

# 국내산 및 수입산 송이버섯과 능이버섯의 일반성분 및 아미노산 함량 비교

김경제<sup>1</sup> · 임승빈<sup>1</sup> · 김소망<sup>2</sup> · 박준기<sup>2</sup> · 이서현<sup>2</sup> · 김종범<sup>2</sup>

<sup>1</sup>장흥군버섯산업연구원

<sup>2</sup>순천대학교 식품공학과

## Comparison of the proximate composition and amino acid content of domestic and imported *Tricholoma matsutake* and *Sarcodon aspratus*

Kyung-Je Kim<sup>1</sup>, Seung-Bin Im<sup>1</sup>, So-Mang Kim<sup>2</sup>, JunKi Park<sup>2</sup>, Seo-Hyun Lee<sup>2</sup>, and Jung-Beom Kim<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Jangheung Research Institute for Mushroom Industry

<sup>2</sup>Department of Food Science and Technology, Suncheon National University

**ABSTRACT:** This study investigated the proximate composition and total amino acid contents in *Tricholoma matsutake* and *Sarcodon aspratus* to compare the food quality according to production area. The crude ash contents in *Tricholoma matsutake* from Yanji (China), Yangyang (Korea), Tibet (China), and Yunnan (China) were 6.95%, 6.40%, 5.52%, and 5.40%, respectively. Yangyang showed the lowest crude fat content (1.19%), whereas Tibet exhibited the lowest crude protein content (16.83%), showing a difference according to the production area. The total amino acid content of *Tricholoma matsutake* in Yanji, Yunnan, Tibet, and Yangyang was 11,490.14±892.07 mg%, 8,000.03±207.25 mg%, 6,815.48 mg%, and 6,074.74±814.86 mg%, respectively. The contents of proximate composition and total amino acids in *Sarcodon aspratus* showed no difference according to production area. The results of proximate composition in *Tricholoma matsutake* suggest that the crude ash content can be used as a distinguishing indicator between *Tricholoma matsutake* from Yangyang and Tibet. Further studies are needed to analyze the mineral contents for the establishment of distinguishing mineral indicators between *Tricholoma matsutake* from Yangyang and Tibet.

**KEYWORDS:** Amino acid contents, Proximate composition, *Sarcodon aspratus*, *Tricholoma matsutake*

## 서론

버섯은 우산모양의 자실체를 가진 담자균류로(Yoo *et al.*, 2005) 영양성과 기능성이 밝혀져 식용과 약용으로 사용되고 있으며 인공재배기술의 발달로 생산량과 소비량이 증가하고 있다(Rural Development Administration Interrobang, 2011). 향, 맛 그리고 영양성이 뛰어난 버섯은 당류, 단백질, 아미노산, 효소 등 주요 영양 성분을 함유하고 있어 오래전부터 식용과 약용으로 이용되고 있다(Breene, 1990; Chang and Miles, 1989). 식용버섯은 약 2,000여종이 보고되고 있으나 국내의 경우 능이버섯과 송이버섯 등 약 30여종이 재배 또는 채취되고 있다(Noh *et al.*, 2009). 송이버섯(*Tricholoma matsutake*)은 맛과 향기가 뛰어나며

J. Mushrooms 2018 September, 16(3):208-212  
<http://dx.doi.org/10.14480/JM.2018.16.3.208>  
 Print ISSN 1738-0294, Online ISSN 2288-8853  
 © The Korean Society of Mushroom Science

\*Corresponding author  
 E-mail : okjbkim@suncheon.ac.kr  
 Tel : +82-61-750-3259

Received August 29, 2018  
 Revised September 14, 2018  
 Accepted September 28, 2018

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.

