

표고균사체 발효하수오 배양적 특성 및 이화학적 성분

오준석¹ · 홍재희¹ · 박태영¹ · 김경제² · 진성우² · 반승언² · 고영우² · 정상욱² · 임승빈² · 서경순^{2,*}

¹동부생약영농조합법인

²(재)장흥군버섯산업연구원

Chemical compositions of fermented *Polygonum multiflorum* Thunberg. root by *Lentinula edodes* (Berk.) Pegler mycelials cultivation

Junseok Oh¹, Jae-Heoi Hong¹, Tae-Young Park¹, Kyung-Je Kim², Seong-Woo Jin², Seung-Eon Ban², Young-Woo Koh², Sang-Wook Jeong², Seung-Bin Im², and Kyoung-Sun Seo^{2,*}

¹Dongbu Eastern Herbal Medicine Agricultural Association Corporation, Suncheon 58019, Korea

²Jangheung Research Institute for Mushroom Industry, Jangheung 529-851, Korea

ABSTRACT: This study was performed to determine the optimal condition for *Lentinula edodes* JMI-10079 mycelium cultivation on the root of *Polygonum multiflorum*. We also analyzed the proximate composition, total amino acids, and minerals in the root of *P. multiflorum* cultivated with *L. edodes* JMI-10079 mycelia. The optimal temperature and pH for *L. edodes* JMI-10079 mycelium cultivation on the *P. multiflorum* root were 25°C and pH 5–6 respectively, whereas the optimal carbon and nitrogen sources were glucose and maltose, respectively. The content of crude protein, crude fat, and ash in the *P. multiflorum* root cultivated with *L. edodes* JMI-10079 mycelia was higher than that in the uncultivated *P. multiflorum* root. The content of crude fiber was the highest in the control. Total amino acid analysis revealed that the contents of total amino acids and total essential amino acids were increased by higher root of *P. multiflorum* concentration.

KEYWORDS: *Lentinula edodes* JMI-10079, *Polygonum multiflorum*, free amino acids, optimal cultivation condition, proximate composition.

서론

표고(*Lentinula edodes*)는 담자균류 느타리과 표고속으로 분류되며(Hong, 1980; Ko *et al.*, 1999), 독특한 풍미가

특징으로 식용으로 널리 이용되어 왔다(Hong *et al.*, 1988). 동북아시아에서 선호도가 높은 버섯중의 하나로 영양적인 요소를 다양하게 함유하고 있다(Yim *et al.*, 1991).

최근 버섯류에서 항암 효과 및 콜레스테롤 저하 효과가 있는 것으로 알려지고 있으며(Chihara, 1985), 표고 균사에 존재하는 단백 다당류의 바이러스성 질환에 대한 방어 효과가 있는 것으로 알려져 있다(Takehara, 1979). 표고에서 분리한 다당체가 lentinan이라는 제품으로 항암보조제로 개발된 바 있다(Fujii *et al.*, 1978). 표고 균사의 기능성은 항암, 콜레스테롤 저하(Hobbs, 2000), 혈당 강하(Ross *et al.*, 1999), 항종양작용(Yamamoto *et al.*, 1997) 등이 입증됨으로써 균사체를 이용한 식품, 또는 약제로서의 이용 가능성이 크게 대두되고 있다(Misuno, 1995).

하수오(the root of *Polygonum multiflorum*)는 마디풀과(Polygonaceae)에 속하는 다년생 초본인 붉은조롱(*Polygonum multiflorum* Thunberg)의 덩이뿌리이다(Lee and Park, 2011). 중국의 하남, 강서, 광둥, 광서, 호남 지

J. Mushrooms 2016 December, 14(4):184-190
<http://dx.doi.org/10.14480/JM.2016.14.4.184>
 Print ISSN 1738-0294, Online ISSN 2288-8853
 © The Korean Society of Mushroom Science

*Corresponding author
 E-mail : astragali@daum.net
 Tel : +82-61-862-8877

Received November 29, 2016
 Revised December 15, 2016
 Accepted December 19, 2016

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.

역이 주산지이며, 우리나라 중남부 지방에서 서식한다 (Chan *et al.*, 2003). 민간에서는 하수오 유래를 바탕으로 허약하여 땀이 많고 빈혈이 있거나 불면증, 변비 등에 사용해왔고(Yim *et al.*, 1998), 해독작용이 있어 결핵성 림프염에도 사용하였다(Xiao *et al.*). 또한 장복할 경우 혈압 강하 및 동맥경화를 방지하는 것으로 알려져 민간요법으로 이용되어 왔다(Choi *et al.*, 2012). 적하수오의 항산화 효과를 비교한 결과, 적하수오의 높은 항산화 효능 및 간암세포 저해활성이 보고된 바 있다(Fan, 2012).

