

추출방법에 따른 상황버섯의 항산화 활성 및 베타글루칸 함량 분석

권민지, 김희종, 권상철*
한국교통대학교 식품공학전공

Analysis of Antioxidant Activity and Beta Glucan Content in Phellinus linteus by Extraction Method

Min-Ji Gwon, Hui-Jong Kim, Sang-Chul Kwon*

Department of Food Science and Technology, Korea National University of Transportation

요약 본 연구는 추출 방법을 달리 한 상황버섯 추출물의 최적 추출 조건을 찾음과 동시에 상황버섯의 기능성에 대한 기초자료를 제공하고자 수율 및 pH, 베타글루칸 함량, 총 폴리페놀 함량, 총 플라보노이드 함량, DPPH radical 소거능, ABTS radical 소거능을 분석하였다. 추출물은 가압가열추출(autoclave extraction, AE)과 열수 추출(hot water extraction, HWE), 가수 한 후 효소(viscozyme)를 추가로 첨가한 효소 분해추출(Enzymatic decomposition extraction, EDE)로 각각 2h, 4h, 6h 추출한 추출물을 제공받아 사용하였다. 수율의 경우 EDE 6h가 4.47%로 가장 높았으며, pH는 HWE 4h가 5.9로 가장 높았으며 AE 2h가 4.9로 가장 낮았다. 베타글루칸 함량의 경우 AE 6h가 가장 높은 함량을 나타냈으며, 열수 추출과 효소분해 추출에 비해 가압가열추출이 평균적으로 높은 수치를 나타내었다. 총 폴리페놀 함량(mg GAE/g)의 경우 AE 4h가 가장 높은 함량을 나타내었으며, 총 플라보노이드 함량(mg CE/g) 또한 AE 4h가 가장 높은 함량을 나타내었다. DPPH radical 소거능(mg AEAC/g)과 ABTS radical 소거능(mg AEAC/g)도 AE 4h가 가장 높았다. 네 가지 측정 결과 모두 효소분해 추출이 가압가열 추출과 열수추출에 비해 현저히 낮았다. 따라서 세 가지 추출 방법 중 가압가열추출이 최적의 추출 조건에 적합하다.

Abstract This study was performed to determine optimal extraction conditions for *Pellinus linteus* by analyzing pH, DPPH and ABTS radical scavenging activities, and beta-glucan, total polyphenol, and total flavonoid contents. Extracts were prepared by autoclave extraction (AE), hot water extraction (HWE), and enzymatic decomposition extraction (EDE) for 2h, 4h, and 6h, respectively. EDE had the highest yield (4.47%); HWE had the highest pH (5.9) and AE the lowest (4.9). However, AE had the highest beta-glucan content, total polyphenol content (mg GAE/g), total flavonoid content (mg CE/g), and the highest DPPH and ABTS radical scavenging activity (mg AEAC/g). The four tests showed that the properties of AE and HWE were significantly better than those of EDE. Overall, AE was found to be more suitable more *Pellinus linteus* extraction.

Keywords : *Phellinus linteus*, β -glucan, Extract, Antioxidant, Mushroom

본 논문은 2022 충청북도 면역체계 증진 제품 개발 지원사업의 지원을 받아 수행되었음.

*Corresponding Author : Sang-Chul Kwon(Korea National University of Transportation)
email: ksc6969@ut.ac.kr

Received August 17, 2022

Revised October 6, 2022

Accepted November 4, 2022

Published November 30, 2022

1. 서론

상황버섯(*Phellinus linteus*, PL)은 목질진흠버섯(*Phellinus linteus*), 담자균 아문(*Basidi omycotina*), 민주름버섯목(*Aphyll-ophorales*), 소나무비늘버섯과(*Hymenoch-aetaceae*)의 진흠버섯 속(*Phellinus*)에 속하는 백색부후균이다[1]. 이러한 담자균류는 여러 가지 약리작용이 보고되고 있는데, 상황버섯의 경우 항암효과와 면역 기능 향진 및 자궁출혈 및 대하, 월경불순, 장 출혈에 효과와 해독작용 등이 알려져 있다[2,3]. 이 때문에 상황버섯에 대한 연구도 다양하게 진행되고 있는데, Kim 등[4]의 상황버섯의 비만 및 당뇨 억제 효과, Son 등[5]의 상황버섯 발효 음료, Kim 등[6]의 상황버섯의 항산화 및 생리활성 등이 보고된 바 있다.

