한국버섯학회지 Journal of Mushrooms Research Article

느타리(*Pleurotus ostreatus*) 병재배시 분쇄 열매탈과팜이삭(PEFB : Palm Empty Fruit Bunch)의 비트펄프 대체효과

강민구* · 김우현 · 박준홍 · 김승한 · 박석희 · 우진하 · 최성용 · 박소득

경상북도농업기술원 농업환경연구과

Substitution effect of PEFB(Palm Empty Fruit Bunch) for beet pulp in bottle cultivation of *Pleurotus ostreatus*

Min-Gu Kang*, Woo-Hyun Kim, Jun-Hong Park, Seung-Han Kim, Seok-Hee Park, Jin-Ha Woo, Seong-Yong Choi and So-Deuk Park

Gyeongbuk Agricultural Research and Extension Services, Daegu 702-708, Korea

ABSTRACT: This study was carried out to develop the new mushroom cultivation medium for *Pleurotus ostreatus* using by EFB. Two strains of *Pleurotus ostreatus* were used for this study and the difference in productivity was observed in each strain. There was not confirmed a mycelial growth inhibition by addition of Empty Fruit Bunch which is palm tree waste. In the productivity test of the mixed medium, In Suhan 1ho, yield of T2 treatment was highest as 90.6 g per bottle, It was 14.9% higher than control. In Kimje variety which is Chunchu strain, Yield of T2 treatment was highest as 139.8 g per bottle. It was 25.2% higher than control. In Kimje variety, as amount of 6mm diameter PEFB pellet is increased in medium, yield of mushroom was decreased. When 8mm diameter EFB was used for 532 medium, yield of both 50% EFB(T3) and 100% EFB (T5) treatment was better than other treatments. Therefore, it is suggested that 8 mm diameter EFB pellet is good material for mushroom cultivation medium and T5 treatment was showed a potential possibility as an alternative medium.

KEYWORDS: Subtrate, Beet pulp, PEFB, Palm tree waste, *Pleurotus ostreatus*

서 론

국내 버섯생산량은 173,354톤(12년)이며, 그 중 느타리버섯(*Pleurotus ostreatus*)은 2012년 기준으로 51,991톤으로 전체 생산량의 30% 비중을 차지하는 국내에서 가장 많이 소비되는 버섯이다(MAFRA, 2013). 느타리버섯의 재배방법은 균상재배, 병재배, 봉지재배법으로 나눌 수 있고 과거에는 주로 균상재배로 생산되었으나 최근에는 병재배법으로 생산하는 농가가 경기도, 경북지역 등에서 증가하고 있는 추세이다. 느타리버섯의 병재배법은 비트펄프와 면실박을 이용한 병재배 배지를 개발하면서 본격적으로 이뤄졌으며, 느타리버섯은 계통별로 적정배지가 달라 춘추계통은 "532배지(톱밥50+비트펄프30+면실박20)"에서 생육이 우수하며, 수한계통은 미송톱밥, 비트펄프, 미강, 면실박을 50:40:8:2(v/v)로 혼합했을 때 자실체 품질이 우수하다고 하였다Ha et., 2003).

병재배는 버섯을 대량으로 생산할 수 있는 장점이 있지만 대량생산을 위해서는 병재배용 배지재료의 가격이 저렴하고 공급이 안정적이여야 한다. 국내에서 버섯생산시 활용하고 있는 재료로는 볏짚, 밀짚, 폐면, 톱밥, 비트펄프, 콘코브, 면실피, 건비지, 면실박, 미강, 밀기울 등을 이용하고 있다(KREI, 2005). 국내 부존자원만으로는 그 양이 부족하기 때문에 대부분 수입에 의존하고 있는 실정이고 그 양은 연간 700,000톤 이상을 소모하고 있으며, 수입이

J. Mushrooms 2014 March, 12(1):12-16
http://dx.doi.org/10.14480/JM.2014.12.1.12
Print ISSN 1738-0294, Online ISSN 2288-8853
© The Korean Society of Mushroom Science
*Corresponding author
E-mail : ilovegeoje@korea.kr
Tel : +82-53-320-0475, Fax : +82-53-320-0295
Received February 28, 2014
Revised April 2, 2014
Accepted April 3, 2014

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.

