기에 1% SDS 함유 에탄올 용액 4 ml를 첨가하여 혼합 후 원심분리하였다. 상등액 10 ml를 취해 동결건조하고 여기에 10 ml 증류수(pH 7.3)를 첨가하여 녹인 후 원심분리하여 상등액을 ergothioneine 함량 및 구성 아미노산 분석용으로 사용하여 HPLC(Agilent Technologies 1200 Series)로 분석하였다. Ergothioneine은 시료를 3% ACN/50 mM Sodiumphosphate 용매에 녹여 10 μ l의 주입량을 0.7 ml/min의 유속으로 28.8°C의 Agilent ZORBAX SB-C18 (Rapid resolution) (4.6×150 mm, 3.5 μ m) column을 통과한 뒤 UV 254 nm 파장대로 검출하였다. 아미노산은 시료를 10 mM Sodium phosphate Di-basic: 10 mM Sodium tetra borate' 7 H₂O 용매에 녹여 0.35 ml/min의 유속으로 40°C의 Poroshell HPH C18 (2.1×150 mm, 4 μ m) column을 통과한 뒤 UV 338 nm 파장대로 검출하였다. Ergothioneine은 표준용액인 L-ergothioneine을 이용하여 Koh *et al.* (2021)의 방법으로 계산하였다. 아미노산 함량은 외부표준법으로 계산하였다.

Table 1. HPLC conditions for Vit. B group analysis

Item	Condition																				
Instrument	Agilent Technologies 1200 Series																				
Column	Agilent XDB-C18 (Method Development Kit)(4.6×150 mm, 5 μm)																				
Mobile phase	A: 20 mM KH ₂ PO ₄ (pH2.95) B: 20 mM KH ₂ PO ₄ (pH2.95)/ACN=50/50 (v/v)																				
Fuel flow	0.8~1.0 ml/min																				
Column temp.	30°C																				
Wavelength	UV 275 nm																				
Injection volume	20 μl post time 10 min																				
Gradient program	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Time</th> <th>Flow (ml/min)</th> <th>A(%)</th> <th>B(%)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>0.0</td> <td>0.8</td> <td>100</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>10.0</td> <td>0.8</td> <td>100</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>12.0</td> <td>1.0</td> <td>100</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>60.0</td> <td>1.0</td> <td>50</td> <td>50</td> </tr> </tbody> </table>	Time	Flow (ml/min)	A(%)	B(%)	0.0	0.8	100	0	10.0	0.8	100	0	12.0	1.0	100	0	60.0	1.0	50	50
Time	Flow (ml/min)	A(%)	B(%)																		
0.0	0.8	100	0																		
10.0	0.8	100	0																		
12.0	1.0	100	0																		
60.0	1.0	50	50																		

Vit. B군 함량 분석

Vitamin B군의 분석은 시료 0.5 g에 증류수 2 ml를 가하여 현탁 후 acetonitrile (J. T. Baker Chemicals, USA) 6 ml를 가하여 20분간 교반하였다. 교반액을 4500 rpm으로 원심분리 한 후 얻은 상등액을 감압 건조하여 정량의 증류수로 용해하였다. 그 후 용해한 시료를 0.45 μm membrabe filter (Millipore Co., USA)로 여과하여 HPLC를 이용하여 아래의 조건으로 분석하였다(Table 1).

Vit. C

Vit. C는 시료 0.5 g에 동량의 10% 메타인산 용액을 추가하여 10분간 현탁한 후 5% 메타인산 용액 50 ml로 정용 후 0.45 μm membrabe filter (Millipore Co., USA)로 여과하여 HPLC(Agilent Technologies 1200 Series)로 분석하였다. 시료를 0.05 M KH₂PO₄:ACN(60:40) 용매에 녹여 20 μl의 주입량을 1.0 ml/min의 유속으로 28.8°C의 Agilent XDB-C18 (Method Development Kit) (4.6×150 mm, 5 μm) column을 통과한 뒤 UV 254 nm 파장대로 검출한 후 함량은 외부표준법으로 계산하였다.