최근 약용식물을 비롯한 천연자원을 미생물로 발효한 제품들에 대한 관심이 높아지고 있으며(Ahn *et al.*, 2005) 발효과정에서 생성되는 유기산을 비롯한 유용성분들이 인체에서 항산화 작용을 한다는 발표들이 이어지면서 천연소재의 미생물 발효 연구가 활발히 진행되고 있다(Bae *et al.*, 2002).

이러한 가능성을 가지고 있는 하수오를 표고균사로 발효하여 건강식품 원료로 활용하고자 본 연구를 수행하였으며, 표고균사 발효 하수오 생산조건 확립을 위하여 하수오를 배지로 한 표고균사의 성장 조건을 탐색하였다. 또한 표고 발효 하수오의 일반성분, 아미노산 및 무기성분을 분석하여 표고균사 배양에 따른 하수오의 성분을 구명하였다.

재료 및 방법

재 료

본 실험에 사용한 적하수오(The root of *Polygonum multiflorum* Thunberg)는 동부생약 영농조합법인 부설 재배단지(위도 35°01'95", 경도 127°30'25")에서 2014년 5월 구입하였다. 발효에 사용한 표고균사는 (재)장흥군버섯산업연구원에서 분양받은 *Lentinula edodes* (JMI10079)를 배양하여 연구를 진행하였다. 건조한 적하수오를 각각 분쇄하여 25mesh 체로 거른 후, 실온에 보관하며 시료로 사용하였다. 추출물은 분말상태로 냉장 보관하면서 사용하였다.

시 약

실험에 사용한 추출 및 chromatography용 용매 및 시약(Sigma-Aldrich Co., USA)은 일급 또는 특급시약을 구입하여 사용하였다.

배지조성에 따른 균사의 성장 측정

열풍건조 적하수오를 분쇄하여 25mesh 체로 거른 후,

톱밥과 적하수오의 배합비를 달리하여 Table 1과 같이 혼합하였다. 각각의 배지 수분은 60%로 만들어 직경 24 mm, 높이 200 mm의 투명한 원통형 시험관에 각 배지를 50 g씩 넣은 후, 121°C에서 15분간 멸균하여 식힌 후 표고버섯균사체(JMI10079)를 표면부분에 접종하고 기존 연구를 참고하여(Noh *et al.*, 2015) 23, 25, 27 및 29°C로 설정한 배양기에서 배양하였다. 균사체의 성장은 접종면으로부터 아래로 성장해간 균사의 길이를 측정하여 나타내었다.

pH에 따른 적하수오에서 다른 균사의 성장 측정

증류수를 1N HCl과 1N NaOH를 사용하여 pH를 4.0~8.0으로 조절한 후, 25 mesh를 통과하지 않은 적하수오 잔류물을 직경 24 mm, 높이 200 mm의 투명한 원통형 시험관에 각 적하수오를 50 g씩 넣은 후, 121°C에서 15분간 멸균하여 식힌 후 표고균사체를 적하수오의 표면부분에 접종하고 25°C로 조절된 배양기에서 배양하였다. 균사체의 성장은 접종면으로부터 아래로 성장해간 균사의 길이를 측정하여 나타내었다.

탄소원에 따른 균사의 성장 측정

탄소원으로 glucose, lactose, maltose, starch, sucrose 5종을 선택하여 증류수에 2% 농도로 각각의 탄소원을 각 25 mesh를 통과하지 않은 적하수오 50 g과 함께 직경 24 mm, 높이 200 mm의 투명한 원통형 시험관에 넣은 후, 121°C에서 15분간 멸균하여 식힌 후 표고균사체를 적하수오의 표면부분에 접종하고 25°C로 조절된 배양기에서 배양하였다. 균사체의 성장은 접종면으로부터 아래로 성장해간 균사의 길이를 측정하여 나타내었다.

질소원에 따른 균사의 성장 측정

질소원으로 ammonium tartrate, glutamic acid, malt extract, potassium nitrate, urea 5종을 선택하여 증류수에 2% 농도로 각각의 질소원을 녹여, 각 25 mesh를 통과하지 않은 적하수오와 함께 직경 24 mm, 높이 200 mm의 투명한 원통형 시험관에 50 g씩 넣은 후, 121°C에서 15분간 멸균하여 식힌 후 표고균사체를 적하수오의 표면부분에 접종하고 25°C로 조절된 배양기에서 배양하였다. 균사체의 성장은 접종면으로부터 아래로 성장해간 균사의 길이를 측정하여 나타내었다.