불가피한 실정이다(KREI, 2005). 느타리버섯 병재배에서는 대표적으로 “532배지”가 이용되고 있으며, 그 중 면실박은 가격상승과 공급불안정으로 최근에는 케이폭박으로 대체되어 이용되고 있다(Won *et al.*, 2010). 532배지중 사용중인 비트펄프는 최근 kg당 500원이상의 단가로 농가에 공급되고 있으며, 가격이 꾸준히 상승할 것으로 예측되기 때문에 저렴한 대체배지의 개발이 필요하다.

팜부산물(Palm waste)은 대표적으로 열매탈과팜이삭(PEFB : Palm Empty Fruit Bunch), 팜핵유박(PKE : Palm Kernel Expeller), 팜핵껍질(PKS : Palm Kernel Shell)이 있으며, 팜나무(Palm tree) 열매에서 팜오일(CPO:Crude Palm Oil)을 착유시 발생되는 것들이다. 특히, 팜오일의 oil 산출액은 유채보다 약5배, 해바리기씨유보다 약6배, 옥수수유보다 약35배 더 높은 수준이라 향후 이용이 늘어날 것으로 예상되어, 그와 더불어 부산물의 발생도 증가할 것이다.

본 연구에서는 팜부산물인 열매탈과팜이삭(PEFB : Palm Empty Fruit Bunch)를 6~8 mm Pellet으로 가공한 재료를 이용하여 느타리버섯 병재배시 공급이 불안정한 재료인 비트펄프를 대체하여 새로운 배지조합을 개발하고자 시험을 수행하였다.

재료 및 방법

버섯재배용 배지가격조사

최근 버섯재배용 배지의 가격은 지속적으로 상승하고 있으며, 일부 농가에서는 기존 사용하던 버섯재배용 배지의 물량이 부족하여 안정적으로 공급받지 못해 생산에 어려움을 겪고 있다. 버섯재배용 배지의 가격동향을 파악하기 위해서 버섯배지 공급업체를 대상으로 업체방문 및 유무선조사를 실시하여 가격을 조사하였다.

혼합배지별 균사생장시험

혼합배지별 균사생장시험은 길이 300 mm, 직경 29 mm 유리시험관과 850 cc 종균배양병(직경59 mm)에 각 처리구별로 내용물을 넣고 고압멸균기를 이용하여 121°C에서 40, 90분 멸균한 후 15°C에서 식혀서 수한1호를 접종하였다. 접종된 시험관과 배양병은 배양상을 이용하여 온도를 25°C로 조절한 후 시험관은 14일간 배양하였고, 배양병은 25일간 배양후 균사생장속도 및 균사밀도를 조사하였다.

팜부산물 버섯균사생장 억제여부 조사

팜부산물의 첨가가 느타리버섯 균사생장에 미치는 영향을 조사하기 위해 PDA배지와 팜열매탈과송이(EFB : Empty Fruit Bunch)의 열수추출물이 첨가된 PDA배지, 미송톱밥 열수추출물이 첨가된 PDA배지를 제조하였다. 열수추출물 배지는 증류수에 각 시료를 첨가하여 100°C에서 20분간 끓여서 열수추출하였으며, 각 열수추출물을 PDA배지 제조시 첨가하여 첨가배지를 완성하였다. 분주 후 냉각된 배지의 중앙에 느타리버섯종균(수한 1호)를 접종하였고 7일후 각 배지별로 균사생장정도를 조사하였다.

시험균주 및 종균제조

시험에 사용한 균주는 경상북도농업기술원에서 보관하고 있는 수한1호(수한계통), 김제(춘추계통)를 공시균주로 사용하였다. 실험균주를 PDA 평판배지에서 7일간 배양 후 미송톱밥과 미강혼합배지(80:20, v/v)를 250ml삼각플라스크에 100 ml을 담아 121°C에서 40분간 살균한 고체배지에 접종하였으며, 20일간 배양한 후 접종원으로 사용하였다. 배양이 완료된 접종원을 미송톱밥과 미강혼합배지(80:20, v/v)를 버섯재배용 배양병(850 ml)에 550 ml을 담아 121℃에서 90분간 살균한 고체배지에 10 g씩 접종하였으며, 25일간 배양하여 시험용 종균으로 사용하였다.