무기성분

각 시료를 적당량 회분한 후 4 N의 HCL로 녹여 3차 증류수를 이용해 희석한 후 원자흡수분광기(Analyst 400)를 이용하여 분석하였다.

Ergosterol 함량 분석

Ergosterol은 시료 5 g에 에탄올 100 ml를 넣어 80°C에서 1시간 환류추출 한 후, 상등액을 취하고 침전물에 에

탄올 100 ml를 넣고 다시 80°C에서 1시간 환류추출 하였다. 추출물을 여과지(Advantec Dismicr, Japan)로 여과한 뒤 20 ml 에탄올과 수산화칼륨 10g을 첨가하고, 80°C에서 1시간 환류추출시킨 후 검화(saponification)된 용액에 증류수 50 ml를 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(Agilent Technologies 1200 Series)로 분석하였다. 시료를 98% Methanol 용매에 녹여 20 μl의 주입량을 1.0 ml/min의 유속으로 28.8°C의 Agilent XDB-C18 (Method Development Kit) (4.6 mm×250 mm, 5 μm) column을 통과한 뒤 UV 280nm 파장대로 검출한 후 함량은 외부표준법으로 계산하였다. 표준용액인 ergosterol을 이용하여 Koh *et al.* (2021)의 방법으로 계산하였다.

Total polyphenol 함량 분석

총 폴리페놀 함량은 페놀성물질이 phosphomolybdic acid와 반응하여 청색으로 발색되는 원리를 이용한 Folin-Denis (1915) 방법에 따라 분석하였다. Cho *et al.* (2014) 처럼 1 mg/ ml로 제조한 추출물 0.5 ml에 Folin 시액 0.5 ml를 혼합한 뒤 3분간 실온에서 반응시킨 후, 2% Na₂CO₃ 1.5 ml를 첨가하였다. 이를 2시간 동안 암소에서 반응시킨 뒤 760 nm에서 microplate reader를 이용하여 흡광도를 측정하였다. 이때 표준 물질은 gallic acid를 이용하였다.

통계분석

모든 결과의 통계 처리는 R 프로그램 one-way ANOVA의 Duncan's new multiple range test (p>0.05 수준)으로 수행하였다.

결과 및 고찰

탄수화물

β-Glucan은 느티만가다버섯이 28.96±0.50%로 양송이보다 3배 이상 적게 확인되었다. 양송이 사이에서는 갈색양송이가 8.58±0.47%, 백색양송이는 5.97±0.11%로 갈색양송이가 높았다. β-Glucan은 전체 glucan의 약 75%의 상당한 비율로 포함되는 것으로 Kahn *et al.* (2017)에 의해 본 분석 결과와 같이 갈색양송이가 백색양송이보다 약간 더 높은 것으로 확인되었다. 또한 자실체의 부위별 조사에서는 ‘갓’보다는 ‘대’에 더 높다고 결론지었으나, 일반적으로 섭취시 부위별로 구분하지 않기에 이 연구에서는 전체 버섯에 대한 분석을 진행하였다. 다수의 국제 식품 관리 기관(뉴질랜드 식품 규격, 미국 식품의약국, 유럽 식품 안전청, 캐나다 보건부 식품청, 싱가포르 식품청)에서는 귀리 또는 보리에서 추출한 3 g의 β-Glucan과 혈중 콜레스테롤의 높은 수준으로 관계가 있다고 밝히고 있지

만, 아직까지 버섯의 β -Glucan이 우리 몸에 미치는 영향에 대한 연구가 없어 이에 대한 후속 연구가 필요한 실정이다(Blumfield *et al.*, 2020). 일반적인 당도는 백색양송이가 32.333±0.58%, 갈색양송이 30.000±1.00%, 느티만가닥버섯 27.33±0.58%으로 백색양송이, 갈색양송이, 느