일반성분 분석

일반성분은 AOAC(1996)방법에 따라 분석하였다. 수분은 시료 1 g을 각각 칭량병에 담고 105°C dry oven에서 향량이 될 때까지 건조시켜 무게를 측정하여 구하였다. 조회분은 시료 2 g을 250°C에서 예비 회화한 후 600°C에서 직접 회화법으로, 조단백질의 함량은 Kjeldahl법(Sin, 1987)으로 측정된 질소량에 질소계수 6.25를 곱하여 산출

Table 1. Different ratio of sawdust the root of *Polygonum multiflorum*(PM) by *Lentinula edodes* JMI-10079 mycelials

Materials	Mixed ratio (%)				
	A	B	C	D	E
Sawdust	100	70	50	30	0
PM	0	30	50	70	100

하였으며, 조지방의 함량은 Soxhlet 추출법(Lee *et al.*, 2008)으로, 조섬유는 Henneberg Stohmann 개량법(Kim *et al.*, 2007)으로 구하였다. 가용성 무질소물의 함량은 총량에서 수분, 조회분, 조단백질, 조지방 및 조섬유의 함량을 뺀 값으로 산출하였다.

아미노산 분석

아미노산 분석은 Daniel(1993)과 Steven(1993)의 방법에 따라 분해 및 유도체화 과정을 거친 후 HPLC(1200 Series, Agilent Technologies, USA)로 분석하였다. 시료 0.5 g과 6 N-HCl 10 mL을 시험관에 넣고 시험관 끝을 불로 녹여 밀봉한 후, 멸균기로 110°C에서 24시간 가수분해시켰다. 가수분해가 완료된 시료는 여과화면서 methanol 50 mL로 정용하여 감압농축한 후, 20 mM HCl 5 mL로 정용하였다. 0.45 µm membrane filter로 여과하여 얻은 여액을 일정량 취한 후 AccQ-Tag 시약을 사용하여 유도체화 시킨 후 HPLC로 분석하였고 함량은 integrator에 의한 외부표준법으로 계산하였다.

무기성분 분석

무기성분은 건식분해법(KFDA, 1999)으로 전 처리하여 분석하였다. 즉 시료 0.5 g을 600°C에서 회화시켜 백색회분을 얻은 후, 2배 희석한 진한 염산 10 mL를 가해 여과하여 수욕상에서 증발 건조 시킨 후 4배 희석한 염산 10 mL를 가한 후, 증류수를 이용하여 100 mL로 정용한 여액을 분석시료로 사용하였다. 각 무기성분의 정량은 원자흡광광도계(AAnalyst 400, Perkin Elmer, USA)로 각 원소의 표준 용액 농도를 0.1, 0.5 및 1.0 ppm으로 조제하여 표준 검량 곡선을 작성하여 분석하였다.

통계분석

모든 실험은 3회 반복하였으며, 실험결과를 SPSS 통계 프로그램(ver. 12.0, SPSS Inc., USA)을 이용하여 평균값과 표준편차를 산출하였으며 Duncan's multiple test를 통해 그 유의성 ($p < 0.05$)을 확인하였다.

결과 및 고찰

표고균사 적하수오 발효 최적온도

적하수오 온도별로는 성장속도는 25°C에서 가장 빨랐으며, 23°C, 27°C에서도 성장속도가 빠르게 나타났다(Fig. 1, Table 2). 29°C에서는 균사의 생장이 오히려 억제되는 것을 확인하였다. *L. edodes* JMI-10079 균주의 적하수오 최적 균사배양 온도는 25°C로 나타났다. 이는 표고 품종별 최적 성장온도를 측정된 기존 연구에서 25°C조건이 표고 균사들의 생육에 적합하다는 기존연구와 일치하였다(Lee *et al.*, 2014).

Table 2. The mycelial concentration of *Lentinula edodes* JMI-10079 on the root of *Polygonum multiflorum* by different temperatures

Temperatures	Mycelial concentration (30days)
23°C	++++ ¹⁾
25°C	++++
27°C	+++++
29°C	++

¹⁾Mycelial density +: Poor ++:Thin +++:Sparse ++++:Compact +++++:Very compact

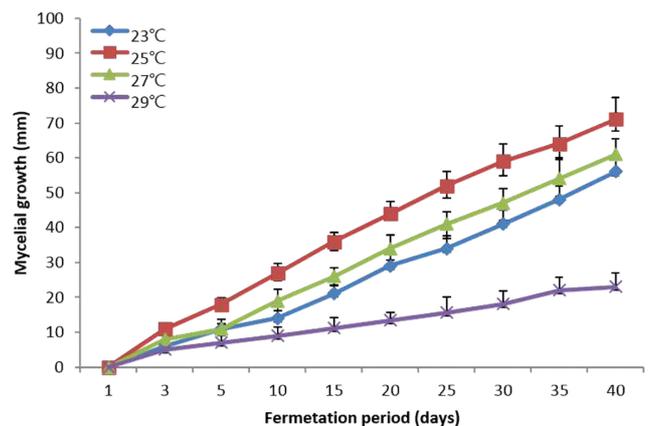


Fig. 1. The mycelial growth of *Lentinula edodes* JMI-10079 on the root of *Polygonum multiflorum* by different temperatures.