혼합배지 제조 및 종균배양, 생육

배지의 혼합 처리는 미송톱밥(50):비트펄프(30):면실박(20) 기본배지로하여 열매탈과팜이삭(PEFB : Palm Empty Fruit Bunch)는 6 mm와 8 mm 두께로 펠렛형태로 성형한 후 재료로 이용하였다. 처리구성은 T1, 미송톱밥(50):비트펄프(30):면실박(20), T2, 미송톱밥(50):비트펄프(15):EFB PELLET 6 mm(15):면실박(20), T3, 미송톱밥(50):비트펄프(15):EFB PELLET 8mm(15):면실박(20), T4, 미송톱밥(50):비트펄프(0):EFB PELLET 6mm(30):면실박(20), T5, 미송톱밥(50):비트펄프(0):EFB PELLET 8mm(30):면실박(20)로 총5처리로 나누어 배지를 제조한 후 시험에 이용하였다.

배지혼합은 자동입병기를 이용하였고, 입병이 완료된 배지는 고압멸균기를 이용하여 121°C, 90분간 살균한후 15°C에서 냉각후 준비된 종균을 10 g씩 접종하여 배양하였다. 시험재배는 경북농업기술원 버섯재배사에서 실시하였고, 균사배양 및 생육관리는 느타리버섯 표준재배법에 준하여 실시하였다. 수확한 버섯의 특성은 농업과학기술연구조사분석기준(RDA, 2012)에 의해 조사하였다.

버섯재배용 배지 이화학적 특성조사

시험에 이용한 미송톱밥, 비트펄프, 면실박, EFB PELLET 6, 8 mm의 혼합전과 시험배지로 혼합한 후의 이화학적 특성을 조사하였다. T-C, T-N, T-S는 원소분석기(elementar vario max, Germany)를 P2O5, K2O, CaO, MgO는 유도플라즈마 분광분광기(perkinelmer optima 8300, USA)로 pH는 건조시료 5g을 증류수 25ml에 30분간 침적시킨 후 pH-Meter(Thermo orion 3 star, USA)로 분석 측정하였다.

통계분석

통계분석은 통계분석용 프로그램인 R project (Version 3.0.2, 2013 The R Foundation for Statistical Computing)를 이용하여 ANOVA분석을 시행하였으며, 신뢰수준 $p<0.05$에서 Duncan 다중검정을 이용하여 사후검정을 실시하였다.

결과 및 고찰

버섯재배용 배지가격조사

최근 급격한 기후변화와 산업화는 원자재값의 상승을 야기했고 축산업, 버섯산업 등도 그 영향에서 예외일수는 없었다. 버섯재배용 배지는 과거 kg당 100~200원정도의 가격대를 형성하였으나 최근에는 300원 이상의 재료가 대부분이며 비트펄프, 건비지, 면실박 등은 500원 이상의 가격으로 농가에 공급되어 버섯의 시세가 지속적으로 하락하고 있는 버섯농가에 큰 부담으로 작용하고 있었다 (Table 1).

Table 1. Prices of mushroom media materials in korea (2013. 3~10)

Material and media	price(won/kg)	Domestic/Import
Conttonseed cake(meal)	490~520	Import
Corncob	250~350	Import
Cottonseed hull	400~450	Import
Kepok seed cake(meal)	500~600	Import
Beet pulp	460~600	Import(China, Ukraine, Egypt)
Dried soybean curd residue	550~600	Domestic
Cotton waste	330~350	Import(China)
Rice straw	250~360	Domestic, Import(China)
Wheat straw	330~350	Import(China, Pakistan)
Rice bran	150~400	Domestic,Import
Palm Kernel Shell(PKS)	280~310	Import(Indonesia)
EFB(Empty Fruit Bunch)	200~220	Import(Indonesia)
EFB pellet(6mm)	250~260	Import(Indonesia)

팜부산물을 병재배용 재료로 이용하기 위해 주요 특징을 조사하였다(Table 4). EFB(Empty Fruit Bunch)는 낚시바늘처럼 얇고 약간 휘어있는 형태이며, 입병시 충진량은 적고, 재료의 엉킹이 심해 입병시 입병기에 EFB는 기계에 끼어 입병장비의 고장을 유발함으로 원재료 그대로 병재배에 이용하기는 어려운 재료로 판단된다. PKS(Palm Kernel Shell)는 팜나무 열매씨앗의 껍질로서 단단하여 균사가 침투하기 힘들며, 크기는 1~2 cm정도로 병재배에 이용하기에는 부적합하였다. PKE(Palm Kernel Expeller or cake or meal)는 팜나무 열매씨앗의 핵에서 기름을 짜고 남은 부산물로서 인도네시아 및 말레이시아 현지에서는 팜박(Palm Kernel Expeller or cake or meal)이라고 부르며, 형태는 분말형태이고 기계화가 가능하다. 특히, 총 질소량이 2.5%정도로 미강과 유사하여 영양원으로 검토가 필요할 것으로 판단되었다. 다양한 팜부산물 중 EFB는 펠렛 압축성형기를 이용하여 6, 8 mm 굵기로 가공이 가능하였는데, 가공후 엉킹도 없고 길이도 짧아져 비트펄프, 면실박과 유사한 형태로 기계화재배에 이용이 가능하였다. 사용방법은 비트펄프 등 기존의 펠렛재료의 이용방법에 준하여 사용이 가능하였다.

