Korean Journal of Environmental Agriculture

Korean J Environ Agric. 2017;36(3):217-221. Korean
Published online 2017 September 26. https://doi.org/10.5338/KJEA.2017.36.3.24

Online ISSN: 2233-4173
Print ISSN: 1225-3537

Short communication

Open Access

버섯 재배용 배지 재료로 수입한 농업부산물에서 중금속, 잔류농약, 영양성분 조사

김준영[1], 이근식[1], 이찬중[2], 김성환[1*]

[1]단국대학교 자연과학대학 미생물학과 및 생물다양성연구소, [2]농촌진흥청 국립원예특작과학원 인삼특작부 버섯과

Investigation of Heavy Metals, Residual Pesticides and Nutrient Component from Agricultural By-products Imported as Medium Substrates for Mushroom Cultivation

Jun Young Kim[1], Geun Sick Lee[1], Chan Jung Lee[2] and Seong Hwan Kim[1*] ([1]Department of Microbiology and Institute of Biodiversity, College of Natural Science, Dankook University, Cheonan 31116, Korea, [2]Rural Development Administration, National Institute of Horticultural and Herbal Science, Department of Herbal Crop Research, Mushroom Research Division, Eumseong 27709, Korea)

Received: 21 August 2017/ Revised: 14 September 2017/ Accepted: 19 September 2017

ORCID
Seong Hwan Kim
http://orcid.org/0000-0002-6830-3943
Jun Young Kim
http://orcid.org/0000-0002-5264-1649
Geun Sick Lee
http://orcid.org/0000-0002-2477-9990
Chan Jung Lee
http://orcid.org/0000-0002-1828-1758

Abstract

BACKGROUND: For the food safety of cultivated mushroom, information on the safety of agricultural by-products imported as medium substrates for mushroom cultivation is urgently needed. Therefore, this study was performed to detect the presence of heavy metals, residual pesticides, and nutrient component in the imported medium substrates.

METHODS AND RESULTS: Six kinds of medium substrates imported from nine countries from 2015 to 2017 were investigated. A mercury analyzer MA-2000 and an inductively coupled plasma spectrometer OPTIMA 7000DV were used to analyze mercury, lead, arsenic, copper, nickel and cadmium. All of these heavy metals were detected at lower level than heavy metal tolerance standard level of by-product fertilizer in Korea. When 246 kinds of residual pesticides were examined by GC and HPLC, imidacloprid, thiamethoxam and carbendazim were detected from Egyptian beet pulp, Indian cottonseed meal and cottonseed hull, respectively. The content of nutrient components (water, crude ash, crude fat, crude protein and crude fiber) varied among imported countries and the medium substrates.

CONCLUSION: The presence of heavy metals and residual pesticides in imported medium substrates for mushroom cultivation was confirmed. For the safe production of mushroom, this study shows that imported medium materials for mushroom cultivation need to be managed through continuous monitoring.

Key words: Heavy metals, Imported media materials, Nutrient component, Residual pesticides

*Corresponding author: Seong Hwan Kim
Phone: +82-41-550-3454; Fax: +82-41-523-3454;
E-mail: piceae@naver.com

서 론

농산물우수관리(GAP, Good Agricultural Practices)제도는 2006년에 도입되어 농업인이 보다 쉽게 인증신청을 하

고 안전관리는 한층 강화되도록 개정되어(2014년 9월) 시행되고 있다. GAP 제도는 생산부터 수확 후 포장단계까지 농산물에 잔류할 수 있는 농약, 중금속 또는 유해생물 등의 위해 요소를 사전에 철저히 관리하여 안전성을 확보하여 소비자에게 안전한 농산물을 공급하는 제도로 EU, 미국 등에서는 보편적으로 운영이 되고 있다. 국내에는 농촌진흥청에서 GAP 표준재배지침서(2009년)를 발간하여 농산물우수관리인증을 위한 전반적인 관리기준을 제시하였다. 하지만 GAP 인증을 위한 버섯 생산에 대한 연구는 대부분 육종이나 버섯 자실체의 영양성분 및 유용성분 분석위주로 진행되어왔으며 배지원료의 특성 및 오염도, 추적관리 등에 관한 연구는 미비한 실정이다.