적하수오 버섯 발효 pH

pH에 따른 적하수오 발효를 위한 *L. edodes* JMI-10079 균사의 성장 결과는 Fig. 2. 및 Table 3에 나타나있다. pH 5~8의 범위에서 균사생장이 양호하였다. pH 4의 조건에서는 균사의 생장이 많이 저조한 것으로 나타났다. 이러한 결과로 *L. edodes* JMI-10079 균주 생장에 최적합한 산도는 pH 5~8임을 확인할 수 있었다.

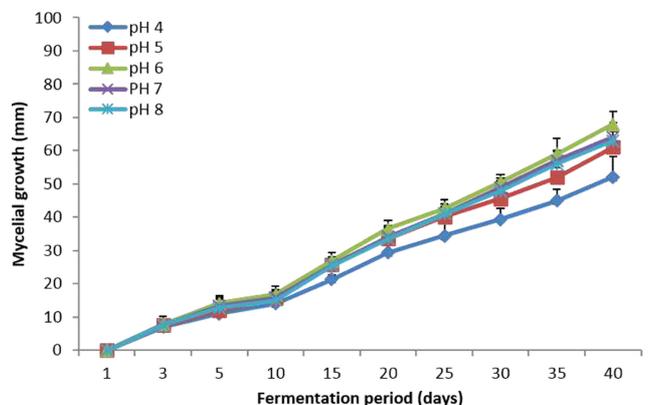


Fig. 2. The mycelial growth of *Lentinula edodes* JMI-10079 on the root of *Polygonum multiflorum* by different pHs.

Table 3. The mycelial concentration of *Lentinula edodes* JMI-10079 on the root of *Polygonum multiflorum* by different pHs

pH	Mycelial concentration (30days)
4	+++ ¹⁾
5	++++
6	++++
7	+++++
8	+++++

¹⁾Mycelial density +: Poor ++:Thin +++:Sparse ++++:Compact +++++:Very compact

탄소원, 질소원에 따른 균사 성장

탄소원은 균류에 있어서 탄수화물, 단백질, 지질, 핵산 등의 합성과 에너지 공급원으로서 균주의 성장에 필수적인 영양원이다. 적하수오 발효를 위한 *L. edodes* JMI-10079의 균사생육을 위한 최적 탄소원을 선별하기 위한 실험결과는 모든 처리구에서 생육이 양호하게 나타났으며, glucose 처리구에서 가장 양호하였다(Fig. 3, Table 4). 표고 재배에 사용하는 참나무 및 톱밥은 균사생장에 필요한 lignin, cellulose를 제공하며, 균사체의 분해작용을 통해 당원으로 사용된다(Varoquaux *et al.*, 1999).

최적 질소원을 선별하기 위한 실험결과 ammonium tartrate 와 glutamic acid 처리구에서 대조구보다 생장이

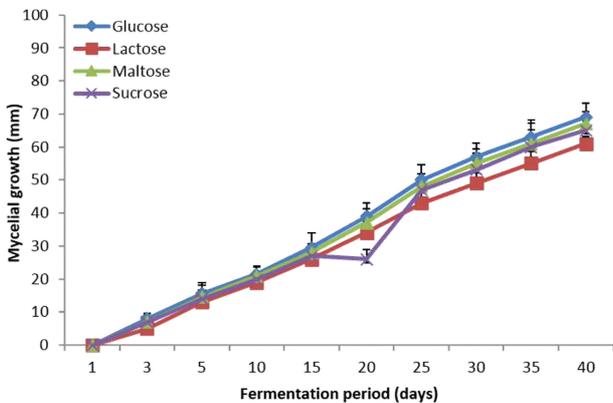


Fig. 3. The mycelial growth of *Lentinula edodes* JMI-10079 on the root of *Polygonum multiflorum* by different carbon resources.

Table 4. The mycelial amount of *Lentinula edodes* JMI-10079 on the root of *Polygonum multiflorum* by different carbon resources

Carbon resources	Mycelial amount (mg/30days)
Glucose	48.7±4.2 ¹⁾
Lactose	40.2±3.7
Maltose	45.6±4.4
Sucrose	43.1±5.1

¹⁾ Values are presented mean ± SD(n=3).

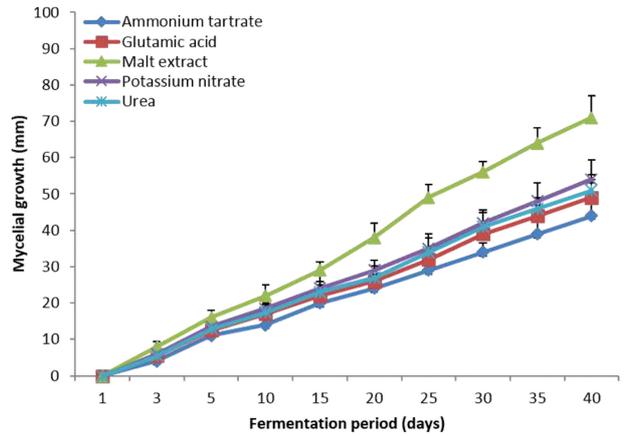


Fig. 4. The mycelial growth of *Lentinula edodes* JMI-10079 on the root of *Polygonum multiflorum* by different nitrogen resources.