항 담자균류가 이와 같은 약리작용을 나타내는 데에는 주로 다당류 성분, 그중에서도 β -glucan성 다당류에 의한 것으로 보고되고 있는데, β -glucan성 다당류는 β -1,3-glucan을 주쇄로 하여 β -1,6-glucan이 곁가지로 연결되어있는 형태를 유지한다. 이들은 숙주의 면역기능을 활성화 시킴으로써 새로운 항암제 및 보조제의 기능이 밝혀진 바 있다[7]. 이에 대한 연구로는 다당류의 항암 활성에 관하여 Chihara 등[8]은 다당류에 강력한 항종양 효과가 있음을 확인했고, 그중에서도 β -1,3-glucan chain을 가지는 lentinan의 경우 쥐에 이식된 종양의 성장을 억제하여 거의 완전한 퇴행을 유도했다고 보고했다. 이러한 다당류는 항산화 활성에도 효능이 있는 것으로 보고된 바 있다[9].

항산화란 활성산소종(reactive oxygen species; ROS)이라는 생체 내에서 바이러스나 스트레스 등의 요인에 의해 생성되는 물질을 억제하는 것으로, 활성산소종은 유해한 방식으로 DNA, 단백질, 탄수화물, 지질 등과 반응할 수 있고, ROS가 세포의 보호 체계를 압도하여 산화환원 항상성을 변화시킬 때 신체는 산화적 스트레스를 입게 된다[10]. 항산화제에 대한 연구는 SOD(superoxide dismutase)의 발견을 계기로 시작되었으며, 각종 질병이나 노화가 ROS에 의한 것이라는 게 밝혀지면서 보다 안전하고 강력한 천연 항산화제의 개발이 요구되고 있다[11].

따라서 본 연구는 추출 방법에 따른 상황버섯의 베타글루칸 함량과 항산화 활성 분석을 통해 최적의 추출 조건을 찾음과 동시에 상황버섯의 기능성에 대한 기초자료를 제공하고자 하였다.

2. 재료 및 방법

2.1 실험재료

상황버섯은 ㈜내추럴스푸드로부터 상황버섯 대비 15배 가수 한 가압가열추출(autoclave extraction, AE, 115°C)과 열수 추출(hot water extraction, HWE, 100°C), 가수 한 후 효소(viscozyme)를 추가로 첨가한 효소 분해추출(Enzymatic decomposition extraction, EDE, 40°C)로 각각 2h, 4h, 6h 추출한 추출물을 제공받아 회전 감압농축기(N-1000, Eyela, JAPAN)를 사용하여 농축하여 -80°C에서 냉각 후 동결건조기(FD8508, Ilshinbiobase co., Korea)로 동결건조 후 분말 상태로 -80°C에서 보관하면서 시료로 사용하였다.

2.2 수율 및 pH 측정

추출물의 수율은 동결건조하여 얻은 각각의 건물 중량을 구하고 추출물 제조에 사용된 원료의 건물량에 대한 백분율로 나타내었다. pH 측정은 pH METER(FP20, METTER TOLEDO, Switzerland)를 이용하여 추출물을 3회 반복 측정하였다.

2.3 베타글루칸 함량 측정

베타글루칸 함량은 Megazyme Kit (Mushroom and Yeast β -glucan Assay Procedure K-YBGL)를 이용하여 분석하였다. 총 글루칸 측정은 시료 100 mg을 진한 염산 1.5 ml에 교반 시켜 40°C 항온수조에서 45분간 반응 후 증류수 10 ml를 첨가해 100°C 항온수조에서 2시간 반응시켰다. 그 후 2 M 수산화칼륨 용액 10 ml를 가하고 200 mM 초산 완충액으로 시액을 100 ml로 정용하여 유리섬유 여과지(Whatman GF/A)를 이용해 여과한 것을 시험 용액으로 하였다. 알파 글루칸 측정은 시료 100 mg에 2 M 수산화 칼륨용액을 2 ml 가해 강하게 교반한 후 1.2 M 수산화칼륨 용액 2 ml, megazyme kit의 알파 글루칸 효소 혼합액 0.2 ml를 가하여 40°C 항온수조에서 30분간 반응시킨다. 반응액을 원심분리(3000rpm, 20min)하여 상등액을 시험 용액으로 하였다. 이를 흡광도 510 nm에서 측정된 토탈글루칸(total glucan)과 알파글루칸(α glucan)측정값은 glucose 용액(100 μ g/ml)을 GOPOD 시약과 반응시킨 반응액의 흡광도 값과 함께 www.megazyme.com 홈페이지의 Mega-Calc 함량 계산식을 이용하여 함량(% w/w)값으로 계산하였다. 최종적으로 베타글루칸은 토탈글루칸 함

량에서 알파 글루칸 함량을 빼준 값으로 계산하였다.