국내에서 재배 생산되는 버섯작물 중 식용으로 선호되는 버섯은 팽이버섯, 표고버섯, 양송이버섯, 느타리버섯 등이 있다. 이 중에서 느타리와 양송이 버섯의 경우 비트펄프, 면실피, 면실박, 피트모스 등 농업부산물을 적절히 배합하여 만든 배지를 만들어 재배하고 있다(Kim *et al.*, 2012; Jang *et al.*, 2014). 그러나 버섯 재배 수요가 늘어나면서 이러한 배지재료는 국내에서 공급이 충분하지 않아 최근 해외에서 수입하여 버섯 생산에 사용되고 있다. 유기물이 풍부한 이러한 수입 농업부산물들은 다양한 미생물이 존재 할 수 있고 각종 농약이나 중금속 등이 오염되어 존재할 가능성이 있다. 따라서 버섯작물의 우수농산물 생산에 대한 안전성을 기하기 위해서는 버섯재배용 배지 재료로서 최근 수입이 증가하고 있는 농업부산물에 대한 안전성 정보가 매우 시급히 필요하지만 아직 국내에서는 이러한 자료가 부족한 실정이다.

본 연구팀은 최근 2년간 수입되는 농업부산물에 대해 유해 세균과 곰팡이를 조사하는 선행연구를 수행하여 *Bacillus anthracis, B. oleronius, Eurotium amstelodami, Aspergillus flavus* 등 인체에 유해한 세균과 곰팡이가 존재함을 보고하였다(Kwon *et al.*, 2015; Lee *et al.*, 2016). 본 연구는 중금속과 잔류농약 등 화학적 유해인자의 존재여부 및 버섯 재배용 배지성분으로서 영양성분의 조성이 적절한지 함량을 확인하는 연구를 수행하여 농업부산물의 안전성에 대한 정보를 얻고자 수행되었다.

재료 및 방법

분석 대상 수입 버섯배지 재료 시료

느타리와 양송이 재배를 위하여 2015년부터 2017년까지 수입된 농업부산물 로서 이집트, 인도, 우크라이나에서 수입된 비트펄프, 중국과 인도에서 수입된 면실박, 인도에서 수입된 면실피와 인도네시아에서 수입된 케이폭박, 독일과 캐나다에서 수입된 피트모스, 파키스탄과 호주에서 수입된 밀짚 등을 대상으로 총 16 건의 농업부산물 시료를 3반복으로 채취하여 분석에 사용하였다. 시료는 수입된 포장에서 개봉 후 바로 2 kg씩 채취하였고 지퍼백에 넣어 저온 용기에 담아서 운반하여 분석하였다.

중금속 검사

수입된 버섯 배지재료 내에 존재하는 유해물질인 중금속을 조사하기 위해 모든 시료는 순천향대학교 고부가생물소재산업화지역혁신센터에 의뢰하여 식품의약품안전처의 식품공전 중금속 분석법 실무 해설서에 따라 전처리 작업과 분석을 진행하였다. 수은(Hg)을 검출하기 위해 수은분석기 MA-2000 (NIC, Japan)을 사용하였다. 수은 0.1 ppm (mg/L) 표준용액을 0, 3, 6, 9 ng의 네 개의 point를 Mode 1에서 측정하여 검량선을 그렸다. R-blank의 측정을 위하여 boat에 첨가제를 MHT-BHT-MHT순으로 넣어 Mode 2에서 측정하였다. 수은분석기 MA-2000는 시료의 전처리가 필요하지 않은 측정기 이므로 시료 그대로 boat에 MHT-Sample-MHT-BHT-MHT순으로 넣어 Mode 2에서 측정하여 수은을 검출하였다. 납(Pb), 비소(AS), 구리(Cu), 니켈(Ni), 카드뮴(Cd) 등 5가지 중금속 검사는 유도결합플라즈마분광분석기 OPTIMA 7000DV(PerkinElmer, USA)를 사용하였다. 극초단파분해용 용기에 시료 0.2 g을 넣고 질산 7 ml을 넣어 극초단파 분해장치에 장착하여 최고온도는 200℃, 1,600 W로 30분간 분해하였다. 공시험액으로는 질산 7 ml을 가지고 검액과 동일하게 진행하였다. 분해물은 상온으로 식힌 후 50 ml 플라스크에 넣고 멸균수를 이용하여 총량이 50 ml으로 만들어 유도결합플라즈마분광분석기를 이용하여 측정하였다.