식감이 우수하여 우리나라뿐만 아니라 일본, 중국, 대만 등에서 채취, 소비되고 있다(Ku *et al*, 2002). 능이버섯(*Sarcodon aspratus*)은 민주름버섯목(*Aphylllophorales*)의 굴뚝버섯과(*Telephoraceae*)에 속하고 약리작용과 향기가 뛰어나 향 버섯이라 지칭되고 있다(Kang *et al*, 2000). 송이버섯과 능이버섯은 저칼로리 영양식품으로 다량의 정미 성분, 아미노산을 함유하고(Park, 2008; Lee *et al*, 2002) 항암활성, 항균작용, 혈전용해에도 효과가 있는 것으로 보고되고 있다(Park, 2008; Hwang and Lee, 2005; Kim *et al*, 2009; Kang *et al*, 2011; Keum *et al*, 2004).

아미노산은 단백질 구성성분으로 세포의 성장과 유지를 위한 신진대사 및 에너지 생성에 중요한 영양소로 알려져 있다(Park *et al*, 2017). 송이버섯과 능이버섯은 우리나라와 중국 등 아시아지역에서 자연채취만 가능하며 상품적 가치가 매우 높다(You *et al*, 2011). 2014~2015년 국내 능이버섯 채취량은 2~5톤, 송이버섯은 86~88톤으로(Korea Forest Service, 2017a) 채취량이 감소하는 추세이다. 국내 송이버섯과 능이버섯의 수요를 충족시키기 위해 저가의 중국산 송이버섯과 능이버섯이 수입되고 있으며 특히, 2015년 중국산 냉동송이버섯이 336톤 수입되어 국산 채취량의 4배에 이르고 있다(Korea Forest Service, 2017b). 따라서 국산과 중국산 송이버섯과 능이버섯의 일반성분, 영양성분, 기능성을 평가하여 소비자에게 정확한 정보제공이 필요하다 하겠다. 그러나 현재까지의 연구를 살펴보면 국산 송이버섯과 능이버섯의 영양성과 기능성에 대한 연구만(Park, 2008; Lee *et al*, 2002; Hwang and Lee, 2005; Kim *et al*, 2009; Kang *et al*, 2011; Keum *et al*, 2004) 수행되었고 일반성분에 대한 연구(Joo, 2008; Ku *et al*, 2002)는 매우 미약한 실정이다. 또한 중국에서 수입된 송이버섯과 능이버섯에 대한 연구는 전무한 실정이다. 따라서 본 연구에서는 국산과 중국산 송이버섯과 능이버섯의 일반성분과 아미노산 조성을 분석하여 채취지역에 따른 송이버섯과 능이버섯의 식품학적 품질을 비교하고자 하였다.

## 재료 및 방법

### 실험재료

본 실험에 사용한 송이버섯은 중국 운남, 티벳 및 연길 지역에서 수입된 냉동 송이버섯과 강원도 양양지역에서 채취한 송이버섯을 사용하였고 능이버섯은 국산 생 능이버섯과 중국산 냉동제품을 사용하였다. 송이 및 능이버섯은 K무역회사(Daegu, Korea)를 통해 2016년 구입하였으며 각각의 버섯을 세척, 건조하여 분말화 하였다. 분말화된 각각의 버섯을 냉장고에 보관하며 실험에 사용하였다.

**Table 1.** HPLC condition for the analysis of amino acids

Item	Condition		
Instrument	Agilent Technologies 1200 Series		
Detector	Agilent Technologies 1200 Series DAD		
Column	Poroshell HPH C18 ( 2.1 × 150 mm, 4 μm )		
Column temp	40°C		
Buffer solution	A : 10 mM Sodium phosphate Di-basic : 10 mM Sodium tetraborate ' 7H <sub>2</sub> O = 1:1 pH 8.2 (adjusted with phsporic acid)		
	B : Acetonitrile : Methanol : Water = 45 : 45 : 10		
	Time(min)	A(%)	B(%)
	0	98	2
	5	84	16
	9	72	28
	13	60	40
	15	40	60
	15.1	10	90
17	10	90	
Wavelength (nm)	UV 338		
Flow rate	0.35 ml/min		
Injection volume	5 μl		

### 일반성분 분석

송이버섯과 능이버섯의 일반성분은 AOAC 방법(1996)에 따라 분석하였다. 즉, 조회분은 550°C 회화로에서 회화시켜 중량법으로 정량하였고, 조지방은 Soxhlet 추출법으로 정량하였으며 조단백질은 단백질자동분석기(Buchi B-324)를 이용한 Kjeldahl법으로 정량하였다.