2.4 총 폴리페놀, 총 플라보노이드 함량 측정

총 폴리페놀 함량은 Kim 등의 방법[12]을 일부 변형하여 측정하였다. 시료 4 mL에 0.2 N Folin-Ciocalteu's phenol reagent 시약(Sigma-aldrich, USA)을 4 mL, 2% Na₂CO₃ 용액 4 mL를 가하고 실온 암소에서 1시간 반응시켰다. 반응 후 spectrophotometer(Optizen POP, Mecasys Co., Korea)를 이용하여 750 nm 파장에서 흡광도를 측정하였다. 대조 구는 Gallic acid (Sigma-aldrich, USA)를 농도별로 희석하고 표준곡선을 작성하여 시료 중의 총 폴리페놀 함량을 정량하여 gallic acid equivalents(mg GAE/g)로 환산하여 나타냈다.

총 플라보노이드 함량은 Lee 등의 방법[13]을 이용하여 측정하였다. 시료 5 mL에 5% sodium nitrite 0.75 mL를 혼합하여 실온에서 6분간 반응시킨 후 10% aluminium chloride 1.5 mL를 첨가하고 실온에서 5분간 반응시킨 다음 1 N NaOH 5 mL와 혼합한 후 spectrophotometer를 이용하여 510 nm에서 흡광도를 측정하였다. 총 플라보노이드 함량은 (+)-Catechin hydrate (Sigma-aldrich, USA)를 농도별로 희석하고 표준곡선을 작성하여 catechin equivalents(mg CE/g)로 환산하여 나타냈다.

2.5 DPPH 및 ABTS radical 소거능 측정

DPPH(2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl)에 대한 radical 소거능은 DPPH의 환원력을 이용하여 측정하였다[14]. 즉 시료 1 mL에 0.2 mM DPPH용액(99.9% ethyl alcohol에 용해) 9 mL를 가하고 10초간 혼합한 후 실온 암소에서 10분간 반응시키고 spectrophotometer를 이용하여 517 nm 파장에서 흡광도를 측정하였다. DPPH radical 소거능은 Ascorbic acid를 농도별로 희석하고 표준곡선을 작성하여 Ascorbic acid Equivalent Antioxidant Capacity(mg AEAC/g)로 환산하여 나타냈다.

ABTS[2,2'-azino-bis(3-ethylbenzothiazoline-6-sulfonic acid)]에 대한 radical 소거능은 Ku 등의 방법[15]을 일부 변형하여 측정하였다. 7 mM ABTS와 2.45 mM potassium persulfate를 1:1 비율로 혼합하여 실온인 암소에서 12~16시간 동안 방치하여 ABTS⁺를 형성시킨 후 734 nm에서 흡광도 값이 0.900±0.20이 되게

증류수를 사용하여 희석하였다. 시료 0.4 mL에 ABTS reaction 혼합물 11.6 mL를 첨가하여 혼합 후 실온 암소에서 10분간 반응시킨 다음 spectrophotometer를 이용하여 734 nm에서 흡광도를 측정하였다. ABTS radical 소거능은 Ascorbic acid를 농도별로 희석하고 표준곡선을 작성하여 Ascorbic acid Equivalent Antioxidant Capacity(mg AEAC/g)로 환산하여 나타냈다.

2.6 통계처리

모든 실험은 3회 이상을 반복 실험을 시행하였으며, 얻어진 결과는 SPSS (Statistical package for the social science 18.0) program을 사용하여 분산분석(ANOVA)과 Duncan's multiple range test를 실시하였다. 통계적 유의성 검증은 $p < 0.05$ 수준에서 유의적 차이를 확인하였다.

3. 결과 및 고찰

3.1 수율 및 pH

추출 방법에 따른 상황버섯 추출물의 수율 및 pH는 Table 1과 같다. 수율(%)은 6시간 효소 분해추출(EDE 6h)이 4.47%로 가장 높았으며, EDE 4h, AE 2h, AE 6h, EDE 2h, AE 4h, HWE 4h, HWE 6h와 HWE 2h 순으로 높았다. 전체적인 수율을 보았을 때, 효소추출이 대부분 높은 수율을 나타내었다. 이는 Kim[16] 등의 추

Table 1. Yields, and pH and soluble solid of *Phellinus linteus* extract with different extraction methods.