혼합배지별 균사생장시험

팜부산물(Palm waste)이 느타리버섯의 균사생장을 억제

Table 2. Chemical properties of substrate materials used as mushroom growth medium

Sample	T-N (%)	T-C (%)	T-S (%)	P_2O_5 (%)	K_2O (%)	CaO (%)	MgO (%)	Water content (%)	pH (1:5)
A*	1.028	41.62	0.188	0.23	0.57	0.41	0.23	6.36	5.1
B	0.877	40.72	0.188	0.17	0.49	0.36	0.18	8.79	5.3
C	1.596	38.58	0.099	0.15	0.32	0.58	0.32	11.96	4.8
D	0.219	25.21	0.001	0.003	0.12	0.74	0.06	49.18	5.1
E	5.664	39.23	0.478	1.98	1.7	0.33	0.92	9.61	6.3

※ A: EFB PELLET 6mm, B : EFB PELLET 8mm, C : Beet pulp, D : Pine tree sawdust, E : Conttonseed mea

Table 3. Chemical properties of mixed growth medium as mushroom cultivation

Sample	T-N (%)	T-C (%)	C/N (%	T-S (%)	P_2O_5 (%)	K_2O (%)	CaO (%)	MgO (%)	Water content (%)	pH (1:5)
T1Y	0.90	17.53	15.77	0.15	0.57	0.72	1.14	0.39	61.59	4.7
T2	0.87	16.28	18.78	0.14	0.46	0.66	1.10	0.31	64.92	4.9
T3	0.89	16.72	18.78	0.21	0.60	0.71	1.45	0.35	59.84	4.8
T4	0.76	16.57	21.80	0.17	0.57	0.70	1.10	0.31	62.40	5.0
T5	0.88	16.77	19.05	0.36	0.52	0.70	1.95	0.29	55.59	4.9

YSee the Table 6

Table 4. Explanation of palm tree waste and availability of mechanization

Sample	Explanation	Replaceable material	Mechanization
EFB	Empty Fruit Bunch	Rice straw, Wheat straw, Sugar cane	Difficult
EFB Pellet 6~8 mm	Empty Fruit Bunch 6~8mm Pellet	Concorb, beet pulp, Some sawdust	Available
PKS	Palm Kernel Shell	Nothing	Difficult
PKE	Palm Kernel Expeller	Rice bran, Cottonseed, Wheat bran	Available

Table 5. The mycelium growth of *Pleurotus ostreatus* "Suhan 1ho" at Pine tree sawdust and EFB water extract with PDA

Treatments	Mycelium growth(mm/7day)
PDA media	53.24±0.21a[J]
Pine tree sawdust water extract with PDA	52.83±0.47a
EFB water extract with PDA	56.88±2.03a

[J] DMRT at 5% Level

Table 6. Substrates composition and mixed ratio of mushroom-growth medium used in this study

Treatments (%)	Pine tree sawdust	Beet pulp	Cottonseed meal	EFBP* (6mm)	EFBP (8mm)
T1 (Control)	50	30	20		
T2	50	15	20	15	
T3	50	15	20		15
T4	50		20	30	
T5	50		20		30