농약 검사

수입된 버섯 배지재료에 존재하는 잔류농약 검출은 246 종류의 농약을 대상으로 조사하였고 모든 시료는 순천향대학교 고부가생물소재 산업화지역혁신센터에 의뢰하여 식품의약품안전처의 잔류농약 분석법 실무 해설서에 따라 전처리 및 분석을 진행하였다. 시료 50 g을 polyethylene bottle에 칭량하여 acetonitrile 100 ml 첨가 후 균질기에서 5,000 rpm으로 3분간 마쇄 및 추출하였다. NaCl 25 g을 추가하고 진탕기에서 30분간 진탕한 다음 3,000 rpm에서 10분간 원심 분리하여 상등액을 취하였다. Gas Chromatography (7890A; Agilent technologies, USA)분석은 얻어진 상등액 10 ml을 취하여 질소가스로 미세농축하고 acetone : hexane (20 : 80 v/v) 1 ml로 다시 용해하여 사용하였다. HPLC (1200 series; Agilent technologies, USA) 분석은 얻어진 상등액 10 ml을 취하여 질소 가스로 미세농축하고 methylene chloride 2 ml로 다시 용해한 후 사용하였다. GC와 HPLC로 표준 화합물(농약)과 시료의 분석성분을 비교하여 동일 함을 확인하고 표준화합물을 농도별로 5가지 수준으로 조제하여 검량선을 작성하여 검량하였다.

수입된 배지재료의 영양성분 분석

수분, 조회분, 조지방, 조단백, 조섬유 등 5가지의 영양성분 함량을 강원대학교 동물자원공동연구소에 의뢰하여 검사하였다. 수분함량은 미리 건조시켜 항량을 구한 알루미늄 칭량병에 시료를 칭량하여 100-110℃ 항온건조기(LDO-150F, Labtech, Korea)에서 항량이 될 때까지 건조시키고 30분간 방

냉 후 무게를 달아 줄어든 무게를 수분함량으로 하였다. 조회분 분석은 크루시블을 600℃ 전기로(F62700, Thermolyne, USA) 에서 1-2시간 태우고 40분간 방냉 후 칭량하였다. 시료 2-3 g을 가스버너로 예비 회화시키고 600℃ 전기로에 넣어 2시간 태운 후 40분간 방냉 하고 칭량하여 이 중량으로부터 크루시블의 중량을 제한 것을 조회분 함량으로 하였다. 조지방 함량은 시료 2-3 g을 여과지에 싸서 95-100℃에서 2시간 건조시킨 후 지방추출장치(SX-6, RAYPA, Spain)에 넣고 에테르를 첨가하여 80℃로 가열하면서 8시간 동안 지방을 추출하고 에테르를 회수하였다. 남은 시료는 95-100℃에서 3시간 건조 후 40분간 방냉하여 칭량하였다. 시료중량에서 지방추출 후 시료중량을 차감하여 조지방 함량을 구하였다. 조단백은 시료 1 g에 분해촉진제(황산칼륨 10 : 황산동 1) 8 g을 처리하고 황산 10 ml을 천천히 첨가 혼합한 후 가열하여 분해시켰다. 이 시료액을 단백질분석기(FOSS 2300, KJELTEC, Sweden)으로 분석하여 조단백 함량을 구하였다. 조섬유 함량은 시료 2 g에 5% 황산액 50 ml과 증류수 150 ml을 넣고 30분간 끓인 후 스텐레스 금망(0.044 mm)으로 여과하고 잔류물은 뜨거운 증류수로 산성이 완전히 사라질 때까지 여러 번 세척하였다. 산 불용해물은 증류수 130 ml에 넣고 5% 수산화나트륨 용액 50 ml을 첨가하고 총 량이 200 ml이 되도록 증류수를 넣어주고. 30분간 끓인 후 항량을 구한 유리여과기 1G2로 여과한 다음 뜨거운 증류수로 알카리성이 없어질 때까지 세척하였다. 95% 에틸알콜 3회, 에틸에테르 2회 세척 후 95-100℃에서 2시간 동안 예비 건조시키고 135℃에서 2시간 건조 후 30분간 방냉 후 칭량하였다. 전기로에 넣어 600℃에서 2시간 회화하고 40분간 방냉하여 무게를 측정한다. 여과시킨 잔류물의 건조중량에서 잔류물을 회화하고 남은 회분량을 뺀 것을 공시료의 중량으로 나누어 준 후 100으로 곱하여 조섬유 함량을 구하였다.