티만가닥버섯 순으로 높게 나왔다. Glucose와 Mannitol은 소화 가능한 두 가지 중요한 탄수화물로 양송이에 건조중량 1% 이하의 적은 양으로 보고되며, Mannitol은 특히 양송이에서 가장 풍부한 당으로 알려져 있다(Usman *et al.*, 2021). 이에 따라 Mannitol을 형성하는 전 단계 물질인 Fructose와 Glucose를 분석하였다. 유리당 중 Fructose는 3가지 버섯 모두 유의적인 차이가 없었고, Glucose는 느티만가닥버섯 4.32±0.25% 보다 백색양송이 19.50±0.55%, 갈색양송이 15.76±0.11%가 높았지만, 갈색양송이와 백색양송이의 유의적인 차이는 없었다(Table 2). Glucose는 건조중량으로 분석시에서 1%로 함량이 분석되었지만, 본 결과는 신선버섯을 분석한 것으로서 함량이 높게 도출되었다. 또한 Glucose는 단맛이 있고 물에 잘 녹는 단당류로서 양송이가 느티만가닥버섯에 비해 높게 나와서 당도도 이와 관련되어 높게 나온 것으로 판단된다.

Table 2. Glucan, Carbohydrates, and organic acid present in the whole fruiting body of button mushrooms and beech mushroom

Nutritional Group	Components	Mushroom	Amount	Unit
Glucan	β -glucan	WA	5.97±0.11 ^c	
		BA	8.58±0.47 ^b	
		WB	28.96±0.50 ^a	
	Total sugar	WA	32.33±0.58 ^a	
		BA	30.00±1.00 ^{ab}	
		WB	27.33±0.58 ^b	
Carbohydrates	Fructose	WA	0.67±0.12 ^a	
		BA	0.93±0.09 ^a	
		WB	0.76±0.17 ^a	
	Free sugar	Glucose	WA	19.50±0.55 ^a
			BA	15.76±0.11 ^a
			WB	4.32±0.25 ^b
	Total	WA	20.17±0.66 ^a	
		BA	16.69±0.14 ^a	
		WB	5.09±0.41 ^b	
Mono-carboxyl group	Acetic acid	WA	2.36±0.01 ^a	
		BA	2.88±0.06 ^a	
		WB	0.72±0.03 ^b	
	Lactic acid	WA	1.57±0.49 ^a	
		BA	1.38±0.42 ^a	
		WB	1.00±0.09 ^a	
Di-carboxyl group	Oxalic acid	WA	0.21±0.01 ^b	
		BA	0.26±0.00 ^a	
		WB	0.16±0.00 ^c	
	Malic acid	WA	1.66±0.07 ^b	
		BA	1.37±0.08 ^b	
		WB	2.89±0.03 ^a	
Tri-carboxyl group	Citric acid	WA	5.20±0.03 ^b	
		BA	6.38±0.03 ^a	
		WB	2.35±0.10 ^c	
Total	WA	11.00±0.56 ^a		
	BA	12.28±0.51 ^a		
	WB	7.11±0.16 ^b		

^a WA: white button mushroom, BA: brown button mushroom, WB: white beech mushroom

유기산

생명체에서 얻을 수 있는 산인 유기산은 식품의 부패방지 및 저장기간 증진을 목적으로 사용되며, 대표적인 카르복실산은 작용기의 수에 따라 3가지 group으로 구분될 수 있다. Mono-carboxyl group에 속하는 Acetic acid는 갈색양송이 2.88±0.06%, 백색양송이 2.36±0.01%가 느티만가닥버섯 0.72±0.03% 보다 높았지만, 갈색양송이와 백색양송이의 유의적인 차이는 없었다. Lactic acid의 경우 3가지 버섯 모두 유의적인 차이가 없었다. Di-carboxyl group의 Oxalic acid는 갈색양송이 0.26±0.00%, 백색양송이 0.21±0.01%, 느티만가닥버섯 0.16±0.00%로 갈색양송이가 높았고, Malic acid는 백색양송이 1.66±0.07%, 갈색양송이 1.37±0.08%가 느티만가닥버섯 2.89±0.03% 보다 적었다. Tri-carboxyl group의 Citric acid에서는 갈색양송이 6.38±0.03%, 백색양송이 5.20±0.03%가 느티만가닥버섯 2.35±0.10% 보다 높았지만, 두 양송이 사이에는 차이가 없었다. 총 유기산 함량은 갈색양송이 12.28±0.51%, 백색양송이 11.00±0.56%가 느티만가닥버섯 7.11±0.16%에 비해 높았다. Kim *et al.* (1988)에서는 Malic acid가 양송이에 가장 많이 함유되었다고 하였지만, 본 연구에서는 Citric acid, Acetic acid, Malic acid 순이었다(Table 1). 또한 Gasecka *et al.*(2018)에 의하면 건조된 양송이에서 Oxalic acid, Lactic acid, Succinic acid가 많이 함유된다고 보고하였다. 본 연구에서는 Succinic acid를 제외하고(본 연구결과 없음), Oxalic acid, Lactic acid의 경우 신선버섯을 이용하여 국산 품종을 분석하여 다른 결과를 도출한 것으로 판단된다.