*EFBP : Empty Fruit Bunch Pellet

하는 요인이 있는가를 시험해보기 위해 EFB열수추출물, 미송톱밥열수추출물을 PDA배지에 혼합하여 제조후 수한 1호를 접종한 결과는 다음과 같다(Table 5). 7일간 균사생장량은 PDA배지는 53.24±0.21 mm, 미송톱밥 열수추출물첨가 PDA배지는 52.83±0.47 mm, EFB 열수추출물첨가 PDA배지는 56.8 8±2.03 mm로 처리간 통계적인 유의차는 관찰되지 않았다. 느타리버섯 기본배지로 이용중인 "532배지"의 구성중 비트펄프를 대체하기 위해 본 시험에서 조성한 혼합배지구성은 Table 6과 같다. 총 5개 처리로 나누어 532배지를 대조로 하여 EFB PELLET 6~8 mm의 비트펄프 대체가능성에 목표를 두어 시험을 추진하였다. 배지를 혼합 후 기존배지와의 이화학적조성의 차이를 비교하기 위해 성분분석을 실시하였다(Table 3). T-N는 0.76~0.9% 범위로 T4처리구는 0.76%로 다소 낮았으나 다른 처리구들은 크게 차이가 나지 않았다. T-C는 16.28~17.53%로 처리별로 큰 차이를 보이지 않았다. Won (2010)은 면실박 대체배지로 케이폭박을 선발하였는데, 케이폭박 혼합배지의 C/N율은 21%에서 느타리버섯 생장이 우수하다고 하였다. 본 시험에 사용된 처리구에서의 C/N율의 범위는 15.77~21.8%였으며, 대조구를 제외한 EFB Pellet 처리구에서는 18.78~21.8%범위였으며, 위 범위에서 균사생장이 우수하였고 버섯자실체 발생도 원활하게 발생하여 Won(2010)의 비슷한 경향으로 나타났다. pH는 대조처리구보다 EFB Pellet 혼합배지가 0.1~0.3정도의 차이가 있었다.

혼합배지별 균사생장시험

혼합구성별 시험관과 버섯재배용 병을 이용한 균사생장시험 결과는 Table 7과 같다. 시험관 시험시에는 대조구와 처리구간 유의적 차이는 관찰되지 않았으나, 버섯재배병을 이용한 각 처리별 균사생장속도는 T2 처리구 146±3 mm, T5처리구 141 3 mm로 다른 처리구에 비해서 생장속도가 빨랐다.

혼합배지별 버섯생산력 시험결과는 Table 8과 같다. 수한1호의 경우, 병당 수량은 T2처리구에서 90.6g으로 가장 많았고, 대조구에 비해 14.9%증수되었다. 특히, EFB Pellet 8 mm보다는 EFB Pellet 6 mm 처리구에서 생산량이 더 증가되었고, EFB 8 mm Pellet의 첨가량이 증가할수록 생산량은 감소되는 것으로 확인되었다. 유효경수는 T2처리구가 19.0개로 가장 많았다. 춘추계통인 김제의 경우, 병당 수량은 T2처리구에서 139.8 g으로 가장 많았고, 대조구에 비해 25.2%증수되었다. EFB Pellet 6mm 처리구는 첨가량이 증가될수록 수량이 감소하였으나 EFB

Table 7. Mycelial growth and density of in test tube and bottle by mixed growth medium

Treat		T1[Y]	T2	T3	T4	T5
Mycelial growth (mm)	Tube* (14days)	76±16a[J]	91±10a	96±10a	101±10a	71±7a
	Bottle (25days)	122±4c	146±3a	130±4bc	132±5bc	141±3ab
Mycelial density		+++[J]	++	+++	++	++

※ Tube - ℄29 mm, 30 cm ,Bottle - ℄59 mm, 850 cc ♩ +:low, ++:middle, +++:high, [J] DMRT at 5% Level, [Y]See the Table 6

Table 8. Fruit body's morphological characteristics and production by mixed growth medium

Strain	Treatments	Stipe (mm)		Pileus (mm)		No. of valid stipe (each)	Yield (g/850cc)
		Diameter	Height	Width	Length		
Suhan 1ho	T1[Y]	48.3±1.2a[J]	28.5±1.8a	46.4±1.3b	16.3±0.7b	13.2±1.7b	78.8±3.5ab
	T2	38.4±1.5b	8.9±2.3d	58.0±2.7a	13.3±1.2bc	19.0±1.9a	90.6±7.2a
	T3	43.0±2.4ab	5.4±0.3d	54.4±2.1a	13.6±0.6bc	14.0±2.1ab	76.0±3.6ab
	T4	44.7±4.5ab	20.6±.6b	45.6±2.9b	13.0±0.9c	15.2±1.4ab	88.6+20.8a
	T5	35.5±1.1b	16.1±0.7c	57.3±2.1a	19.6±1.5a	12.2±1.5b	55.4+2.2b
Kimje 1ho	T1	49.5±2.5a	23.1±2.4a	61.3±5.0b	12.4±1.2a	19.6±1.5c	111.6±7.2b
	T2	41.0±1.4c	11.4±2.2c	62.5±2.2b	8.9±0.6b	30.6±1.9ab	139.8±9.1a
	T3	43.4±1.7bc	13.4±3.0c	38.3±2.8d	10.9±0.7ab	33.0±0.9a	133.4±3.3a
	T4	47.0±1.4ab	21.7±0.5ab	50.6±2.8c	9.4±0.5b	32.8±1.4a	126.8±4.6ab
	T5	38.8±2.1c	16.2±1.4bc	72.5±1.0a	12.5±1.4a	25.8±3.2b	136.2±6.2a