| Sample | Yields (%) | pH |
|---------------|------------|--------------------------|
| AE 2h (115℃) | 1.22 | 4.90 ± 0.02 ^a |
| AE 4h (115℃) | 2.84 | 5.32 ± 0.00 ^d |
| AE 6h (115℃) | 2.46 | 5.03 ± 0.00 ^b |
| HWE 2h (100℃) | 0.83 | 5.88 ± 0.01 ^e |
| HWE 4h (100℃) | 1.04 | 5.90 ± 0.00 ^e |
| HWE 6h (100℃) | 0.83 | 5.62 ± 0.01 ^f |
| EDE 2h (40℃) | 1.36 | 5.22 ± 0.00 ^c |
| EDE 4h (40℃) | 3.71 | 5.61 ± 0.01 ^f |
| EDE 6h (40℃) | 4.47 | 5.40 ± 0.00 ^c |

Results are expressed as the means±SD. In each sample, a-g superscripts are significantly different at $p < 0.05$ by Duncan's multiple range test. AE, autoclave extraction; HWE, hot water extraction; EDE, enzymatic decomposition extraction.

출 방법에 따른 포도 추출액의 품질 특성과 항산화 활성 연구에서 효소추출이 열수 추출과 가압가열추출에 비해 높은 수율을 나타낸 것과 유사한 결과를 보였다. 가압가열에 비해 열수 추출이 대체로 낮은 수율을 나타낸 것은 가압가열 추출이 압력에 의해 불용성 성분들이 가용화됨에 따라 용출이 용이하게 된 것으로 판단할 수 있다[17]. 하지만 pH는 HWE 4h가 5.90으로 가장 높았으며, 가압가열, 열수, 효소분해 추출 모두 각각 경우 추출 시간이 증가할수록 pH가 증가했다가 감소하는 경향을 보였다.

3.2 베타글루칸 함량

추출 방법에 따른 상황버섯 추출물의 베타글루칸 함량 분석 결과는 Table 2와 Fig. 1과 같다. 베타글루칸 함량이 가장 높은 추출 조건은 가압가열추출 6시간(AE 6h)이었으며, 효소분해 추출 4시간(EDE 4h)과 6시간(EDE 6h)이 가장 낮은 함량을 나타내었다. 평균적으로 가압가열 추출이 열수 추출과 효소분해 추출에 비해 높은 함량을 나타내었다. 가압가열추출 방법을 이용한 상황버섯의 베타글루칸 함량은 Jo[18] 등의 영지버섯 균주별 자실체의 베타글루칸과 폴리페놀 함량 비교 분석연구에 나타난 상황버섯의 베타글루칸 함량인 17.5%와 유사한 결과를 나타냈다. 또한 효소분해(EDE)추출의 베타글루칸값이 현저히 낮고 알파글루칸의 값이 다른 시료와 차이가 나는 이유는 Barry [19] 등의 연구에 의하면 효소적 방법은 보리 1,3:1,4-β-글루칸을 완전히 가수분해하여 곡물 β-글루칸이 버섯 제품과 함께 있으면 분석적 특이성이 불가능하다고 보고하였다. 따라서 이와같은 기작에 따른 결과라 판단된다.

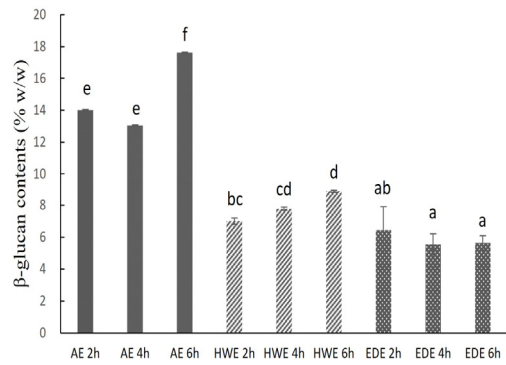


Fig. 1. β-glucan content (% w/w) of *Phellinus linteus* extract with different extraction methods. In each sample, a-f superscripts are significantly different at $p < 0.05$ by Duncan's multiple range test. AE, autoclave extraction; HWE, hot water extraction; EDE, enzymatic decomposition extraction.

3.3 총 폴리페놀, 총 플라보노이드 함량

추출방법에 따른 상황버섯 추출물의 총 폴리페놀 함량은 Fig. 2와 같다. 총 폴리페놀 함량(mg GAE/g)이 가장 높은 추출 방법은 666.9 mg GAE/g를 나타낸 가압가열추출 4시간(AE 4h)이며, 다음으로 HWE 4h 637.95 mg GAE/g, HWE 6h 599.56 mg GAE/g, AE 2h 551.58 mg GAE/g, AE 6h 548.89 mg GAE/g, HWE 2h 461.18 mg GAE/g, EDE 2h 121.28 mg GAE/g, EDE 4h 116.23 mg GAE/g, EDE 6h 111.68 mg GAE/g 순으로 높았다. 전체적으로 효소분해 추출이 가압가열추출과 열수추출에 비해 현저히 낮았다.