유리 아미노산

Ergothionein은 균류에서 발생하는 자연적인 아미노산으로 분석결과에 따르면, 갈색양송이가 25.655±1.32 mg%로 가장 높고, 백색양송이가 16.322±2.92 mg%, 느티만가닥

Table 3. Proteins (amino acids) present in the whole fruiting body of button mushrooms and beech mushroom

Nutritional Group	Components	Mush-room	Amount	Unit
Amino acids	Ergothionein	WA	16.32±2.92 ^b	mg/%
		BA	25.65±1.32 ^a	
		WB	5.04±1.15 ^c	
	Histidine	WA	197.80±33.96 ^a	
		BA	255.20±31.04 ^a	
		WB	198.35±24.22 ^a	
	Threonine	WA	263.15±41.59 ^a	
		BA	309.60±31.27 ^a	
		WB	264.66±31.56 ^a	
	Valine	WA	269.14±44.29 ^a	
		BA	323.10±34.76 ^a	
		WB	319.35±36.30 ^a	
	Methionine	WA	81.68±12.05 ^b	
		BA	81.84±3.39 ^b	
		WB	148.43±10.78 ^a	
	Phenylalanine	WA	149.59±27.24 ^b	
		BA	178.13±19.26 ^b	
		WB	371.86±45.06 ^a	
	Isoleucine	WA	200.23±33.15 ^b	
		BA	245.46±20.95 ^{ab}	
		WB	296.28±36.44 ^a	
	Leucine	WA	289.64±47.93 ^b	
		BA	381.64±65.76 ^{ab}	
		WB	499.09±61.33 ^a	
Lysine	WA	206.48±68.76 ^b		
	BA	276.28±33.79 ^b		
	WB	546.26±60.92 ^a		
Aspartic acid	WA	395.34±59.26 ^a		
	BA	321.54±34.40 ^a		
	WB	280.44±40.64 ^a		
Glutamic acid	WA	1066.78±122.63 ^a		
	BA	973.44±192.82 ^a		
	WB	740.67±125.11 ^a		
Serine	WA	278.44±60.01 ^a		
	BA	300.79±52.13 ^a		
	WB	276.66±34.34 ^a		
Glycine	WA	214.44±4.90 ^{ab}		
	BA	237.20±48.81 ^a		
	WB	162.40±11.10 ^b		
Alanine	WA	711.67±13.02 ^b		
	BA	1079.52±240.48 ^a		
	WB	385.25±47.20 ^c		

Table 3. Continued

Nutritional Group	Components	Mush-room	Amount	Unit
Amino acids	Arginine	WA	175.48±39.19 ^b	mg/%
		BA	247.36±67.02 ^b	
		WB	594.04±76.71 ^a	
	Tyrosine	WA	69.07±12.82 ^b	
		BA	65.43±4.97 ^b	
		WB	260.19±32.66 ^a	
Cystine	WA	147.00±31.69 ^a		
	BA	199.71±103.99 ^a		
	WB	215.10±18.78 ^a		