결과 및 고찰

수입된 배지재료 내 중금속 검출

국내의 토양 환경보전법 시행규칙 1조 5항에 의하면 납은 200 mg/kg, 비소는 25 mg/kg, 구리는 150 mg/kg, 니켈은 100 mg/kg, 카드뮴은 4 mg/kg으로서 작물을 키우기 위한 토양의 중금속 허가 기준치가 명시되어있다. 수입된 배지재료 내에 6 가지 중금속인 납(Pb), 비소(AS), 구리(Cu), 니켈(Ni), 카드뮴(Cd), 수은(Hg)을 검사한 결과 비소는 16건의 전체 수입된 버섯 배지재료에서 모두 검출되지 않았다(Table 1). 반면에 2015년에 수입된 독일산 피트모스에는 납이 3.70 mg/kg, 구리는 1.85 mg/kg, 수은이 0.02 mg/kg 검출되었다. 파기스탄에서 수입된 밀짚에서는 구리가 1.92 mg/kg, 니켈이 1.92 mg/kg, 수은이 0.01 mg/kg 검출되었다. 이집트산 비트펄프에서는 구리가 4.17 mg/kg, 니켈이 2.08 mg/kg 검출되었고 중국산 면실박에서는 니켈만 6.82 mg/kg 검출되었다. 인도네이아산 케이폭박에서는 구리가 다른 시료보다 많은 양인 28.26 mg/kg 검출되었다. 2016년의 경우, 수입된 중국산 면실박과 인도산 비트펄프에서는 중금속이 검출되지 않았다. 반면에 이집트산 비트펄프에서는 구리만 4.00 mg/kg 검출되었고 인도산 면실피에서는 납만 2.50 mg/kg 검출되었고 그리고 호주산 밀짚에서는 구리만 2.08 mg/kg 검출되었다. 캐나다산 피트모스에서는 납이 2.17 mg/kg, 구리가 4.17 mg/kg, 수은이 0.02 mg/kg 검출되었다. 2017년에 수입된 농업부산물 중에는 인도산 면실

Table 1. Detection of heavy metals and residual pesticides from imported medium materials for mushroom cultivation

Imported year	Country / Material	Heavy metals (mg/kg)						Pesticides	
		Lead (Pb)	Arsenic (As)	Copper (Cu)	Nickel (Ni)	Cadmium (Cd)	Mercury (Hg)	Residual pesticides	Detectable amount (mg/kg)
'15	German / Peat moss	3.70	-	1.85	-	-	0.02	NT*	-
	Pakistani / Wheat straw	-	-	1.92	1.92	-	0.01	NT	-
	Egyptian / Beet pulp	-	-	4.17	2.08	-	-	NT	-
	Chinese / Cottonseed meal	-	-		6.82	-	-	NT	-
	Indonesian / Kapok meal	-	-	28.26	-	-	-	NT	-
'16	Chinese / Cottonseed meal	-	-	-	-	-	-	NT	-
	Egyptian / Beet pulp	-	-	4.00	-	-	-	Imidacloprid Thiamethoxam	0.0004 0.0001
	Indian / Cottonseed hull	2.50	-	-	-	-	-	NT	-
	Indian / Beet pulp	-	-	-	-	-	-	NT	-
	Australian / Wheat straw	-	-	2.08	-	-	-	NT	-
	Canadian / Peat moss	2.17	-	4.17	-	-	0.02	NT	-
'17	Indian / Cottonseed meal	-	-	14.42	0.87	-	-	Imidacloprid Thiamethoxam	0.041 0.06
	Indian / Cottonseed hull	13.78	-	1.84	0.31	-	-	Carbendazim	0.053
	Egyptian / Beet pulp	-	-	2.60	0.87	0.29	-	NT	-
	German / Peat moss	1.09	-	-	-	-	-	NT	-
	Ukrainian / Beet pulp	-	-	0.57	0.15	-	0.02	NT	-