Table 2. Total glucan, α-glucan and β-glucan contents of *Phellinus linteus* extract with different extraction methods.

| Sample | Total glucan | β-glucan | |
|----------------|--------------|---------------------|---------------------------|
| | | α-glucan (% w/w) | β-glucan |
| AE 2h (115°C) | 17.08 ± 0.04 | 3.06 ± 0.01 | 14.02 ± 0.03 ^e |
| AE 4h (115°C) | 15.10 ± 0.04 | 2.06 ± 0.00 | 13.05 ± 0.05 ^e |
| AE 6h (115°C) | 19.68 ± 0.04 | 2.06 ± 0.01 | 17.62 ± 0.04 ^f |
| HWE 2h (100°C) | 9.84 ± 0.19 | 2.82 ± 0.00 | 7.02 ± 0.20 ^{bc} |
| HWE 4h (100°C) | 9.43 ± 0.12 | 1.65 ± 0.03 | 7.78 ± 0.10 ^{cd} |
| HWE 6h (100°C) | 10.50 ± 0.09 | 1.60 ± 0.04 | 8.89 ± 0.06 ^d |
| EDE 2h (40°C) | 18.61 ± 1.46 | 12.16 ± 0.03 | 6.45 ± 1.45 ^{ab} |
| EDE 4h (40°C) | 19.02 ± 0.64 | 13.47 ± 0.01 | 5.55 ± 0.65 ^a |
| EDE 6h (40°C) | 20.31 ± 0.48 | 14.67 ± 0.03 | 5.63 ± 0.45 ^a |

Results are expressed as the means ± SD. In each sample, a-f superscripts are significantly different at $p < 0.05$ by Duncan's multiple range test. AE, autoclave extraction; HWE, hot water extraction; EDE, enzymatic decomposition extraction.

총 플라보노이드 함량은 Fig. 3과 같다. 총 플라보노이드 함량(mg CE/g)이 가장 높은 추출 방법 또한 168.21 mg CE/g로 가압가열추출 4시간(AE 4h)이며, 다음으로 HWE 4h 157.75 mg CE/g, HWE 6h 154.07 mg CE/g, AE 2h 138.78 mg CE/g, AE 6h 135.10 mg CE/g, HWE 2h 127.29 mg CE/g, EDE 2h 26.94 mg CE/g, EDE 4h 26.60 mg CE/g, EDE 6h 24.18 mg CE/g순으로 높았고, 이 또한 효소분해 추출이 가압가열과 열수추출에 비해 현저히 낮았다. 이는 온도등의 환경 조건에 따라 활성이 달라지는 효소의 특징을 보아, Hwang[20] 등의 효소분해에 의한 들깨박으로부터 생성된 수용성 다당류 추출물의 항산화 활성 연구에서 viscozyme 효소의 온도별 hemicellulose 분획의 분해 능력을 측정한 결과 50°C가 최적 조건으로 나타났다. 이는 40°C에서 추출된 효소분해 추출(EDE)가 대체적으로 낮은 이유로 볼 수 있다.

3.4 DPPH radical 및 ABTS radical 소거능 측정

추출방법에 따른 상황버섯 추출물의 DPPH radical 소거능은 Fig. 4와 같다. DPPH radical 소거능(mg AEAC/g)이 가장 높은 추출 방법은 449 mg AEAC/g으로 가압가열추출 4시간(AE 4h)이며, 다음으로 HWE 4h 419.68 mg AEAC/g, HWE 6h 419.53 mg AEAC/g, AE 6h 390.25 mg AEAC/g, AE 2h 385.48 mg AEAC/g, HWE 2h 311.32 mg AEAC/g, EDE 4h 85.38 mg AEAC/g, EDE 2h 67.49 mg AEAC/g, EDE 6h 61.86 mg AEAC/g순으로 높았다.

ABTS radical 소거능은 Fig. 5와 같다. ABTS radical 소거능(mg AEAC/g)의 가장 높은 추출 방법 또한 DPPH radical 소거능 결과와 같이 501.63 mg AEAC/g으로 가압가열추출 4시간(AE 4h)이며, HWE 4h 465.66 mg AEAC/g, HWE 6h 460.80 mg AEAC/g, AE 6h 449.13 mg AEAC/g, AE 2h 431.31 mg AEAC/g, HWE 2h 361.96 mg AEAC/g, EDE 4h 109.50 mg AEAC/g, EDE 2h 93.94 mg AEAC/g, EDE 6h 82.60 mg AEAC/g순으로 높았다. DPPH와 ABTS radical 소거능 모두 폴리페놀, 플라보노이드 함량과 같이 효소분해 추출(EDE)이 가압가열(AE)과 열수추출(HWE)에 비해 현저히 낮은 값을 나타내었다. 이 또한 효소가 최적 온도에 충분히 미치지 못해 폴리페놀과 플라보노이드 함량이 낮은것에 기인하여 Osawa[21] 등이 밝힌 총 페놀과 플라보노이드 양과 항산화 활성 사이의 상관관계의 존재에 따른 결과라고 판단할 수 있다.