^aWA: white button mushroom, BA: brown button mushroom, WB: white beech mushroom

버섯은 5.04±1.15 mg%였다. 필수 아미노산인 Histidine, Threonine, Valine은 3가지 버섯에서 유의적인 차이가 없었다. Isoleucine, Leucine은 느티만가닥버섯에서 각각 296.28±36.44 mg%, 499.09±61.33 mg%, 갈색양송이는 245.46±20.95 mg%, 381.64±65.76 mg%, 백색양송이는 200.23±33.15 mg%, 289.64±47.93 mg% 순으로 높았다. 이 결과는 Isoleucine, Leucine 함량이 갈색양송이에서 백색양송이 보다 높다는 Robert B(2003)의 보고와 같은 경향이였다. Methionine, Phenylalanine, Lysine은 느티만가닥버섯 각각 148.43±10.78 mg%, 371.86±45.06 mg%, 546.26±60.92 mg%으로 높게 나왔고, 갈색양송이 81.84±3.39 mg%, 178.13±19.26 mg%, 276.28±68.76 mg%와 백색양송이 81.68±12.05 mg%, 149.59±27.24 mg%, 206.48±68.76 mg%는 각각 유의적인 차이가 없었다. 필수아미노산 중 Histidine, Threonine, Valine을 제외하고 느티만가닥버섯이 갈색양송이와 백색양송이 대비 전체적으로 높은 경향이였다. 비필수아미노산은 Aspartic acid, Glutamic acid, Serine, Cystine은 유의적인 차이가 없었고, Glycine과 Alanine은 갈색양송이에서 각각 237.20±48.81 mg%, 1079.52±240.48 mg%, 백색양송이 214.44±4.90 mg%, 711.67±13.02 mg%, 느티만가닥버섯 162.40±11.10 mg%, 385.25±47.20 mg% 순이었으며, Arginine, Tyrosine은 느티만가닥버섯에서 각각 594.04±76.71 mg%, 260.19±32.66 mg%으로 갈색양송이 247.36±67.02 mg%, 65.43±4.97 mg%와 백색양송이 175.48±39.19 mg%, 69.07±12.82 mg% 대비 높았다(Table 3).

비타민

양송이는 비타민 B의 좋은 섭취 영양원으로, 본 분석결과에서는 비타민 B₁(Thiamine)과 B₃(Niacin)는 갈색양송이가 각각 1,888.32±118.48 mg%, 7.87±1.32 mg%으로 높았으며, 백색양송이와 느티만가닥버섯 간 유의적인 차

이가 없었다. B₆은 갈색양송이 8.24±0.31 mg%, 백색양송이 3.71±0.54 mg%, 느티만가닥버섯 1.59±0.31 mg% 순으로 높았다. Usman *et al.* (2021)에 의하면 신선버섯에서 B₁₂가 추출되었다고 보고하였으나, 수확 후 분석을 위해 이동 중 하면서 품질의 변화가 생겨 본 분석에서 결과를 도출하지 못한 것으로 사료된다. 비타민 C는 양송이가 표고와 느타리보다 낮은 것으로 보고되었는데(Mattila *et al.*, 2002a), 본 결과에서는 갈색양송이 1,557.16±3.29 mg%와 백색양송이 1,333.79±2.93 mg% 유의적인 차이는 없었지만, 느티만가닥버섯 591.89±1.59 mg% 보다 높은 결과를 보여 주어 비타민이 적지 않은 버섯에 해당되었다(Table 3).

