

감과피를 이용한 큰느타리버섯 배지 개발

김철환 · 김혜수 · 김홍출 · 권현숙¹ · 정종천² · 공원식² · 조수정*

경남과학기술대학교 제약공학과

¹한국한방산업진흥원

²농촌진흥청 국립원예특작과학원 버섯과

Development of medium for *Pleurotus eryngii* cultivation using Kojongsi persimmon peels

Chul Hwan Kim, Hye Soo Kim, Hong Chul Kim, Hyun Sook Kwon¹, Jong-Chun Cheong²,
Won-Sik Kong² and Soo Jeong Cho*

Dept. of Pharmaceutical Engineering, Gyeongnam National University of Science and Technology, Jinju 660-758, Korea

¹Korea Promotion Institute for Traditional Medicine Industry, Gyeongsan, 712-260, Korea

²Mushroom Research Division, International Institute of Horticultural & Herbal Science, RDA, Eumseong, 369-873, Korea

ABSTRACT: This study was carried out to investigate the availability of dried Kojongsi persimmon peels (KPP) as a useful mushroom medium using *Pleurotus eryngii* ASI 2312. Mushroom cultivation medium used in this study was mixed with medium mixture, corn cob and sawdust (220:65:15, v/v). Dried KPP was replaced mushroom cultivation medium (control) with 5, 10, 15, 20, 30, 40, 50% dried KPP. The T-N content of dried KPP treatments decreased to increase replaced ratio of the dried KPP and C/N ratio was increased to increase replaced ratio of the dried KPP. But T-C content of dried KPP treatments was similar to untreated control. The average cultivating periods of mycelium on dried KPP treatments was delayed to increase replaced ratio of the dried KPP and cultivating periods was delayed over 30% dried KPP treatments. The length of stipe of dried KPP treatments was longer than that of the untreated control to increase replaced ratio of the dried KPP and thickness of stipes was tend to be thinner than that of the untreated control to increase replaced ratio of the dried KPP. The moisture, carbohydrate, crude protein and crude ash content of mycelial were similar to untreated control, but crude fatty acid was increased to increase replaced ratio of the dried KPP. The β -glucan content of 10% and 15% treatments were higher than untreated control. The results based on cultivation yield and β -glucan content indicated that optimal mixture ratio dried KPP was 15%.

KEYWORDS: β -glucan content, Kojongsi persimmon peels, Mycelial growth, *Pleurotus eryngii*

서론

큰느타리버섯(*Pleurotus eryngii*)은 우리나라의 대표적인 식용버섯으로 “King oyster mushroom”으로 불리며 상품명인 “새송이버섯”으로 더 많이 알려져 있다. 큰느타리버섯은 남유럽, 북아프리카, 중앙아시아, 남러시아 등지에 분포하며 자실체의 균사조직이 치밀하여 씹는 맛이 좋고 수분함량이 낮아 저장성이 우수하다는 장점이 있다 (Zadrazil, 1974; Rajarathnam and Bano, 1987; Kim *et al.*, 1997). 큰느타리버섯은 1997년부터 우리나라에서 인공재배를 시작하였으며 최근에는 큰느타리버섯 병재배기술이 발달하여 버섯 재배 농가들이 대규모화되고 있다. 큰느타리버섯은 병재배를 위해 톱밥, 콘코브, 비트펄프,

J. Mushrooms 2015 December, 13(4):314-318
http://dx.doi.org/10.14480/JM.2015.13.4.314
Print ISSN 1738-0294, Online ISSN 2288-8853
© The Korean Society of Mushroom Science

*Corresponding author

E-mail : sjcho@gntech.ac.kr

Tel : +82-55-751-3397, Fax : +82-55-751-3399

Received November 12, 2015

Revised December 7, 2015

Accepted December 22, 2015

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.