### 구성아미노산 분석

송이버섯과 능이버섯을 건조한 후 분쇄기로 분쇄하여 분말 형태의 시료를 준비하였다. 분석시약은 아미노산 표준물질(Agilent 5061-3330, 5062-2478), Borate buffer (agilent 5061-3339), OPA reagent (Agilent 5061-3335), FMOc solution(agilent 5061-3337), Na<sub>2</sub>HPO<sub>4</sub>, Na<sub>2</sub>B<sub>4</sub>O<sub>7</sub> (Sigma), HPLC grade의 MeOH(Burdick & Jackson)을 사용하였다(Park *et al*, 2017). 구성아미노산 분석은 시료 0.5 g을 가수분해용 시험관에 넣고 6 N-HCl 용액 10 ml를 넣은 다음 110°C에서 24시간 가수분해 시켜서 얻은 여액을 원심분리하였다. 원심분리 후 얻은 상등액을 50°C에서 농축하여 염산과 물을 완전히 증발시킨 후, 20 mM HCl(pH 2.2)을 사용하여 5 ml로 정용한 후 0.45 μm membrane filter로 여과하였다. 여액을 취하여 Agilent amino kit 시약을 사용하여 유도체화 시킨 후 HPLC용 분석

**Table 2.** Proximate composition *Tricholoma matsutake* and *Sarcodon aspratus* according to the production area

Samples			Proximate composition (dry basis, %) <sup>1),2)</sup>		
			Crude ash	Crude fat	Crude protein
Tricholoma matsutake	Korean	Yangyang (n=30)	6.40±0.77 <sup>b</sup>	1.19±0.19 <sup>a</sup>	20.10±1.19 <sup>c</sup>
		Yunnan (n=40)	5.40±0.42 <sup>a</sup>	1.47±0.36 <sup>b</sup>	17.70±0.99 <sup>b</sup>
	China	Tibet (n=40)	5.52±0.78 <sup>a</sup>	1.54±0.32 <sup>b</sup>	16.83±1.04 <sup>a</sup>
		Yanji (n=40)	6.95±0.55 <sup>c</sup>	1.45±0.41 <sup>b</sup>	20.59±1.20 <sup>c</sup>
Sarcodon aspratus	Korean (n=30)		6.60±0.61 <sup>*</sup>	1.71±0.23 <sup>*</sup>	16.82±1.16 <sup>*</sup>
	China (n=40)		5.90±0.86 <sup>*</sup>	1.16±0.20 <sup>*</sup>	18.99±0.82 <sup>*</sup>

<sup>1)</sup>All values are means±standard deviation.

<sup>2)</sup>Mean±standard deviation with different superscripts within the same column are significantly different ( $P<0.05$ ).

시료로 사용하였다(Maria and Federico, 2006; Henderson *et al.*, 1999; John *et al.*, 2000). HPLC 분석조건은 Table 1에 나타내었으며 아미노산 함량 계산은 integrator에 의한 외부표준법으로 정성 및 정량하였다.

#### 통계분석

각 항목의 측정값은 SPSS 통계프로그램(Statistical Package for the Social Science, Version.21.0 SPSS Inc., Chicago, USA)을 이용하여 각 측정군의 평균과 표준편차를 산출하였으며, Duncan's multiple range test와 독립표본 T-검정을 이용하여  $P<0.05$  수준에서 시료간의 유의성을 검정하였다.