무기성분

Usman *et al.* (2021) 문헌에 의하면 양송이는 상당히 높은 양의 칼륨을 포함하고 있는 버섯이며, 마그네슘과 나트륨은 양송이의 자실체를 구성하는 주요 무기성분이라고 하였다. 이와 같이 본 연구의 결과에서는 칼륨은 느티만가닥버섯에 비해 양송이가 높게 나온 것을 확인할 수 있었다. 백색양송이가 6,145.63±101.72 mg%으로 가장 높았으며, 갈색양송이 5,493.78±244.54 mg%, 느티만가닥버섯 5,166.45±165.67 mg% 순이었다. 나트륨과 마그네슘에서도 양송이가 느티만가닥버섯 각각 35.88±0.57 mg%, 140.50±2.36 mg%에 비해 높았으며, 각각 백색양송이 83.62±0.62 mg%, 166.18±1.95 mg%와 갈색양송이 83.09±0.80 mg%, 164.37±3.44 mg%는 유의적인 차이는 없었다. 칼슘은 갈색양송이 2.03±0.84 mg%, 백색양송이 1.22±1.43 mg%, 느티만가닥버섯 0.59±0.31 mg%으로 3가지 버섯 모두 유의적인 차이가 없었다(Table 4).

Ergosterol

Ergosterol은 진균에 강하게 결합되어 있는 세포막의 스테롤로 지방성분의 15%를 차지하며, 비타민 D₂의 전구물질이다. 버섯은 재배시 햇빛에 노출되지 않기 때문에 비타민 D₂의 합성이 어렵지만, 최근, 이 물질은 여러 방어 유전자의 발현을 활성화시키고 진균 병원체에 대한 식물의 저항성을 증가시킬 수 있으며, 우리 몸에는 통증 관련 염증의 감소, 심혈관 질환의 발병률, 항균 및 항종양 활성을 포함하는 상당한 생리 기능에 기여할 수 있는 것으로 보고 된다(Yasukawa *et al.*, 1994; Zhang *et al.*, 2002; Fan *et al.*, 2006; Ravi Subbiah 2003). 본 연구 결과에서 Ergosterol 함량은 백색양송이에서 639.86±15.71 mg%로 높았고, 갈색양송이 351.07±7.14 mg%, 느티만가닥버섯 133.30±3.46 mg% 순이었다. Phillips *et al.* (2011)는 갈색양송이의 Ergosterol 함량이 61.4 mg/100 mg으로 백색양송이보다 56.3 mg/100 mg 높은 것으로 보고한 바가 있지만, Shao *et al.* (2010)에 의하면, 두번째 성장단계에서 백색양송이 3.32 mg/g, 갈색양송이 2.93 mg/g으로 백색양송이가 높게 나왔는데, 본 결과도 동일한 성장단계에서 수

Table 4. Vitamin, mineral, sterols, and mycochemical present in the whole fruiting body of button mushrooms and beech mushroom

Nutritional Group	Components	Mushroom	Amount	Unit
Vitamin	B ₁ (Thiamine)	WA	1235.23±167.78 ^b	mg/%
		BA	1888.32±118.48 ^a	
		WB	961.84±37.19 ^b	
	B ₃ (Niacin)	WA	3.04±0.69 ^b	
		BA	7.87±1.32 ^a	
		WB	2.08±0.23 ^b	
	B ₆	WA	3.71±0.54 ^b	
		BA	8.24±0.31 ^a	
		WB	1.59±0.31 ^c	
	C	WA	1333.79±2.93 ^a	
		BA	1557.16±3.29 ^a	
		WB	591.89±1.59 ^b	
Mineral	K	WA	6145.63±101.72 ^a	
		BA	5493.78±244.54 ^{ab}	
		WB	5166.45±165.67 ^b	
	Na	WA	83.62±0.62 ^a	
		BA	83.09±0.80 ^a	
		WB	35.88±0.57 ^b	
	Mg	WA	166.18±1.95 ^a	
		BA	164.37±3.44 ^a	
		WB	140.50±2.36 ^b	
Ca	WA	1.22±1.43 ^a		
	BA	2.03±0.84 ^a		
	WB	0.59±0.31 ^a		
Sterols	Ergosterol	WA	639.86±15.71 ^a	
		BA	351.07±7.14 ^b	
		WB	133.30±3.46 ^c	
Mycocochemical	Total Polyphenol	WA	1277.40±11.90 ^b	mg GAE/100g
		BA	1479.28±15.34 ^a	
		WB	843.42±11.89 ^c	

^a WA: white button mushroom, BA: brown button mushroom, WB: white beech mushroom

확한 버섯으로 Shao *et al.* (2010)와 동일한 결과를 나타낸 것으로 판단된다(Table 4).