대두박, 면실박, 면실피, 밀기울 등을 혼합한 혼합배지를 사용하고 있으며 우리나라는 부존자원이 부족하여 대부분의 배지원료들을 수입에 의존하고 있다. 최근에는 원유가격 상승에 따른 운송비 상승과 국제 곡물가격 상승으로 경영비가 상승하면서 버섯재배농가들은 많은 어려움을 겪고 있으며 이를 극복하기 위해서는 수입의존적인 버섯배지원료를 대체할 수 있는 국내 부존자원에 관한 연구가 필요한 실정이다(Kim *et al.*, 2014). 버섯배지원료는 버섯 품질의 균일화와 수량을 증대시킬 수 있어야 하고 정상적인 자실체 발생 및 생육을 위해 배지의 pH, 수분함량, 영양원 조성 등의 화학적 특성과 배지의 공극량, 충전량 등 물리적인 특성이 적합해야한다(Hong, 1979; Gal and Lee, 2002; Lee *et al.*, 2002; Royse and Sanchez, 2007; Won *et al.*, 2010). 버섯배지원료로 이용 가능한 농산부산물물은 다양하지만 경남지역에서 일정시기에 대량으로 발생되는 농산부산물로는 감과피가 있다.

경남지역 특히 산청은 감(고종시)의 주산지로서 꽃감, 감말랭이 등의 다양한 감 가공품을 생산하고 있으며 감 가공품 생산시 발생하는 부산물인 감과피에는 epicatechine, catechine, ferulic acid, gallic acid, protocatechuic acid, vanillic acid, *P*-coumaric acid 등의 phenol 물질이 함유되어 있어서 항산화 효과가 매우 높다(Gorinstein *et al.*, 2001). 특히 고종시의 감과피는 감과육보다 항산화 지표인 DPPH radical 소거능, 항염증 및 항암효과가 더 좋다는 보고도 있다(Kawase *et al.*, 2003; Kim, 2012). 현재 감과피는 많은 생리활성물질이 함유되어 있음에도 활용방안이 없어 대부분 논밭에 살포되거나 하천에 방치되어 토양의 산성화와 수질 오염 등의 환경 피해를 유발하는 원인이 되고 있다(Kim, 2005; Kim *et al.*, 2014). 우리나라에서 생산된 감의 50%는 꽃감으로 제조되고 30%는 홍시, 20%는 식초 제조에 사용되고 있으며 꽃감 생산 후 발생하는 감과피는 원과의 20% 정도인 것으로 알려져 있으며 감과피 생산량에 대한 정확한 통계자료는 없다(Kim, 2005). 감과피는 감 수확 후 거의 같은 시기에 박피되므로 원료 수급이 용이하고 다른 과실이나 채소 가공 부산물에 비해 수분함량이 낮다는 장점이 있다.

최근에는 지역특산물을 이용한 고부가가치 제품의 개발에 대한 중요성이 부각되면서 지방자치 단체들마다 “향토산업 육성사업”, “고부가가치산업 육성사업”등을 시행하고 있으므로 다양한 생리활성물질을 함유하고 있는 경남 지역 특산물의 가공부산물인 감과피를 버섯배지원료로 활용할 수 있다면 환경오염을 예방하고 지역특산물의 농산부산물을 버섯배지로 이용한 버섯을 생산하여 지역브랜드로 개발함으로써 새로운 부가가치를 창출하고 농가 소득향상에도 기여할 수 있을 것으로 기대된다(Kim *et al.*, 2014).

본 연구는 경남지역 특산물의 가공부산물인 감과피를 이용한 버섯배지를 개발하여 지역특화버섯 및 기능성 버

섯 생산을 위한 버섯배지 자원으로서 감과피의 이용 가능성을 검토하고자 수행되었다.

재료 및 방법

시험균주 및 종균제조

본 시험에서는 국립원예특작과학원 버섯과에서 분양받은 ASI 2312를 공시균주로 사용하였으며 공시균주는 PDA(Potato Dextrose Agar) 평판배지에서 7일 동안 배양한 후 MCM(Mushroom Complex Medium) 배지에서 액체배양한 다음 종균으로 사용하였다.