## 결과 및 고찰

#### 일반성분

국산 및 중국산 송이버섯과 송이버섯의 일반성분 분석 결과는 Table 2에 나타내었다. 송이버섯의 조회분 함량은 중국 운남 5.40%로 가장 낮았으며, 중국 티벳산이 5.52%, 한국 양양 6.40%, 중국 연길 6.95%로 나타났다. 조지방 함량은 한국 양양산이 1.19%로 가장 낮았으며, 중국 연길 1.45%, 중국 운남 1.47%, 중국 티벳 1.54%를 나타내었다. 조단백질 함량은 중국 티벳산이 16.83%로 가장 낮았으며, 중국 운남 17.70%, 한국 양양 20.10%, 중국 연길 20.59% 순으로 나타났다. Ku *et al.*(2002)의 연구결과 한국 양양산 송이버섯의 조회분 함량은 6.18~6.81%, 조지방 함량은 2.24~2.48%, 조단백질 함량은 16.19~20.01%로 조지방 함량은 본 연구결과가 낮은 경향을 나타내었으며, 조단백질 함량은 유사한 경향을 나타내었다. 조회분과 조단백질 함량은 중국 티벳과 운남산 송이버섯이 유사하였고 한국 양양과 중국 연길산 송이버섯은 유사한 함량을 나타내었다. 이러한 차이는 중국 연길지역이 백두대간과 연결되어 우리나라와 유사한 자연환경을 가지고 있고 티벳과 운남은 중국 남방지역으로 우리나라와 자연환경이 상이하

기 때문인 것으로 사료된다. 송이버섯의 조회분, 조지방, 조단백질 함량은 한국산과 중국산 시료 간 차이를 나타내지 않았으며 국산 송이버섯에 대한 일반성분 분석은 습물중량으로 분석한 보고만(Joo, 2008) 있어 직접적이 비교가 불가능 하였다. 일반성분 실험결과를 종합해 보면 조회분과 조단백질 함량을 중국 남방지역(티벳, 운남) 송이버섯과 한국 양양 및 중국 북방(연길) 송이버섯의 구분지표로 활용 가능성이 있는 것으로 사료된다.

#### 구성아미노산

국산 및 중국산 송이버섯과 송이버섯의 구성아미노산 측정 결과는 Table 3과 4에 나타내었다. 한국 양양과 중국산 냉동 송이버섯을 산지별로 확보하여 구성아미노산을 측정된 결과 총 15종의 아미노산이 검출되었다. 총아미노산 함량은 중국 연길 11,490.14±892.07 mg%, 중국 운남 8,000.03±2072.65 mg%, 티벳 6,815.48±771.82 mg%, 한국 양양 6,074.74±814.86 mg% 순으로 나타났다. 필수아미노산 함량은 중국 연길 5,926.72±953.22 mg%, 중국 운남 5,586.90±1427.13 mg%, 티벳 4,638.10±573.10 mg%, 한국 양양 4,312.32±660.51 mg% 순으로 나타나 필수아미노산 함량은 총아미노산 함량과 비례적으로 나타났다. 총아미노산 함량 대비 필수아미노산 함량은 양양송이가 70.90±4.39%로 가장 높게 나타났다. 또한 methionine이 중국 운남 3,863.41±903.40 mg%, 티벳 3,311.61±366.62 mg%, 중국 연길 3,070.42±763.02 mg%, 한국 양양 3,048.64±572.78 mg% 순으로 모든 시료에서 높게 검출되었다. 송이버섯 분석결과 총 15종의 아미노산이 검출되었다. 총아미노산 함량은 한국산 7,911.24±629.74 mg%, 중국산 6,205.47±1013.43 mg% 검출되었고, 필수아미노산 함량은 한국산 5,589.18±516.82 mg%, 중국산 4,280.96±812.83 mg%로 나타났다. 흑목이버섯의 경우 총아미노산함량이 2,222 mg/100 g, 털목이버섯의 경우 1,034 mg/100 g, 갈색목이버섯의 경우 915 mg/100 g 이라고 보고되었고(Kim *et al.*, 2012), 잣버섯의 경우 총아미노산 함량이 100

**Table 3.** Comparison of total amino acid contents in frozen *Tricholoma matsutake* according to the production area (dry basis, mg%)<sup>1)</sup>