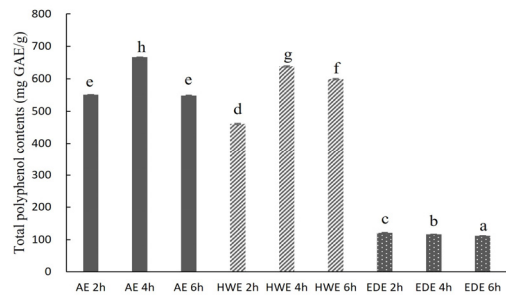


Fig. 2. Total polyphenol contents(mg GAE/g) of *Phellinus linteus* extract with different extraction methods. In each sample, a-h superscripts are significantly different at $p < 0.05$ by Duncan's multiple range test. AE, autoclave extraction; HWE, hot water extraction; EDE, enzymatic decomposition extraction.

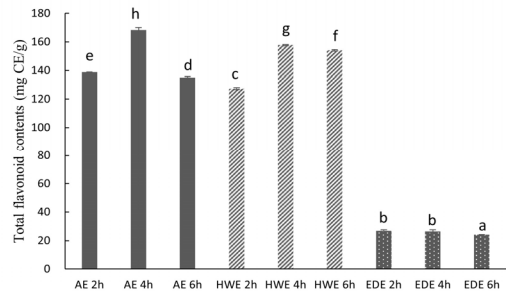


Fig. 3. Total flavonoid contents(mg CE/g) of *Phellinus linteus* extract with different extraction methods. In each sample, a-h superscripts are significantly different at $p < 0.05$ by Duncan's multiple range test. AE, autoclave extraction; HWE, hot water extraction; EDE, enzymatic decomposition extraction.

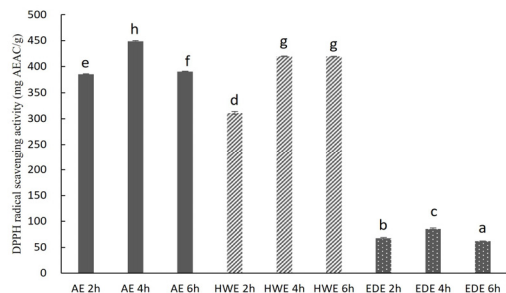


Fig. 4. DPPH radical scavenging activity(mg AEAC/g) of *Phellinus linteus* extract with different extraction methods. In each sample, a-h superscripts are significantly different at $p < 0.05$ by Duncan's multiple range test. AE, autoclave extraction; HWE, hot water extraction; EDE, enzymatic decomposition extraction.

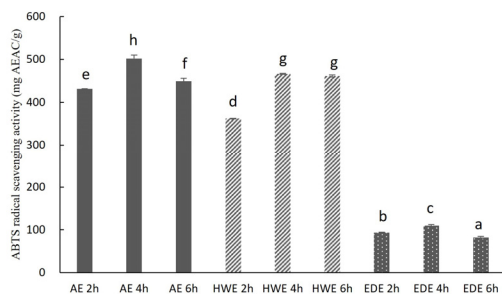


Fig. 5. ABTS radical scavenging activity(mg AEAC/g) of *Phellinus linteus* extract with different extraction methods. In each sample, a-h superscripts are significantly different at $p < 0.05$ by Duncan's multiple range test. AE, autoclave extraction; HWE, hot water extraction; EDE, enzymatic decomposition extraction.

4. 결론

본 연구는 추출 방법을 달리 한 상황버섯 추출물의 수율 및 pH, 베타글루칸 함량, 총 폴리페놀 함량, 총 플라보노이드 함량, DPPH radical 소거능, ABTS radical 소거능을 분석하였다.