Table 5. The mycelial amount of *Lentinula edodes* JMI-10079 on the root of *Polygonum multiflorum* by different nitrogen resources

Nitrogen resources	Mycelial amount (mg/30days)
Ammonium tartrate	17.6±2.1 ¹⁾
Glutamic acid	23.9±3.4
Malt extract	42.7±3.7
Potassium nitrate	26.1±2.9

¹⁾ Values are presented mean ± SD(n=3).

저조하였으며, malt extract와 potassium nitrate 처리구에서는 대조구에 비해 생육은 촉진이 되는 걸 확인하였고, malt extract 처리구에서 가장 양호하였다(Fig 4, Table 5). 기존 연구에서 표고균을 배양하여 17일 후 2.6 g/L의 수율이 나타났다는 보고(Lee *et al.*, 1998) 및 같은 기간 동안에 140 L 표고 배양액에서 액체 균사체 약 55 g/L를 얻었다는 결과 (Shim *et al.*, 2014)와 비교할 때 본 연구는 고체배지를 활용하였지만, 균사생장이 양호하게 나타남을 확인하였다. 본 연구는 표고균사 하수오의 대량생산에 있으며, 대량생산 조건 수립결과 결과 적하수오 발효에 적합한 표고균사 배양온도는 25°C, 최적 pH는 5-6, 최적 탄소원 및 질소원은 각각 glucose 및 malt extract로 나타났다. 이상의 조건을 바탕으로 추 후 버섯발효 하수오 대량 배양조건을 연구하고자 한다.

일반성분 함량

적하수오 첨가비율에 따른 배지의 일반성분 분석결과를 Table 6과 같다. 수분함량은 발효 적하수오 50%를 첨가한 시험구가 56.48%로 가장 낮게 나타났으며, 70%를 첨가한 시험구에서 60.87%로 가장 높게 나타났다. 조단백질 함량은 대조군이 2.4%로 가장 낮게 나타났으며, 적하수오 첨가량이 증가함에 따라 증가하는 경향을 보였다. 조지방

Table 6. Proximate compositions of fermented the root of *Polygonum multiflorum* by *Lentinula edodes* JMI-10079 mycelials

Composition	Contents(%)				
	A ¹⁾	B	C	D	E
Moisture	56.91±0.89 ²⁾	58.81±1.08	56.48±0.74	60.87±0.82	59.54±1.04
Crude protein	2.4±0.05	2.71±0.04	3.15±0.09	4.18±0.09	4.02±0.10
Crude fat	0.25±0.02	0.1±0.01	0.16±0.01	0.38±0.01	0.1±0.05
Crude ash	0.85±0.03	1.58±0.03	2.02±0.08	2.26±0.04	2.84±0.02
Crude fiber	3.2±0.07	2.9±0.08	3.02±0.10	2.96±0.07	2.45±0.05
Nitrogen free extract	36.39±2.11	33.9±1.74	35.17±0.91	29.35±2.31	31.05±1.34

¹⁾ Symbols are referred to Table 1.

²⁾ Values are presented mean ± SD(n=3).

Table 7. The contents of total amino acids of fermented the root of *Polygonum multiflorum* by *Lentinula edodes* JMI-10079 mycelials

Composition	Contents(mg%)				
	A ¹⁾	B	C	D	E
Aspartic acid	37.15±0.25 ⁵⁾	72.43±0.84	98.18±0.07	130.91±0.51	140.88±0.78
Serine	18.23±0.18	158.34±1.48	164.78±0.47	273.33±2.08	283.33±2.81
Glutamic acid	60.03±0.05	120.01±0.98	137.84±0.87	188.63±0.18	200.34±1.18
Glycine	23.78±0.07	90.84±0.48	121.78±0.75	181.78±0.17	201.13±0.82
Histidine	22.75±0.08	88.58±0.84	100.34±0.67	197.63±2.14	200.57±0.93
Arginine	262.45±0.18	458.48±1.18	524.96±5.81	600.64±5.17	654.68±2.84
Threonine	393.35±0.23	334.76±2.87	560.67±2.87	581.69±3.34	591.18±3.48
Alanine	201.95±0.87	120.38±0.94	150.67±2.41	191.51±0.78	214.96±0.84
Proline	163.68±0.78	100.84±0.84	120.74±0.72	134.17±0.88	148.87±0.14
Tyrosine	92.93±0.04	64.57±0.87	87.59±0.49	98.29±0.64	100.31±0.43
Valine	55.00±0.08	79.58±0.14	100.48±0.48	115.49±0.41	127.76±0.18
Methionine	16.98±0.04	15.01±0.07	19.58±0.21	21.71±0.01	36.88±0.07
Lysine	127.10±0.18	80.18±0.08	111.52±0.38	136.47±0.48	145.47±0.28
Isoleucine	35.58±0.04	80.58±0.41	147.11±0.71	160.85±1.87	187.81±0.38
Leucine	32.05±0.48	70.41±0.48	150.84±1.11	185.34±0.91	200.65±0.78
Phenylalanine	42.23±0.18	85.78±0.14	152.84±2.87	175.26±0.87	195.58±0.46
TAA ²⁾	1,585.20	2,020.77	2,749.92	3,373.69	3,630.40
EAA ³⁾	725.03	834.88	1,343.38	1,574.44	1,685.90
EAA/TAA(%) ⁴⁾	45.74	41.31	48.85	46.67	46.44