배지 제조 및 이화학성분 분석

배지자원으로 사용한 감과피는 경상남도 산청지역의 고종시 꽃감을 생산하고 남은 것을 수거하여 건조한 후 사용하였다. 건조된 감과피는 5%, 10%, 15%, 20%, 30%, 40%, 50%의 부피비(v/v)로 혼합배지에 첨가한 후 콘코브, 톱밥 등과 혼합하여 시험구로 사용하였다. 본 시험에서는 대두박, 비트펄프, 파옥쇄, 소맥피, 대두피 등을 혼합한 것을 혼합배지로 사용하였고 대조구는 혼합배지:콘코브:톱밥(220:65:15, v/v)을 혼합한 기본배지를 사용하였다. 배지재료에 대한 이화학성분 분석을 위해 대조구와 각각의 감과피 처리구는 65°C 건조기에서 48시간 동안 건조한 후 분쇄기로 분쇄하였다. 분쇄된 배지재료의 T-C, T-N, C/N율은 대용량 원소분석기(Macro Elemental analyzer, vario MACRO cube, Germany)를 이용하여 분석하였다.

균사 배양 및 자실체 생육 조사

큰느타리버섯 배양 및 생육은 큰느타리버섯 표준재배법에 준하여 수행하였으며(Ryu *et al.*, 2007) 시험구 배치는 완전임의 배치하였다. 대조구와 5%, 10%, 15%, 20%, 30%, 40%, 50% 감과피 처리구의 버섯배지는 1,400 ml 배양병(직경 85 mm, 높이 160 mm)에 각 처리구별로 480 병씩 입병하여 3회 반복시험을 수행하였다. 입병한 버섯배지는 121°C에서 90분 동안 고압살균 후 20°C 내외로 냉각하고 액체 종균을 접종한 후 온도 23°C, 상대습도 60%로 조절된 배양실에서 34일 동안 배양하였다. 감과피 첨가에 따른 균사생장을 조사하기 위해 7일 간격으로 균사 길이를 측정하였으며 혼합배지별 잡균의 오염여부를 조사하여 오염된 배양병은 즉시 제거하였다. 배양 완료된 배지는 균균기 후 생육실로 옮겨 생육온도 15°C, 상대습도 90%, CO₂ 농도 1,000 ppm으로 조절하면서 발이와 자실체 발생을 유도하였으며 자실체 생육 후기에는 상대습도를 85%로 낮추어 재배하였다. 자실체의 크기가 0.5-1.0 cm정도 생육하였을 때 생육이 양호한 자실체 2개만을 남기고 나머지는 살균된 칼로 제거하였다. 수확한 큰느타리버섯은 기저부의 균피를 제거한 후 무게, 대 길이, 대 직경, 갓 직경 등을 측정하였다.

자실체의 일반성분 및 β -glucan 함량 분석

수확한 큰느타리버섯은 동결건조 후 본 실험에 사용하였다. 동결 건조된 큰느타리버섯의 일반성분인 수분, 조단백질, 조지방, 조회분 함량은 AOAC(Association of official analytical chemists)법에 준하여 분석하였으며 β -glucan 함량은 megazyme kit(Megazyme, Ireland)를 이용하여 분석하였다. β -glucan 함량은 총 glucan 함량과 α -glucan 함량의 차이를 계산하여 구하였다.

결과 및 고찰

감과피 첨가배지의 성분 분석

본 시험에서 큰느타리버섯 배양을 위해 사용한 대조구와 시험구의 수분함량, T-C, T-N, C/N율을 조사한 결과는 Table 1과 같다. 대조구인 기본배지와 비교해 보았을 때 시험구인 5%, 10%, 15%, 20%, 30%, 40%, 50% 감과피 처리구의 T-N 함량은 감과피 첨가량이 증가할수록 감소하는 경향을 나타내었으며 T-C 함량은 큰 차이가 없었다. C/N율은 대조구와 비교하여 10%, 15%, 20%, 30%, 40%, 50% 감과피 처리구에서 높게 나타났으며 감과피 첨가량이 증가할수록 증가하는 경향을 나타내었다. Lee *et al*(1998)은 최적의 C/N율은 자실체 생산과 밀접한 연관이 있다고 보고하였으며 Zadrazil(1978)은 버섯재배에 적합한 C/N을 범위는 버섯재배 초기에는 25, 버섯재배 후기에는 15가 적합하다고 보고하였다. 본 실험에 사용한 대조구와 5%, 10% 감과피 처리구의 C/N율은 버섯재배 초기의 적합 C/N율보다는 조금 낮았으며 15%, 20%, 30%, 40% 감과피 처리구는 버섯재배 초기의 적합 C/N율과 유사한 경향을 나타내었다.