Compositions	<i>Tricholoma matsutake</i> <sup>2)</sup>			
	Korean		China	
	Yangyang (n=10)	Yunnan (n=20)	Tibet (n=20)	Yanji (n=20)
Aspartic acid	216.30±59.73	241.78±72.45	225.30±43.39	521.47±65.79
Glutamic acid	441.22±128.59	641.95±230.75	650.47±91.64	1596.16±105.47
Serine	194.69±54.70	216.00±76.00	172.02±46.79	479.00±52.53
Histidine	42.27±35.17	71.88±43.15	34.69±37.96	183.90±35.49
Glycine	344.46±55.80	454.21±131.83	396.10±61.14	1113.03±163.42
Threonine	267.14±68.68	329.30±101.66	284.30±67.24	482.81±80.20
Arginine	274.88±68.97	299.16±97.39	224.13±54.45	625.07±81.94
Alanine	256.84±56.57	514.04±170.98	452.27±79.17	1083.51±140.35
Tyrosine	34.03±35.24	45.99±48.17	57.10±34.13	145.18±28.57
Valine	303.50±55.24	431.38±161.05	331.01±89.65	571.04±96.62
Methionine	3048.64±572.78	3863.41±903.40	3311.61±366.62	3070.42±763.02
Phenylalanine	146.73±30.57	173.21±59.71	126.13±37.28	300.39±36.89
Isoleucine	268.60±40.25	410.74±128.51	315.77±74.23	515.39±72.84
Leucine	235.45±46.14	288.26±116.37	234.59±43.03	589.24±61.16
Lysine	-	18.71±56.26	-	213.54±44.51
TAA <sup>3)</sup>	6074.74±814.86 <sup>a</sup>	8000.03±2072.65 <sup>b</sup>	6815.48±771.82 <sup>a</sup>	11490.14±892.07 <sup>c</sup>
EAA <sup>4)</sup>	4312.32±660.51 <sup>a</sup>	5586.90±1427.13 <sup>b</sup>	4638.10±573.10 <sup>a</sup>	5926.72±953.22 <sup>b</sup>
EAA/TAA(%)	70.90±4.39 <sup>c</sup>	69.78±3.28 <sup>bc</sup>	67.99±2.17 <sup>b</sup>	51.32±4.67 <sup>a</sup>

<sup>1)</sup>All values are means±standard deviation.<sup>2)</sup>Mean±standard deviation with different superscripts within the same line are significantly different ( $P<0.05$ ).<sup>3)</sup>Total free amino acid.<sup>4)</sup>Total essential amino acid: Threonine+Valine+Methionine+Isoleucine+Leucine+Phenylalanine+Histidine+Lysine).

g당 685.6±13.6 mg 이라고 보고되고 있다(Jung *et al.*, 2013). 본 실험에 사용한 송이버섯과 능이버섯의 아미노산 함량을 다른 버섯들과 비교해 볼 때 높게 나타났으며 생산지역별 송이버섯과 능이버섯의 아미노산함량도 상당한 차이가 나타났다. 이러한 결과는 동일한 버섯의 경우에도 발육 단계, 발생 환경, 발생 시기 등에 따라 아미노산 함량에 많은 차이를 보이고 채취지역과 야생종과 재배 종간에도 차이가 심하다는 보고에(Joo, 2008) 기인하는 것으로 판단된다. 따라서 채취시기와 지역이 다양한 송이버섯과 능이버섯을 수집하여 총아미노산을 분석하여야 생산지역을 구분할 수 있는 지표로 사용할 수 있을 것으로 판단된다. 본 실험결과 조회분 함량이 중국 남방지역(티벳, 운남) 송이버섯과 한국 양양 및 중국 북방(연길) 송이버섯의 구분지표로 활용 가능성이 있는 것으로 판단되며, 무기질 성분에 대한 추가 실험을 통해 지표 무기질 도출이 필요한 것으로 판단된다.