¹⁾ Symbols are referred to Table 1.

²⁾ TAA, total amino acid.

³⁾ EAA, total essential amino acid (Thr.+Val.+Met.+Ile.+Leu.+Phe.+His.+Lys.).

⁴⁾ EAA/TAA(%), total amino acid/total essential amino acid.

⁵⁾ All values are mean ± SD(n=3).

함량은 각각 0.25%, 0.10%, 0.16%, 0.38% 및 0.10%로 나타났으며, 조회분 함량은 각각 0.85%, 1.58%, 2.02%, 2.26% 및 2.84%로 적하수오 발효물 첨가량에 비례하여 증가하는 경향을 보였다. 조섬유 함량은 대조구에서 36.39%로 가장 높게 나타났다. 표고버섯의 유효성분인 렌티난은 다당체로(Ross *et al.*, 1999), 가용성무질소물 함량은 당 성분으로 변화되는 탄수화물의 함량과 관련이 있는

것으로 보고된 바 있다(Choi, 2009). 본 연구에서 시험구들의 가용성무질소물 함량은 대조구에서 36.39%로 가장 높게 나타났다.

아미노산 함량

적하수오 발효물 첨가비율에 따른 배지의 구성아미노산 분석결과는 Table 7과 같다. 총 16종의 아미노산이 검출

Table 8. The contents of mineral of fermented the root of *Polygonum multiflorum* by *Lentinula edodes* JMI-10079 mycelials

Composition	Contents(mg%)				
	A ¹⁾	B	C	D	E
K	1,710.31±0.45 ²⁾	1,657.51±0.85	1,509.12±0.92	1,151.43±0.42	1,109.53±0.48
Ca	94.28±0.15	96.22±0.14	91.6±0.05	107.01±0.61	105.91±0.25
Mg	103.25±0.04	113.78±0.47	126.41±0.43	115.86±0.26	121.84±0.18
Na	4.22±0.01	6.3±0.02	7.24±0.01	5.61±0.01	7.26±0.01

¹⁾ Symbols are referred to Table 1.

²⁾ Values are presented mean ± SD(n=3).

되었으며, 필수아미노산으로 주사제, 동물의 사료첨가제로 사용될 뿐 아니라 항생물질과 다른 의약품의 합성 및 생산의 원료로 이용되는 threonine(Kim, 1990)과 성장 호르몬의 분비를 증가시켜 골밀도 증가를 나타내는 arginine(Choi, 2009)이 높은 함량을 보였다. 또한 arginine 및 threonine은 적하수 발효물 100% 시험구에서 각각 591.18 mg%와 654.68 mg%로 높은 함량을 나타내었으며, 첨가량에 비례하여 증가하는 경향을 보였다. 그러나 지질과산화 반응에 도움을 주는 methionine(Yang *et al.*, 1988)은 최저 15.01 mg%, 최고 36.88 mg%로 가장 낮은 함량을 나타내었다. 총 구성아미노산 및 필수아미노산의 함량은 적하수 발효물 첨가량에 비례하여 증가하는 경향을 확인 하였다. Glutamic acid는 버섯특유의 감칠맛을 주는 성분으로 알려져 있다(Stamets, 2000). 버섯의 건조 온도에 따라 유리아미노산 함량이 변화한다는 기존 보고(pei *et al.*, 2014)와 같이 본 연구에서도 표고균사 발효 하수오의 유리아미노산 함량은 하수오와 차이를 보였다.

무기성분 함량

적하수 발효물 첨가비율에 따른 배지의 유리아미노산 분석결과는 Table 8과 같다. 무기성분을 분석한 결과 potassium, calcium, magnesium, sodium이 검출되었다. Potassium 함량은 대조군이 1710.31 mg%로 가장 높은 함량을 나타내었고, 적하수 발효물 첨가량에 반비례하는 함량 변화를 보였으나 calcium, magnesium 및 sodium 함량은 적하수 발효물 첨가량에 비례하여 증가하는 경향을 보였다.