Total polyphenol

폴리페놀은 항균, 항염, 항산화 역할을 하는 생리활성 물질로, 일반적으로 두 번째 성장단계에서 수확된 버섯이 많이 추출된다(Qun, 2016). 동일 시기에 수확된 버섯의 총 폴리페놀 함량은 갈색양송이 1479.28±15.34 mg GAE/

100g, 백색양송이 1,277.40±11.90 mg GAE/100g, 느티만 가닥버섯 843.42±11.89 mg GAE/100g 순으로 높게 나왔다(Table 4).

적 요

전염병확산에 따라 건강에 대한 중요성이 높아지면서, 기능성이 소비자들의 버섯 구매에 중요한 요소로 작용하고 있다. 양송이 소비촉진을 위한 기능성 정보를 알리기 위해 백색 느티만가닥버섯을 대조구로 백색양송이와 갈색양송이로 구분하여 영양성분 및 생리활성 성분을 비교 분석하였다. 백색양송이는 갈색양송이에 비해 당도와 무기성분인 칼륨이 높았으며, 나트륨과 마그네슘, 비타민 C는 갈색양송이와 유의적인 차이가 없었다. 또한 Ergosterol 함량은 백색양송이가 갈색양송이 대비 약 2배정도 높은 것으로 확인되었다. 갈색양송이는 백색양송이에 비해 β Glucan, 유기산인 oxalic acid가 높았지만, 총 유기산 함량은 유의적 차이가 없었다. 또한, 아미노산은 Ergothionein, Isoleucine, Leucine, Glycine, Alanine, 비타민은 B 그룹, 그리고 총 폴리페놀 함량이 갈색양송이가 백색양송이보다 높았다.

감사의 글

본 결과물은 농촌진흥청 고유연구사업 원예특작시험연구 ‘수요자 맞춤형 양송이·큰느타리 육성 및 보급(PJ01657601)’ 주관 과제의 예산을 지원받아 수행되었습니다.