감과피 첨가량이 균사 생장에 미치는 영향

대조구와 5%, 10%, 15%, 20%, 30%, 40%, 50% 감과피 처리구 배지가 입병된 배양병에서의 균사 길이를 7일

Table 1. Chemical properties of mushroom substrates used in this study

Treatments	T-N ^b (%)	T-C ^c (%)	C/N ^d ratio
Control	2.34	43.31	19
Mushroom substrates with 5% KPP ^a	2.17	43.60	20
Mushroom substrates with 10% KPP	2.03	44.35	22
Mushroom substrates with 15% KPP	1.90	44.75	24
Mushroom substrates with 20% KPP	1.89	44.77	24
Mushroom substrates with 30% KPP	1.87	44.96	24
Mushroom substrates with 40% KPP	1.76	44.66	25
Mushroom substrates with 50% KPP	1.52	44.96	30

^aKPP, Kojongsi persimmon peels; ^bT-N, Total nitrogen; ^cT-C, Total carbon; ^dC/N, Total carbon/total nitrogen.

Table 2. The mycelial growth of *Pleurotus eryngii* on the mushroom substrates with Kojongsi persimmon peels

Treatments	Mycelial growth (mm)			
	7 days	14 days	21 days	28 days
Control	25	54	73	160
Mushroom substrates with 5% KPP ^a	25	52	73	130
Mushroom substrates with 10% KPP	22	45	65	125
Mushroom substrates with 15% KPP	25	52	72	150
Mushroom substrates with 20% KPP	25	52	72	130
Mushroom substrates with 30% KPP	21	41	64	95
Mushroom substrates with 40% KPP	19	42	65	79
Mushroom substrates with 50% KPP	16	36	61	74

^aKPP, Kojongsi persimmon peels.

간격으로 조사한 감과피 첨가량이 균사생장에 미치는 영향은 Table 2와 같다. 균사생장은 대조구보다 감과피가 첨가된 모든 시험구에서 느리게 나타났다. 시험구의 5% 감과피 처리구에서 균사 생장이 가장 빨랐지만 감과피 첨가량이 증가할수록 균사 성장속도는 느려지는 경향을 보였다. Kim *et al*(2009)의 은행잎박을 이용한 큰느타리버섯 배지 개발에 관한 연구에서도 은행잎박 첨가량이 20-30% 증가함에 따라 균사 생장이 감소하는 경향이 있었다고 보고하였고 Lee *et al*(2011)의 홍삼박을 이용한 병재배 느타리버섯의 첨가배지 개발에 관한 연구에서도 홍삼박의 첨가량이 증가할수록 균사생장 속도는 느려졌고 균사밀도도 약하게 나타났다. Lee *et al*(2011)은 홍삼박의 첨가량이 증가할수록 균사생장 속도가 느려지고 균사밀도가 약하게 되는 이유를 홍삼에 포함되어 있는 다양한 항균물질이 느타리버섯 균사의 생육을 억제하였기 때문이라고 보고하였다. 따라서 감과피 첨가량이 증가할수록 균사생장 속도가 감소하는 이유를 확인하기 위해서는 감과피에 포함되어 있는 생리활성물질을 조사하여 이들이 큰느타리 균사생장에 미치는 영향을 조사할 필요가 있을 것으로 판단된다.

감과피 혼합비율에 따른 자실체 생육특성

큰느타리버섯의 배양특성 및 생육 특성은 배양율, 초발이 소요일수, 생육일수, 수량, 유효경수, 갯직경 등 자실체의 형태적 특성 등을 기준으로 농촌진흥청 표준조사법에 준하여 조사하였다. 대조구에 비해 5%, 10%, 15%, 20%, 30% 감과피 처리구의 배양일과 초발이 소요일수는 뚜렷한 차이를 나타내지 않았지만 감과피 첨가량이 증가할수록 배양일이 길어지는 경향을 보였으며 40%와 50% 감과피 처리구에서는 발이가 정상적으로 이루어지지 않았다. (Table 3). 이는 감과피 첨가량이 증가할수록 버섯배지원의 C/N율이 증가한 것과 연관이 있을 것으로 생각되며