성분 분석 결과 하수오 첨가량이 증가함에 따라, 조단백질, 조회분, 총 아미노산 및 potassium을 제외한 무기성분 함량이 증가함을 확인하여, 하수오 100%를 표고균사로 발효한 하수오 발효물은 건강식품 소재로서 활용가능성이 클 것으로 보인다.

요 약

본 연구는 하수오 표고균사(*Lentinula edodes* JMI-10079) 배양 최적조건 탐색을 목적으로 수행하였으며, 표고균사로 배양된 하수오의 일반성분, 아미노산, 무기성분

을 분석하였다. 하수오 표고균사 배양 최적온도는 생장속도는 25°C 였으며, pH 5~8의 범위에서 균사생장이 양호하였다. 하수오 표고균사 배양 최적 탄소원은 glucose였으며, 질소원은 malt extract로 나타났다. 조단백질 함량은 적하수 첨가량이 증가함에 따라 증가하는 경향을 보였다. 조지방 함량과 조회분 함량은 적하수 발효물 첨가량에 비례하여 증가하는 경향을 보였다. 조섬유 함량은 대조구에서 36.39%로 가장 높게 나타났다. 16종의 아미노산이 검출되었으며, 총 구성아미노산 및 필수아미노산의 함량은 적하수 발효물 첨가량에 비례하여 증가하는 경향을 확인 하였다. 본 연구는 하수오 100%에서도 표고균사배양이 원활하게 이루어져 향 후 대량생산을 시도할 때 공정조건이 간편할 것으로 보인다. 성분 분석 결과에서도 하수오 첨가량이 증가함에 따라, 조단백질, 조회분, 총 아미노산 및 potassium을 제외한 무기성분 함량이 증가함을 확인하여, 향 후 표고균사 배양 하수오를 이용한 식품개발이 기대되어 진다.

감사의 글

본 연구는 농림축산식품부 고부가가치식품개발사업(과제번호 : 116031-2) 사업의 일환으로 수행되었으며 이에 감사드립니다.

References

- AOAC. 1996. Official Methods of Analysis. 15th ed. Association of Official Analytical Chemists, Washington DC. 210-219.
- Ahn KS, Noh EJ, Zhao HL, Jung SH, Kang SS, Kim YS. 2005. Inhibition of inducible nitric oxide synthase and cyclooxygenase II by *Platycodon grandiflorum* saponins via suppression of nuclear factor- κ B activation in RAW 264.7 cells. *Life sci.* 76:2315-28.
- Bae IY, Yoon EJ, Woo JM, Kim JS, Yang CB, Lee HG. 2002. The development of Korean traditional wine using the fruits of *Opuntia ficus-indica* var. *saboten*-I. Characteristics of mashes and soju. *J Kor Appl Biol Chem.* 45:11-7.
- Chan YC, Wang ME, Chang HC. 2003. *Polygonum multiflorum* extracts improve cognitive performance in senescence accelerated mice. *American J Chinese med.* 31:171-9.