수율의 경우 EDE 6h가 4.47%로 가장 높았으며, pH는 HWE 4h가 5.9로 가장 높았으며 AE 2h가 가장 낮았다. 베타글루칸 함량의 경우 AE 6h가 가장 높은 함량을 나타냈으며, 열수 추출과 효소분해 추출에 비해 가압가열추출이 평균적으로 높은 수치를 나타내었다. 총 폴리페놀 함량(mg GAE/g)의 경우 AE 4h가 가장 높은 함량을 나타내었으며, 총 플라보노이드 함량(mg CE/g) 또한 AE 4h가 가장 높은 함량을 나타내었다. 총 폴리페놀과 플라보노이드 함량 모두 가압가열추출과 열수 추출의 값이 효소분해 추출에 비해 평균적으로 높았으며, 효소분해 추출의 경우 현저히 낮은 값을 나타냈다. DPPH radical 소거능(mg AEAC/g)과 ABTS radical 소거능(mg AEAC/g) 또한 폴리페놀과 플라보노이드 함량 결과와 같이 AE 4h가 가장 높았으며, 가압가열추출과 열수 추출이 효소분해 추출에 비해 평균적으로 높은 결과를 나타냈다. 따라서 수율과 항산화 및 베타글루칸 함량 등의 기능성들을 모두 고려하면 가압가열 추출 4시간이 가장 최적의 추출조건에 적합하다. 이는 상황버섯의 베타글루칸 함량과 항산화 활성이 확인됨에 따라 상황버섯의 기능성에 대한 기초자료 제공에도 기여되었다고 판단된다.

References

- [1] W. Chen, H. Tan, Q. Liu, X. Zheng, H. Zhang, Y. Liu, L. Xu . "A Review: The Bioactivities and Pharmacological Applications of *Phellinus linteus*.", *Molecules*, Vol. 24, pp. 1888, 2019. DOI: <https://doi.org/10.3390/molecules24101888>
- [2] Y. K. Lee, M. J. Han, S. Y. Park, D. H. Kim, "In vitro and in vivo Antitumor Activity of the Fruit Body of *Phellinus linteus*.", *Korean journal of food science and technology*, Vol. 32, pp 477-480, 2000.
- [3] J. H. Ji, M. N. Kim, C. G. Jung, S. S. Ham, "Antimutagenic and Cytotoxicity Effects of *Phellinus linteus* Extracts.", *Journal of the Korean Society of Food Science and Nutrition*, Vol. 29, pp. 322-328, 2000.
- [4] H. S. Kim, J. H. You, Y. J. Lee, I. B. Park, J. W. Park, M. A. Jung, Y. S. Kim, S. O. Kim, "Inhibitory Effects of *Phellinus linteus* and Rice with *Phellinus linteus* Mycelium on Obesity and Diabetes.", *Journal of the Korean Society of Food Science and Nutrition*, Vol. 42, pp. 1029-1035, 2013. DOI: <https://doi.org/10.3746/jkfn.2013.42.7.1029>
- [5] M. J. Son, S. J. Son, S. P. Lee, "Physicochemical Properties of Carrot Juice Containing *Phellinus linteus* Extract and Beet Extract Fermented by *Leuconostoc mesenteroides* SM," *Journal of the Korean Society of Food Science and Nutrition*, Vol. 37, pp. 798-804, 2008. DOI: <https://doi.org/10.3746/jkfn.2008.37.6.798>
- [6] J. O. Kim et al., "Antioxidative and Biological Activity of Hot Water and Ethanol Extracts from *Phellinus linteus*," *Journal of the Korean Society of Food Science and Nutrition*, Vol. 37, pp. 684-690, 2008. DOI: <https://doi.org/10.3746/jkfn.2008.37.6.684>
- [7] J. W. Lee, K. W. Bang, "Biological activity of *Phellinus* spp.", *Food Industry and Nutrition*, Vol. 6, pp. 25-33, 2001.
- [8] G. Chihara, J. Hamuro, Y. Y. Maeda, Y. Arai, F. Fukuoka, "Fractionation and Purification of the Polysaccharides with Marked Antitumor Activity, Especially Lentinan, from *Lentinus edodes*.", *Cancer Research*, Vol. 30, pp. 2776-2781, 1970.
- [9] I. H. Kim, E. J. Jin, J. H. Lee, "Antioxidant and antimicrobial activities of cambodian mushroom, *Phellinus linteus*.", *Environmental Mutagens and Carcinogens*, Vol. 26, pp. 41-44, 2006.
- [10] S. J. Lee, M. G. Lee, G. P. Choe, N. Y. Kim, S. G. No, M. Y. Heo, J. D. Kim, H. Y. Lee, J. H. Lee, "Inhibitory effect of Korean mistletoes on the oxidative DNA damage.", *Korean Journal of Medicinal Crop Science*, Vol. 1, pp.89-96, 2003.
- [11] S. Y. Choi, S. K. Jung, S. K. Kim, Y. C. Yu, K. B. Lee, J. B. Kim, J. Y. Kim, K. S. Song, "An antioxidant homo-flavoyadorinin-B from Korean mistletoe