Table 3. Mycelial growth, production and development of fruiting body in *Pleurotus eryngii* on the mushroom substrates with *Kojongsi persimmon peels*

Treatments	Cultivation period (day)				Fruit body (g/bottle)	Pileus diameter (mm)	Stipe (mm)	
	Mycelial growth	Primordia	Fruit body growth	Total cultivation			Width	Length
Control	30	11	6	47	253.4±23.6	56	47	118
Mushroom substrates with 5% KPP ^a	34	11	6	51	238.4±21.3	48	41	100
Mushroom substrates with 10% KPP	34	11	6	51	229.5±20.5	51	43	108
Mushroom substrates with 15% KPP	34	11	6	51	266.3±26.9	57	48	124
Mushroom substrates with 20% KPP	34	11	7	52	218.7±21.2	40	31	127
Mushroom substrates with 30% KPP	34	11	7	52	200.2±19.4	39	30	126

^aKPP, *Kojongsi persimmon peels*.

C/N율을 대조구와 동일한 조건으로 조절한 감과피 처리구에서 자실체 생육특성을 조사할 필요가 있을 것으로 사료된다.

감과피 첨가량에 따른 큰느타리의 자실체 특성을 조사한 결과는 Table 3과 같이 대조구에 비해 감과피 첨가율이 증가할수록 갓의 크기는 감소하고 대의 길이는 길어지고 대의 굵기는 가늘어지는 경향을 나타내다가 15% 감과피 처리구에서는 갓의 크기와 대의 길이, 대의 굵기가 대조구보다 양호한 결과를 나타내었다. 마늘껍질을 이용한 느타리버섯의 인공재배에 관한 Lee *et al*(1997)의 연구에서도 마늘 첨가량이 증가할수록 버섯의 대 길이는 길어지고 버섯 생산량이 개선되었다고 보고하였다. 대조구와 비교하여 15% 감과피 처리구에서 자실체 생산이 가장 우수하였으므로 버섯배양기간 등을 고려한 감과피 첨가에 따른 버섯재배 기술개발에 관한 추가연구가 필요할 것으로 판단된다.

자실체의 일반성분 및 β-glucan 함량

수확 후 동결 건조한 큰느타리버섯의 일반성분인 수분, 조단백질, 조지방, 조회분 함량은 Fig. 1에 나타내었다. 수분 함량, 단백질, 조회분 함량은 대조구와 시험구에서 유의성 있는 차이를 나타내지 않았지만 조지방 함량은 감과피 첨가량이 증가함에 따라 증가하는 경향을 나타내었다. 감과피 첨가량이 증가함에 따라 조지방이 증가하는 이유는 감과피에 함유되어 있는 wax 또는 색소 성분이 유기용매로 용출되었기 때문으로 생각되며 이에 관한 추가적인 연구가 필요한 것으로 판단된다.

동결 건조된 큰느타리버섯의 β-glucan 함량은 Fig. 2에 나타내었다. 대조구에 비해 10%와 15% 감과피 첨가구에서 β-glucan 함량이 높게 나타났다. 따라서 대조구와 비교했을 때 15% 감과피 첨가구는 자실체 수량도 높게 나타나고 β-glucan 함량도 높게 나타났기 때문에 감과피 첨가 비율은 15%가 가장 적합한 것으로 사료된다.

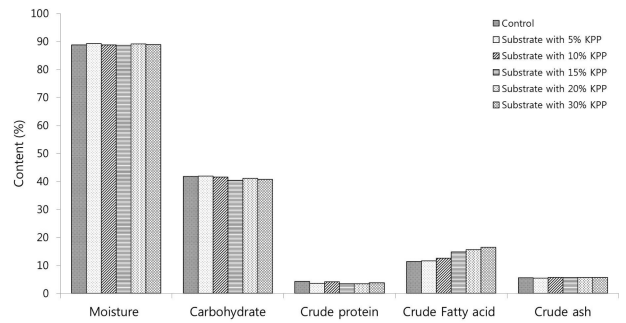


Fig. 1. Chemical component of *Pleurotus eryngii* according to the different mushroom substrates with *kojongsi persimmon peels*. KPP, *Kojongsi persimmon peels*.