*NT: Not Detectable, ≤0.01 ppm

박에서 구리가 14.42 mg/kg, 니켈이 0.87 mg/kg 검출되었고 면실피에서는 납이 13.78 mg/kg, 구리가 1.84 mg/kg, 니켈이 0.31 mg/kg 검출되었다. 이집트산 비트펄프에서는 구리가 2.60 mg/kg, 니켈이 0.87 mg/kg, 카드뮴이 0.29 mg/kg 검출되었다. 독일산 피트모스에서는 납만 1.09 mg/kg 검출되었으며 우크라이나산 비트펄스에선 구리가 0.57 mg/kg, 니켈이 0.15 mg/kg, 수은이 0.02 mg/kg 검출되었다.

이상의 수입된 배지재료 내 중금속의 검출양은 비료공정규격 (농촌진흥청고시 제 2007-3)에 따른 버섯을 키우기 위한 토양의 중금속 허가 기준치를 초과하지는 않지만 수입된 배지재료에 중금속이 존재한다는 것을 확인하였다. 같은 종류의 배지 재료라도 수입 연도와 수입국가에 따라 검출된 중금속의 종류와 양이 달리 검출되는 것으로 볼 때 매년 같은 지역에서 생산된 배지 재료가 들어오기 보다는 다양한 지역에서 생산된 것을 배지 재료가 들어오는 것으로 추정된다. 특히 양송이나 느타리버섯이 속하는 담자균류는 세포내 소기관인 액포에 중금속을 흡수하여 저장하는 능력이 있으므로 향 후 버섯생산용 배지 재료에 잔류하는 중금속이 버섯 재배 과정에서 버섯으로 전이되는 정도에 대한 조사 자료가 필요하다고 사료된다.

수입된 배지재료 내 잔류농약 검출

수입된 16 개 수입배지 재료에서 246 가지의 농약이 잔류하고 있는지 확인하였다. 2015년에 수입된 독일산 피트모스, 파키스탄산 밀짚, 이집트산 비트펄프, 중국산 면실박, 인도네시아산 케이폭박에서는 농약이 검출되지 않았다(Table 1). 하지만 2016년에 수입된 이집트산 비트펄스에서 살충제 imidacloprid 0.0004 mg/kg과 thiamethoxam 0.0001 mg/kg이 검출되었다. 2017년에 수입된 인도산 면실박에서도 살충제 imidacloprid 0.041 mg/kg과 thiamethoxam 0.06 mg/kg이 검출되었고 면실피에서는 살균제 carbendazim 0.053 mg/kg이 검출되었다. Imidacloprid와 thiamethoxam은 식품의약품안전처의 농약잔류허용기준이 없기 때문에 이럴 경우 일률기준인 0.01 mg/kg이 허용기준으로 적용이 된다. 그러므로 이 기준에 의거할 경우 2017년 인도산 면실박에서는 허용기준치를 넘는 살충제 잔류농약이 검출되었다고 볼 수 있다.

살충제 thiamethoxam은 우리나라 농산물 수입시 정밀검사 대상 잔류농약 중 동시다성분분석 검사대상 58 종 중의 하나로서 인체에 중도적 위해성을 지니는 세계보건기구 class III에 분류된 농약이다 (FAO Specifications and Evaluations for Agricultural Pesticides: thiamethoxam, 2000). 물고기에는 무독하지만 조류에 중도적 독성을 나타내고 특히 꿀벌에 급성 독성을 보이는 것으로 알려져 있다. 살충제 imidacloprid는 단성분검사 대상 232종에 속하는 농약으로 이 또한 인체에 중도적 위해성을 지니는 것으로 알려졌는데 세계보건기구와 미국 환경청은 class II 또는 class III로 분류하고 있다 (Gervais *et al.*, 2010). 포유동물에 독성이 있으며 이 또한 꿀벌의 밀도 감소에 영향이 큰 원인으로 분석되고 있다. 검출된 살균제 carbendazim의 잔류수준은 농약잔류허용기준 0.2 mg/kg 보다 낮게 검출되었다.