## 요 약

본 연구에서는 국산과 중국산 능이버섯과 송이버섯의 일 반성분과 아미노산 조성을 분석하여 채취지역에 따른 능이버섯과 송이버섯의 식품학적 품질을 비교하고자 하였다. 송이버섯의 조회분 함량은 중국 티벳산이 5.52%, 운남 5.40%, 연길 6.95%, 한국 양양 6.40%로 시료 간에 차이를 나타내었다. 조지방 함량은 한국 양양산이 1.19%로 가장 낮았고, 조단백질 함량은 중국 티벳산이 16.83%로 가장 낮아 시료 간에 차이를 나타내었다. 송이버섯의 총아미노산 함량은 중국 연길 11,490.14±892.07 mg%, 중국 운남 8,000.03±2072.65 mg%, 티벳 6,815.48± 771.82 mg%, 한국 양양 6,074.74±814.86 mg% 순으로 나타났다. 능이버섯의 조회분, 조지방, 조단백질, 총아미노산 함량은 한국산과 중국산 시료 간에 차이를 나타내지 않았다. 본 실험결과 조회분 함량을 중국 남방지역(티벳, 운남) 송이버섯과 한국 양양 및 중국 북방(연길) 송이버섯의 구분지표로 활용할 수

**Table 4.** Comparison of total amino acid contents in frozen *Sarcodon aspratus* according to the production area (dry basis, mg%)<sup>1)</sup>

Compositions	<i>Sarcodon aspratus</i> <sup>2)</sup>	
	Korean (n=10)	China (n=20)
Aspartic acid	206.12±18.25	193.39±58.33
Glutamic acid	692.62±56.76	438.05±129.62
Serine	261.32±23.97	213.42±65.81
Histidine	71.41±10.47	45.17±33.10
Glycine	336.19±30.93	246.53±43.11
Threonine	382.34±37.84	260.88±45.52
Arginine	254.34±20.77	274.48±66.38
Alanine	518.15±45.16	490.16±90.44
Tyrosine	53.31±6.73	68.49±14.62
Valine	426.81±44.63	370.72±55.80
Methionine	3858.05±435.92	2883.17±699.52
Phenylalanine	121.78±25.65	112.99±33.26
Isoleucine	430.31±42.66	327.73±52.76
Leucine	229.98±19.65	248.05±59.59
Lysine	68.51±84.37	32.25±65.17
TAA <sup>3)</sup>	7911.24±629.74 <sup>a</sup>	6205.47±1013.43 <sup>a</sup>
EAA <sup>4)</sup>	5589.18±516.82 <sup>b</sup>	4280.96±812.83 <sup>b</sup>
EAA/TAA(%)	70.57±1.21 <sup>c</sup>	68.78±4.10 <sup>c</sup>

<sup>1)</sup>All values are means±standard deviation.

<sup>2)</sup>Mean±standard deviation with different superscripts within the same line are significantly different ( $P<0.05$ ).

<sup>3)</sup>Total free amino acid.

<sup>4)</sup>Total essential amino acid: Threonine+Valine+Methionine+Isoleucine+Leucine+Phenylalanine+Histidine+Lysine).

있을 것으로 사료되며 무기질 성분에 대한 추가 실험을 통해 지표 무기질 도출이 필요한 것으로 판단된다.