- Choi HM. 2009. 21C The Science of Nutrition. Kyomunsa Co. Seoul, Korea, p 42.
- Choi JH, Lee HS, Kim YE, Kim BM, Kim IH, Lee CH. 2012. Effect of *Polygonum multiflorum* Thunberg extract on lipid metabolism in rats fed high-cholesterol diet. *J Korean Soc Food Sci Nutr*, 41:957-62.
- Choi MJ. 2009. Effects of arginine supplementation on bone mineral density and bone markers in OVX rats. *Korean J Nutrition*. 42:309-17.
- Fan Q. 2012. Evaluation of anthraquinone content and physiological activities of *Polygonum multiflorum* Thunb with different preparation, MS thesis, Chonbuk University, Korea. 45-53.
- Fujii T, Maeda H, Suzuki F, Ishida N. 1978. Isolation and characterization of a new antitumor polysaccharide, KS-2, extracted from culture mycelia of *Lentinus edodes*. *J antibiotics*. 31:1079-90.
- Hamuro Jt, Chihara G. 1985. Lentinan, a T-cell oriented immunopotentiator: its experimental and clinical applications and possible mechanism of immune modulation. *Immune modulation agents and their mechanisms*. 409-36.
- Hobbs C. 2000. Medicinal value of *Lentinus edodes* (Berk.) Sing.(Agaricomycetidae). A literature review. *Inter J Med Mushrooms* 2.
- Hong JS, Lee KR, Kim YH, Kim DH, Kim MK, et al. 1988. Volatile flavor compounds of Korean shiitake mushroom (*Lentinus edodes*). *Korean J Food Sci Technol*. 20:606-12.
- Hong J. 1980. Nutrition value and medicine efficacy of mushroom. *Food Ind*. 53:79-84.
- Kim HR, Lee JH, Kim YS, Kim KM. 2007. Chemical characteristics and enzyme activities of Icheon Ge-Geol radish, Gangwha turnip, and Korean radish. *Korean J Food Sci Technol*. 39:255-9.
- Kim KJ. 1990. Biotechnology for the production of threonine production. *J Pharm Soc Korea*. 34: 447-456.
- Ko JW, Lee WY, Lee JH, Ha YS, Choi YH. 1999. Absorption characteristics of dried shiitake mushroom powder using different drying methods. *Korean J Food Sci Technol*. 31:128-37.
- Lee GS, Park GS. 2011. Quality characteristics of jeungpyun prepared with different ratios of *Polygonum multiflorum* Thunb powder. *Kor J food cook Sci*. 27:35-46.
- Lee KB, Yang JB, Ko MS. 2008. Food Analysis. Yoohan Publishing Co., Seoul, Korea. 160-171.
- Lee TS, Cho NS, Min DS. 1998. Effect of sawdust culture on oak mushroom, *Lentinula edodes* (Berk.) Pegler by inoculation of the liquid spawn. *J Kor Wood Sci Technol*. 26:19-28.
- Lee WH, Kim IY, Ko HG, Kim SC, Choi SG, Noh JH, Park HS. 2014. Cultural characteristics and formation of fruiting body in *Lentinula edodes*. *J mushrooms* 12:24-28.
- Munyoung SA (1999) KFDA : Food Code (a separate volume). Seoul Korea. 262-268.
- Mizuno T. 1995. Special issue on mushrooms-the versatile fungus: food and medicinal properties, chemistry, biochemistry, biotechnology and utilization.
- Noh JH, Ko HG, Park HS, Koo CD. 2015. Selection of parental strain on the sawdust cultivation and mycelial growth and cultural characteristics of *Lentinula edodes* hybrid strains. *J Mushrooms*. 13:41-49.
- Pei F, Shi Y, Gao X, Wu F, Mariga AM. 2014. Changes in non-volatile taste components of button mushroom (*Agaricus bisporus*) during different stages of freeze drying and freeze drying combined with microwave vacuum drying. *Food chem*. 165:547-54.
- Ross GD, Větvicka V, Yan J, Xia Y, Větvicková J. 1999. Therapeutic intervention with complement and β -glucan in cancer. *Immunopharmacology*. 42:61-74.
- Shim KK, Yoo YJ, Koo CD, Kim MK. 2014. Changes of nutrients in media and mycelia on liquid spawn culture of *Lentinula edodes*. *Korean J Mycology*. 42:144-9.
- Sin HS (1987) Food Analysis, Shinkwang Publishers Co., Seoul, Korea. 70-83.
- Stamets P. 2000. *Growing gourmet and medicinal mushrooms*. Ten Speed Press Berkeley.
- Steven A, Dennis P. 1993. Synthesis of a fluorescent derivatizing, 6-aminoquinoly-N-hydroxysuccinimidyl carbamate and its application for the analysis of hydrolysate amino acid via high-performance liquid chromatography. *Analy Biochem*. 211:1-9.
- Strydom D, Cohen S. 1993. Sensitive analysis of cystine/cysteine using 6-aminoquinolyl-N-hydroxysuccinimidyl carbamate (AQC) derivatives. *Tech Protein Chem*. 299.
- Takehara M, Kuida K, Mori K. 1979. Antiviral activity of virus-like particles from *Lentinus edodes* (Shiitake). *Arch virol* 59:269-74.
- Varoquaux P, Gouble B, Barron C, Yildiz F. 1999. Respiratory parameters and sugar catabolism of mushroom (*Agaricus bisporus* Lange). *Postharv Biol Technol*. 16:51-61.
- Xiao PG, Xing ST, Wang LW. 1993. Immunological aspects of Chinese medicinal plants as antiageing drugs. *J ethnopharmacology*. 38:159-65.
- Yamamoto Y, Shirono H, Kono K, Ohashi Y. 1997. Immunopotentiating activity of the water-soluble lignin rich fraction prepared from LEM—The extract of the solid culture medium of *Lentinus edodes* mycelia—. *Bioscie biotechnol biochem*. 61:1909-12.
- Yang KM, Cho SY, Seo JS. 1988. Effects of dietary methionine level on lipid peroxidation and hepatic morphology in rat. *J Kor Soc Food Sci Nutr*. 17:376-83.
- Yim S, Kim M, Koo S. 1991. Determination of dietary fiber contents in mushrooms. *Korean J Soc Food Sci*. 7:69-76.
- Yim TK, Wu W, Mak DHE, Ko KM. 1998. Myocardial protective effect of an anthraquinone-containing extract of *Polygonum multiflorum* ex vivo. *Planta medica*. 64:607-11.