이상의 결과로부터 3년간 조사된 총 16개 시료 중 3개의 시료에서 3종류의 잔류농약이 검출되었음을 확인하였다. 검출 시료수로 볼 때는 검출율은 18% 수준이었다. 수입 버섯배지 잔류 농약이 존재하면 재배되는 버섯으로 전이 될 가능성에 대한 의구심이 존재하는데 아직 이에 대한 자료가 부재한 실정이다. 따라서 향 후 버섯에 전이 되는지에 대한 연구가 필요하다고 사료된다. 또한 이들 배지재료는 농업부산물이면서 사육하는 식용하는 가축의 조사료로도 수입되는 품목이다.

Table 2. Ratio of included nutrient component from imported media materials for mushroom cultivation

Imported year	Country / Material	Nutrient component (%)				
		Water	Crude ash	Crude protein	Crude fat	Crude fiber
'15	German / Peat moss	51.34±0.31	0.66±0.00	2.49±0.00	1.17±0.16	20.09±0.17
	Pakistani / Wheat straw	6.68±0.16	13.15±0.08	2.87±0.06	0.62±0.05	36.06±0.04
	Egyptian / Beet pulp	8.89±0.11	4.30±0.10	8.73±0.02	0.56±0.10	16.54±0.12
	Chinese / Cottonseed meal	9.28±0.14	6.28±0.18	37.43±0.18	1.59±0.11	18.54±0.02
	Indonesian / Kapok meal	18.54±0.02	7.63±0.18	28.87±0.25	7.29±0.30	22.50±0.10
'16	Chinese / Cottonseed meal	10.25±0.13	3.45±0.12	8.64±0.11	0.70±0.23	18.54±0.06
	Egyptian / Beet pulp	8.79±0.04	7.01±0.07	48.15±0.67	1.77±0.37	7.02±0.63
	Indian / Cottonseed hull	9.60±0.25	2.87±0.05	3.89±0.11	1.40±0.11	48.31±0.48
	Indian / Beet pulp	9.49±0.16	4.12±0.08	8.98±0.20	0.77±0.05	16.16±0.12
	Australian / Wheat straw	44.91±0.30	3.91±0.50	0.93±0.05	0.79±0.04	24.79±0.14
	Canadian / Peat moss	37.09±0.28	0.71±0.15	2.51±0.06	1.93±0.05	25.27±0.48
'17	Indian / Cottonseed meal	8.82±0.10	6.89±0.19	45.49±0.55	1.31±0.15	7.88±0.18
	Indian / Cottonseed hull	11.12±0.09	2.51±0.18	4.52±0.25	1.34±0.07	48.45±0.37
	Egyptian / Beet pulp	9.46±0.08	3.37±0.11	8.72±0.12	0.71±0.06	18.72±0.21
	German / Peat moss	74.65±0.31	7.07±0.12	1.43±0.07	0.47±0.23	3.61±0.49
	Ukrainian / Beet pulp	9.47±0.09	3.71±0.13	8.95±0.15	0.50±0.05	17.75±0.40

따라서 조류를 포함한 포유동물에 중도적 독성이 있다는 사실과 더불어 수출입 검출대상 농약품목으로서 그 잔류 수준이 기준치를 넘는 정도로 조사된바 향 후 버섯의 GAP 생산과 더불어 이들 농업부산물의 사용 용도에 대한 주의가 요구된다.

수입된 배지재료의 영양성분

다수확과 양질의 버섯 생산을 위해서는 배지 재료의 영양성분이 우수해야 하는바 수분, 조회분, 조단백, 조지방, 조섬유 총 5가지 영양성분 함량을 분석하였다(Table 2). 2015년에 수입된 버섯배지 재료에서 독일산 피트모스가 수분함량이 가장 높았고 조회분과 조지방은 파키스탄산 밀짚이 가장 높았다. 조단백은 중국산 면실박에서 가장 높았고 조지방은 인도네시아산 케이폭박이 높았다. 2016년 수입된 배지재료에서는 호주산 밀짚이 수분함량이 가장 높았으며 조회분과 조단백은 이집트산 비트펄프에서 가장 높은 함량을 보였다. 조지방은 캐나다산 피트모스에서 가장 높았고 조섬유는 인도산 면실피에서 가장 높았다. 2017년 수입된 배지재료는 독일산 피트모스에서 수분과 조회분 함량이 가장 높았으며 인도산 면실박에서 조단백이 함량이 높았다. 인도산 면실피는 조지방과 조섬유 함량이 가장 높았다.