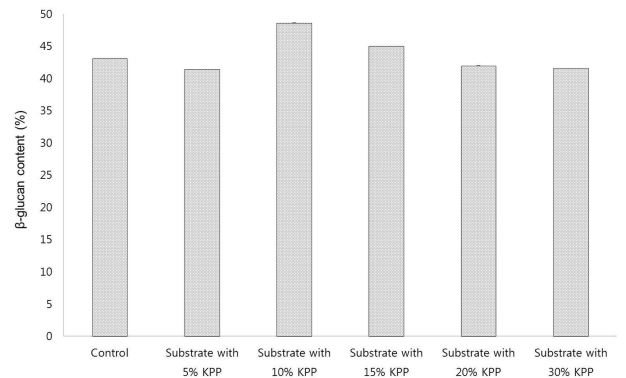


Fig. 2. β-glucan contents of the *Pleurotus eryngii* according to the different mushroom substrates with *kojongsi persimmon peels*. KPP, *Kojongsi persimmon peels*.

적 요

본 연구는 지역 특산물인 감과피를 이용한 버섯배지 개발을 위한 기초자료로서 감과피의 이용 가능성을 검토하고자 수행되었으며 감과피는 경상남도 산청지역에서 꽃감을 생산하고 남은 것을 수거하여 건조한 후 사용하였고 공식균주는 ASI 2312를 사용하였다. 대조구는 혼합배지:

콘코브:톱밥(220:65:15, v/v)을 혼합한 기본배지를 사용하였고 기본배지 중 혼합배지를 5%, 10%, 15%, 20%, 30%, 40%, 50%의 건조된 감과피 처리구로 대체한 처리구를 시험구로 사용하였다. 대조구인 기본배지에 비해 시험구인 5%, 10%, 15%, 20%, 30%, 40%, 50% 감과피 처리구의 T-N 함량은 감과피 첨가량이 증가할수록 감소하는 경향을 나타내었으며 T-C 함량은 큰 차이가 없었고 C/N율은 감과피 첨가량이 증가할수록 증가하는 경향을 나타내었다. 감과피 첨가량이 균사생장에 미치는 영향을 조사한 결과 대조구보다 감과피가 첨가된 모든 시험구에서 균사생장이 느리게 나타났다. 감과피 첨가량에 따른 배양일수는 대조구인 혼합배지에 비해 감과피를 30%까지 첨가하여도 배양일수와 초발이 소요일수에는 뚜렷한 차이는 없었지만 감과피 첨가량이 증가할수록 배양일이 길어지는 경향을 보였으며 혼합배지에 비해 감과피 첨가비율이 증가할수록 갖의 직경은 감소하고 대의 길이는 길어지고 직경은 감소하는 경향을 나타내었다. 수확 후 동결 건조한 큰느타리버섯의 수분, 단백질, 조회분 함량은 대조구와 시험구에서 유의성 있는 차이를 나타내지 않았지만 조지방 함량은 감과피 첨가량이 증가함에 따라 증가하는 경향을 나타내었고 β -glucan 함량은 대조구에 비해 10%와 15% 감과피 첨가구에서 높게 나타났다. 따라서 대조구와 비교했을 때 15% 감과피 첨가구는 자실체 수량도 높게 나타나고 β -glucan 함량도 높게 나타났기때문에 감과피 첨가 비율은 15%가 가장 적합한 것으로 사료된다.

감사의 글

본 연구는 2015년 농촌진흥청 공동연구사업(과제번호 PJ010129)에 의하여 수행된 결과의 일부이며 이에 감사드립니다.