- (*Viscum album* var. *coloratum*).”, *Journal of the Korean Society for Applied Biological Chemistry*, Vol. 47, pp.279-282, 2004.
- [12] H. J. Jeong, S. T. Kim, J. G. Park, K. H. Kim, K. M. Kim, W. J. Jun, “Antioxidant Activities and Protective Effects of Hot Water Extract from *Curcuma longa* L. on Oxidative Stress-Induced C2C12 Myoblasts”, *Korean Society of Food Science and Nutrition*, Vol. 46, pp.1408-1413, 2017.
DOI: <https://doi.org/10.3746/jkfn.2017.46.11.1408>
- [13] D. H. Lee, J. H. Hong, “Physicochemical properties and storage stability of blueberry fermented by lactic acid bacteria”, *Korean Journal of Food Preservation*, Vol. 22, pp.796-803, 2015.
DOI: <https://doi.org/10.11002/kjfp.2015.22.6.796>
- [14] M. S. Blois, “Antioxidant determinations by use of a stable free radical.”, *Nature*, 1199-1200, 1958.
DOI: <http://dx.doi.org/10.1038/1811199a0>
- [15] H. Y. Ku, K. Y. Lee, “Comparison of Antioxidant Activity of Vegetable Oil by Using Adsorbents”, *Journal of the Korea Academia-Industrial cooperation Society*, Vol.19, pp.57-62, 2017.
DOI: <https://doi.org/10.5762/KAIS.2018.19.4.57>
- [16] M. H. Kim, H. J. Kwak, B. H. Yoo, D. J. Kim, S. J. Youn, “Quality characteristics and antioxidant effects of grape juice obtained with different extraction methods.”, *Korean Journal of Food Preservation*, Vol. 20, pp. 784-790, 2013.
DOI: <https://doi.org/10.11002/kjfp.2013.20.6.784>
- [17] H. M. Park, J. H. Hong, “Antioxidant activity of extracts with extraction methods from *Phellinus linteus* mycelium on *Mori ramulus*.”, *Korean Journal of Food Preservation*, Vol. 21, pp. 565-572, 2014.
DOI: <https://doi.org/10.11002/kjfp.2014.21.4.565>
- [18] J. H. Cho, J. Y. Lee, M. J. Lee, H. N. Oh, D. H. Kang, C. S. Jung, “Comparative analysis of useful β -glucan and polyphenol in the fruiting bodies of *Ganoderma* spp.”, *Journal of mushroom science and production*, Vol. 11, pp. 164-170, 2013.
- [19] McCleary, Barry & Draga, Anna. (2016). Measurement of β -Glucan in Mushrooms and Mycelial Products. *Journal of AOAC International*. 99. 364-373.
DOI: <https://doi.org/10.5740/jaoacint.15-0289>
- [20] J. Y. Hwang, J. M. Kim, K. Y. Yoon, “Antioxidant activity of water-soluble polysaccharide extracts produced from perilla seed cake by enzymatic hydrolysis.”, *Korean Journal of Food Preservation*, Vol.28, pp. 190-198, 2021.
DOI: <https://doi.org/10.11002/kjfp.2021.28.2.190>
- [21] T. Osawa, “Novel natural antioxidant for utilization in food and biological system. In *Postharvest Biochemistry of Plant Food Material in the Tropics*.”, Uritani I, Garcia VV, Mendoza EM, eds. Japan Scientific Societies Press, Tokyo, Japan. pp. 241-251. 1994.

권민지(Min-Ji Gwon)

[준회원]



- 2020년 3월 ~ 현재 : 한국교통대학교 식품공학전공 학부

<관심분야>

HACCP, 식품위생, 식품미생물, 식품가공, 식품분석

김희종(Hui-Jong Kim)

[준회원]



- 2017년 3월 ~ 현재 : 한국교통대학교 식품공학전공 학부

<관심분야>

HACCP, 식품위생, 식품미생물, 식품가공, 식품분석

권상철(Sang-Chul Kwon)

[정회원]



- 1999년 2월 : 성균관대학교 생명자원과학과 (농학석사)
- 2002년 2월 : 성균관대학교 식품생명공학과 (이학박사)
- 1995년 10월 ~ 2011년 2월 : (주) 참선진중합식품 (R&D 부장)
- 1995년 10월 ~ 2013년 2월 : 한국식품산업협회 식품안전지원단
- 2013년 3월 ~ 현재 : 한국교통대학교 식품공학전공 교수

<관심분야>

HACCP, 식품위생, 식품미생물, 식품가공, 식품분석