버섯배지의 주 영양원은 현재 톱밥과 미강이며 이들 수입재배 재료는 주재료에 혼합하여 사용하는 부재료이다. 따라서 전체적으로 모든 시료에서 버섯이 충분히 생장할 수 있는 영양성분 함량을 골고루 보이고 있는 것으로 사료된다. 그러나 분명히 수입되는 배지 품목과 수입국, 그리고 수입년도에 따라 영양 성분에 차이가 존재하는 바 이는 양송이나 느타리 버섯의 균일한 생산을 가져오는데 변화를 줄 수 있다. 따라서 매년 수입되는 버섯배지 재료에 대한 영양성분 검사를 수행하여 혼합 비율을 조절하는 등 조치를 취하여 균일하고 안정된 생산이 일어나도록 하는 재배 방법의 모색이 필요하다고 사료된다.

본 연구는 버섯을 재배하기 위한 수입되고 있는 배지재료에 존재하는 유해인자에 대해 선구적 조사이다. 선행연구를 통해 여러 세균과 곰팡이가 존재하고 그 중에는 인체에 유해한 미생물 존재함을 확인하였는데 (Kwon *et al.*, 2015; Lee *et al.*, 2016) 본 연구에서 중금속과 잔류농약 존재함을 추가로 확인한 바 유해 할 수 있다는 근거 자료를 확보 하였다. 버섯 재배에 사용된 버섯배지는 버섯 재배 후 국내에서 대부분 토양의 비료로 투입되고 있는 실정인데 최근 가축의 조사료로 재활용하는 시도도 이루어지고 있다 (Cheong *et al.*, 2006). 퇴배지의 지속적인 토양 투입은 환경에 잔류 농약과 중금속의 축적을 야기시킬 수 있기 때문에 수입배지 재료의 농약과 중금속 검사는 지속적으로 추적되어야 할 것으로 사료된다. 현재 국내에서 버섯작물의 GAP 생산에 사용되는 수입 농업부산물에 대한 관리 체계가 마련되어 있지 않은바 버섯의 안전 생산과 더불어 지속적으로 안정된 생산을 이루기 위해서는 수입배지 재료에 대한 조사를 확대하고 관리 할 수 있는 체제를 마련하는 것이 시급히 필요하다고 사료된다.

Notes

The author declare no conflict of interest.

Acknowledgement

This work was carried out with the support of "Cooperative Research Program for Agriculture Science & Technology Development (Project No. PJ0111252017)", RDA, Republic of Korea.

References

Cheong, J. C., Jhune, C. S., Kim, S. H., Jang, K. Y., Park, J. S., Na, J. C., & Chun, M. H. (2006). Effect of the adding of *Flammulina velutipes* cultivation media wastes into chicken feed on the meat quality and production cost of broiler. The Korean Journal of Mycology, 34(1), 29-33.

Jang, M. J., Lee, Y. H., Kang, Y. Z., & Ju, Y. C. (2014). Effect of albasia sawdust in *Pleurotus ostreatus* by bottle cultivation. Journal of Mushroom, 12(1), 8-11.

Kim, J. J., Lee, S. W., Park, K. W., Seo, K. I., & Yee, S. T. (2012). Effect of *Flammulina velutipes* extracts cultivated with oriental herbal plants on the activation of immune cells. Journal of Life Science, 22(6), 828-836.

Kwon, H. W., Min, S. W., Lee, G. S., Kim, B. Y., Lee C. J., & Kim S. H. (2015). Investigation of bacteria in imported supplemental substrates for mushroom cultivation media. Journal of Odor and Indoor Environment, 14(3), 225-233.

Lee, G. S., Kim, J. Y., Kim, B. Y., Hyun, M. W., Lee, C. J., Kong, W. S., & Kim S. H. (2016). Detection of fungi in imported supplemental substrates for mushroom cultivation media. Journal of Odor and Indoor Environment, 15(4), 337-344.