References

- A.O.A.C. 1995. Official Methods of Analysis, 16th, Association of official analytical chemists. Washington, D.C.
- Gal SW, Lee SW. 2002. Development of optimal culture media for the stable production of mushroom. *J Korean Soc Agri Chem Biotechnol.* 45:71-76.
- Gorinstein S, Zachwieja Z, Folta M, Barton H, Piotrowicz J, Zemser M, Weisz M, Trakhtenberg S, Martin-Belloso O. 2001. Comparative contents of dietary fiber, total phenolics, and minerals in persimmons and apples. *J Agric Food Chem.* 49:952-957.
- Hong JS. 1979. Studies on the compositional changes of media during oyster mushroom cultivation. *Korean J Appl Microbiol Bioeng.* 7:37-46.
- Kawase M, Motohashi N, Satoh K, Sakagami H, Nakashima H, Tani S, Shirataki Y, Kurihara T, Soengler G, Wolfard K, Molnar J. 2003. Biological activity of persimmon (*Diospyros kaki*) peel extracts. *Phytother Res.* 17:495-500.
- Kim HS, Kim SC, Cheong JC, Cho SJ. 2014. Effect of the supplementation of persimmon peels on mycelial growth of *Pleurotus eryngii*. *Journal of Mushrooms* 12:371-374.
- Kim HK, Cheong JC, Chang HY, Kim GP, Moon BJ. 1997. The artificial cultivation of *Pleurotus eryngii* (II). *Kor J Mycol.* 25:311-319.
- Kim HK, Kim YG, Lee BJ, Lee BC, Yang ES, Kim HG. 2009. Studies on the development of mushroom medium of *Pleurotus ostreatus* using ginkgo nutshell. *Journal of Mushrooms* 7:163-167.
- Kim YH. 2012. Anticancer, Antioxidative and Antiinflammatory activity of Extraction from Persimmon (*Diospyros kaki* Thunb cv. *Gojongsi*) Fresh Pulp, Fresh and Dried Peel. Master of Science. The Pusan National University of Korea, pp 27-28.
- Kim YJ. 2005. Effect of Dietary Dried Persimmon By-product on physico-Chemical Properties of Chicken Meat. *Korean J Food Sci Resour.* 25:436-441.
- Lee CJ, Han HS, Jhune CS, Cheong JC, Oh JA, Kong WS, Park GC, Park CG, Shin YS. 2011. Development of new substrate using redginseng marc for bottle culture of oyster mushroom (*Pleurotus ostreatus*). *J Mushrooms Sci Prod* 9:139-144.
- Lee HD, Kim YG, Kim HK, Han GH, Moon CS, Hur IB. 1998. Bottle Cultivation of *Pleurotus ostreatus* and *Agrocybe aegerita* using agricultural by-product. *Kor J Mycol.* 26:47-50.
- Lee SS, Kim SK, Lee TS, Lee MW. 1997. Cultivation of oyster mushrooms using the garlic peel sa an agricultural by-product. *Kor J Mycol.* 25:268-275.
- Lee YH, Cho YJ, Kim HK. 2002. Effect on mycelial growth and fruit body development according to additives and mixing ration in pot cultivation of *Pleurotus ostreatus*. *The Korean Society of Mycology* 30:104-108.
- Rajarathnam R, Bano Z. 1987. *Pleurotus* mushrooms. Part 1A. Morphology, Lifecycle, Taxonomy. Breeding and cultivation. *CRC Critical in Food Science and Nutrition* 26:157-222.
- Royse DJ, Sanchez JE. 2007. Ground wheat straw as a substitute for portions of oak wood chips used in shitake (*Lentinula edodes*) substrate formulae. *Bioresource Technology* 98:2137-2141.
- Ryu JS, Kim MK, Kwon JH, Cho SH, Kim NK, Rho CW, Lee CH, Ro HS, Lee HS. 2007. The growth characteristics of *Pleurotus eryngii*. *Kor J Mycol.* 35:47-53.
- Won SY, Lee YH, Jeon DH, Ju CH, Lee YB. 2010. Development of new mushroom substrate using kapok seedcake for bottle culture of oyster mushroom (*Pleurotus ostreatus*). *The Korean Society of Mycology* 38:130-135.
- Zadrazil F. 1974. The ecology on industrial production of *Pleurotus ostreatus*, *Pleurotus florida*, *Pleurotus cornucopiae* and *Pleurotus eryngii*. *Mushroom Sci.* 9:621-652.
- Zadrazil F. 1978. Cultivation of *Pleurotus* in "The biology and cultivation of edible mushroom", Eds. S. T. and W. A. Hayes Academic Press N.Y., pp. 521-530.