[Y]See the Table 6, [J] DMRT at 5% Level

Pellet 8 mm 처리구는 532배지의 비트펄프를 50% 대체한 T3처리구와 100% 대체한 T5 처리구에서 생산량이 우수하여 대체배지로의 가능성을 보여주었다. 유효경수는 T3처리구가 33.0개로 가장 많았다.

적 요

느타리버섯 병재배용 재료중 비트펄프를 대체하기 위해 열매탈과팜이삭(PEFB)를 6, 8 mm 형태의 펠렛으로 성형한 후 첨가비율을 달리하여 5개의 처리구로 나누어 느타리버섯을 재배한 결과는 다음과 같았다. 수한1호의 경우, T1 78.8 g, T2 90.6 g, T3 76.0 g, T4 88.6 g, T5 55.4 g으로 대조구인 T1보다 T2, T4처리구에서 수량이 많았다. 춘추계통의 김제5호의 경우, T1 111.6 g, T2 139.8 g, T3 133.47 g, T4 126.8 g, T5 136.2 g으로 T2, T5처리구에서 수량이 많았다. 위 시험결과를 종합해볼 때, 열매탈과팜이삭(PEFB)를 비트펄프로 대체하여 느타리버섯 재배에 이용이 가능함을 확인할 수 있었다.

감사의 말씀

본 연구결과는 농촌진흥청 지역특화작목기술개발과제(과제번호 : PJ009335) 연구비 지원의 일부결과이며, 연구비 지원에 감사드립니다.

참고문헌

Cheong JC. 2013. How to use of the swelling characteristic of the medium for the stable production of mushroom. *Mushroom* 21(8):79-81

Cheong JC, Jhune CS, Lee CJ, and Oh JA. 2010. Physico-chemical characteristics and utilization of raw materials for mushroom substrates. *Korean J Mycology.* 38:136-141.

Jang MJ, Lee YH, and Ju YC. 2010. Selection of substitute sawdust material *Pleurotus ostreatus* by bottle cultivation. *The korean journal of mycology.* 38(2):142-145

Jang HY, Park HS, and Yoon JS. 2008. Substitute cheap supplements development for *Pleurotus ostreatus* cultivation using food by-product dried wastes. *J. Mushroom Sci Prod.* 6(3):126-130.

Kim JH, Ha TM and Ju YC. 2005. Selection of substitute medium of cotton seed pomace on the oyster mushroom for bottle cultivation. *J. Mushroom Sci Prod.* 3(3):106-108.

Kim HK, Kim YG, Lee BJ, Lee BC, Yang ES, and Kim HG. 2009. Studies on the development of mushroom medium of *Pleurotus ostreatus* using ginkgo nutshell. *J. Mushroom Sci Prod.* 7(4):163-167.

KREI, Korea Rural Economic Institute. 2005. Present Situation and Issues of Mushroom Industry. pp. 106-122.

KOTRA, Korea Trade-Investment Promotion Agency. 2013. www.kotra.or.kr

Lim HJ. 2012. Current status of oil palm business and property of oil palm varieties planted in Indonesia. Kookmin university. Seoul, Korea

MAFRA, Ministry of Agriculture, Food, and Rural Affairs. 2013. Major statistics of Agriculture, Food, and Rural Affairs. pp 318-319

RDA, Rural Delvelopment Administration. 2012. Agricultural science and technology research analysis criteria. pp 837-842

Won SY, Lee YH, Jeon DH, Ju YC, and Lee YB. 2010. Development of new mushroom substrate using kapok seedcake for bottle culture of oyster mushroom(*Pleurotus ostreatus*). *Korean J Mycology.* 38(2):130-135.

Ha TM, Ju YC, Ji JH. 2003. Establishment of stable oyster mushroom by bottle cultivation technology. pp733-761