## REFERENCES

- AOAC. 1996. Official Methods of Analysis. 15th ed. Association of Official Analytical Chemists, Washington DC, pp. 210-219, USA.
- Breene W. 1990. Nutritional and medicinal value of specialty mushrooms. *J Food Prot.* 53: 883-94.
- Chang ST, Miles PG. 1989. Edible mushroom and their cultivation CRC press, New York. 120: 307-312.
- Henderson JW, Ricker RD, Bidlingmeyer BA, Woodward C. 1999. Agilent technical note 5980-1193E.
- Hwang BH, Lee JK. 2005. Antitumor substances from mushrooms. *J Kor Fores Engin.* 24: 1-12.
- John W. Henderson, Robert D. Ricker, Brian A. Bidlingmeyer, and Cliff Woodward. 2000. Rapid, accurate, sensitive, and reproducible HPLC analysis of amino acids. Agilent Technologies. Part No. 5980-1193E. USA.
- Joo OS. 2008. Chemical components and physiological activities of *Neungee* Mushroom (*Sarcodon aspratus*). *Kor J Food Preserv.* 15: 864-871.
- Jung HS, Park YN, Yoo YB, Jeon DH, Park KM. 2013. Analysis of nutritional contents and physiological activities of *Neolentinus lepideus*. *J Mushroom Sci Prod.* 11: 261-268.
- Kang HC, Yun BD, YU SH, Yoo IC. 2000. Chemical structure of the compounds isolated from the mushroom *Sarcodon aspratus*. *Can J Chem.* 65: 2369-2372.
- Kang MG, Bolormaa Z, Lee JS, Seo GS, Lee JS. 2011. Antihypertensive activity and anti-gout activity of mushroom *Sarcodon aspratus*. *Kor J Mycol.* 39: 53-56.
- Keum DH, Ro JG, Hong SR, Park KM, Kim H, Han JW. 2004. Drying equations of *Sarcodon aspratus*. *J Biosystem Engin.* 29: 59-64.
- Kim TH, Jo SH, Kim MJ, Yu YB, Jang MH, Park KM. 2012. Comparative study on nutritional contents of *Auricularia* spp. *J Mushroom Sci Prod.* 10: 29-36.
- Kim YE, Yang JW, Lee CH, Kwon EK. 2009. ABTS Radical scavenging and anti-tumor effects of *Tricholoma matsutake* Sing. (Pine Mushroom). *J Kor Soc Food Sci Nutr.* 38: 555-560.
- Korea Forest Service. 2017a. Exportation and importation statistics of forest products. Available at: [http://www.forest.go.kr/newkfsweb/kfi/kfs/soft/selectPrTradeList.do?mn=KFS\\_02\\_03\\_03\\_05\\_01](http://www.forest.go.kr/newkfsweb/kfi/kfs/soft/selectPrTradeList.do?mn=KFS_02_03_03_05_01). Accessed Nov. 21. 2017.
- Korea Forest Service. 2017b. Forest Products Research. Available at: [http://kosis.kr/statHtml/statHtml.do?orgId=136&tblId=DT\\_13648\\_A010&conn\\_path=I3](http://kosis.kr/statHtml/statHtml.do?orgId=136&tblId=DT_13648_A010&conn_path=I3). Accessed Nov. 21. 2017.
- Ku KH, Cho MH, Park WS. 2002. Characteristics of quality and volatile flavor compounds in raw and frozen Pine-mushroom (*Tricholoma matsutake*). *Kor J Food Sci Technol.* 34: 625-630.
- Lee GD, Lee MH, Son KJ, Yoon SR, Kim JS, Kwon JH. 2002. Change in organoleptic properties of chinese cabbage kimchi adding pine mushroom during storage. *Kor J Food Preserv.* 9: 161-167.
- Maria Paola Bartolomeo, Federico Maisano. 2006. Validation of a reversed-phase HPLC method for quantitative amino acid analysis. *J Biomol Tech.* 17: 131-137.
- Noh JG, Park JS, Choi JS, Song IG, Yun T, Min KB. 2009. A study of useful wild mushrooms by segregation and identification native in middle area. *J Mushroom Sci.* 7: 49-56.
- Park ML. 2008. A Study on the Characteristics of pine-tree mushroom(*Tricholoma matsutake* Sing.) pickle for the stand'rd recipe. *Culi Sci Hos Res.* 14: 55-66.
- Park YA, Bak WC, Ka KH, Koo CD. 2017. Comparative analysis of amino acid content of *Lentinula edodes*, a new variety of shiitake mushroom, in 'Poongnyunko'. *J Mushrooms Sci.* 15: 31-37.
- Rural Development Administration Interrobang. 2011. Chronicle of mushrooms. Available at: <http://www.nongsaro.go.kr/portal/ps/psv/psvr/psvrc/rdaInterDtl.ps?menuId=PS00063&cntntsNo=34230>. Accessed May. 22. 2018.
- Yoo YB, Kong WS, Oh SJ, Cheong JC, Jang KY, Jhune CS. 2005. Trends of mushroom science and mushroom industry. *J Mushroom Sci.* 3: 1-23.
- You YH, Yoon HJ, Woo JR, Rim SO, Lee JH, Kong WS, Kim JG. 2011. Diversity of endophytic fungi isolated from the rootlet of *Pinus densiflora* colonized by *Tricholoma matsutake*. *Kor J Mycol.* 39: 223-226.