REFERENCES

- Blumfield M, Abbott K, Duve E, Cassettari T, Marshall S, Fayet-Moore F. 2020. Examining the health effects and bioactive components in *Agaricus bisporus* mushrooms: A scoping review. *J Nutr Biochem* 84: 108453.
- Chang ST. 2008. Overview of mushroom cultivation and utilization as functional foods. In Peter CK Cheung (ed.), *Mushrooms as Functional Foods*, John Wiley and Sons, Inc., USA. pp. 260.
- Cho JH, Park HS, Han JG, Lee GH, Sung GH, Jhune CS. 2014. Comparative analysis of antioxidant effects and polyphenol content of fruiting bodies in oyster mushrooms. *J Mushroom* 19(4): 300-309.
- Daba AS, Kabeil SS, William AB, El-Saadani MA. 2008. Production of mushrooms (*Pleurotus ostreatus*) in Egypt as a source of nutritional and medicinal foods. *World J Agric Sci* 4(5): 630-634.
- Fan L, Pan H, Soccol AT, Pandey A, Soccol CR. 2006. Advances in mushroom research in the last decade. *Food Technol Biotech* 44: 303-311.
- Gąsecka M, Magdziak Z, Siwulski M, Mleczek M. 2018. Profile of phenolic and organic acids, antioxidant properties and ergosterol content in cultivated and wild growing species of *Agaricus*. *Eur Food Res Technol* 244(2): 259-268.
- Jeon AY, Kim DY, Choi YM, Kim YH. 2022. Study on extraction method for the analysis of vitamin B2 in foods. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 51(1): 47-55.
- Khan AA, Gani A, Masoodi FA, Mushtaq U, Naik AS. 2017. Structural, rheological, antioxidant, and functional properties of β -glucan extracted from edible mushrooms *Agaricus bisporus*, *Pleurotus ostreatus* and *Coprinus atrimentarius*. *Bioact Carbohydr Diet Fibre* 11: 67-74.
- Kim YH, Hong JS, Lee KR, Kim MK, Cho CI, Park HK, Choi YH, Lee JB. 1988. Composition of organic acids and fatty acids in *Pleurotus ostreatus*, *Lentinus edodes* and *Agaricus bisporus*. *Korean J Food Sci Technol* 20(1): 100-105.
- Koh YW, Yun KW, Kim KJ, Jin SW, Im SB, Ha NI, Jeong HG, Kim SJ, Kim BS, Choi YJ, Song DH, Seo KS. 2021. Useful components and biological activity of fermented *Codonopsis lanceolata* and *Platycodon grandiflorus* by *Lentinula edodes* mycelium. *J Mushroom* 19(4): 300-309.
- Lim TS, Do JR, Kwon OJ, Kim HK. 2007. Physiological activities of *Agaricus bisporus* extracts as affected by solvents. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 36(4): 383-388.
- Maihara VA, Moura PLDC, Catharino MGM, Moreira EG, Castro LP, Figueira, RCL. 2012. Cadmium determination in *Lentinus edodes* mushroom species. *Food Sci Technol* 32(3): 553-557.
- Matsushima Y, Eguchi F, Kikukawa T, Matsuda T. 2009. Historical overview of psychoactive mushrooms. *Inflam Regen* 29(1): 47-58.
- Oh YL, Choi IG, Jang KY, Kim MS, Oh MJ, Im JH. 2021. SNP-based genetic linkage map and quantitative trait locus mapping associated with the agronomically important traits of *Hypsizygos marmoreus*. *Mycobiology* 49(6): 589-598.
- Phillips KM, Ruggio DM, Horst RL, Minor B, Simon RR, Feeney MJ, Byrdwell WC, Haytowitz DB. 2011. Vitamin D and sterol composition of 10 types of mushrooms from retail suppliers in the United States. *J Agric Food Chem* 59(14): 7841-53.
- Qun JIN. 2016. Comparison of antioxidant activity of the extracts from the fruiting body of brown *Agaricus bisporus* at different growth stages. *Acta Agric Zhejiangensis* 28(5): 797.
- Rahi DK, Malik D. 2016. Diversity of mushrooms and their metabolites of nutraceutical and therapeutic significance. *J Mycol* 2016:1-18.
- Ravi Subbiah MT, Abplanalp W. 2003. Ergosterol, (major sterol of baker's and brewer's yeast extracts) inhibits the growth of human breast cancer cells in vitro, and the potential role of its oxidation products. *Int J Vitam Nutr Res* 73: 19-23.
- Safwat MSA, Al Kholi MAJ. 2006. Recent trends, reality, and future in the production, manufacture, and marketing of medicinal and aromatic plants. Egyptian Association of Producers, Manufacturers and Exporters of Medical and Aromatic Plants Esmab, Giza, Egypt 76.
- Shao S, Hernandez M, Kramer JK, Rinker DL, Tsao R. 2010. Ergosterol profiles, fatty acid composition, and antioxidant activities of button mushrooms as affected by tissue part and developmental stage. *J Agric Food Chem* 58(22): 11616-11625.
- Singh M, Kamal S, Sharma VP. 2021. Status and trends in world mushroom production-III-World Production of Different Mushroom Species in 21st Century.
- Takaku T, Kimura Y, Okuda H. 2001. Isolation of an antitumor compound from *Agaricus blazei* Murrill and its mechanism

of action. *J Nutr* 131: 1409-1413.

Yasukawa K, Aoki T, Takido M, Ikekawa T, Saito H, Matsuzawa T. 1994. Inhibitory effects of ergosterol isolated from the edible mushroom *Hypsizigus marmoreus* on TPA-induced inflammatory ear oedema and tumour promotion in mice. *Phytother Res* 8:

10-13.

Zhang YJ, Mills GL, Nair MG. 2002. Cyclooxygenase inhibitory and antioxidant compounds from the mycelia of the edible mushroom *Grifola frondosa*. *J Agric Food Chem* 50: 7581-7585.