

카사바줄기칩을 활용한 팽이버섯 병재배용 배지의 조성

정종천*·이찬중·문지원

농촌진흥청 국립원예특작과학원 인삼특작부 버섯과

Medium composition for *Flammulina velutipes* bottle cultivation utilizing cassava stem chips

Jong-Chun Cheong*, Chan-Jung Lee and Ji-Won Moon

Mushroom Research Division, National Institute of Horticultural & Herbal Science, Rural Development Administration, Eumseong 27709, Korea

ABSTRACT: This study was conducted to establish replacement the corncob used in winter mushroom bottle cultivation. Corncob is unstable quality in moisture content or total nitrogen(T-N) content. Fruit body yields according to the ratio of cassava stem chips mixing were compared. After treatment-1 and treatment-2, fruit body yields increased by 8.8% and 5.4% and raw material cost decreased by 7% and 19%. The results showed that cassava stem chips could replace 33% to 67% of corncob for winter mushroom bottle cultivation.

KEYWORDS: Cassava stem chip, *Flammulina velutipes*, Low cost medium, Winter mushroom

서 론

버섯은 종류에 따라 재배 방법에 차이가 있는데, ①느타리, 양송이 등은 균상재배 ②팽이버섯, 큰느타리, 느타리 등은 병재배 ③표고버섯, 영지버섯 등은 원목재배로 크게 구분한다. 우리나라에서 버섯재배는 균상재배 위주에서 1990년대 이후 병재배가 시작되었으며, 병재배도 90년대 말까지 3,000병/일 정도의 소규모에서 2000년 이후부터 2~10만병/일 정도의 대규모 농장들이 설립되었다. 버섯 병재배 초기의 소규모에서는 배지 재료로서 톱밥, 미강 등 국내의 부존자원을 활용하였다. 이후 대규모로 전환되

면서 국내의 부산물 자원만으로는 배지 재료로서 안정적으로 대량 공급이 어려워 콘코브, 비트펄프, 면실피, 면실박 등 다양한 재료들을 수입에 의존하게 되었다. 그러나 최근 배지재료의 주요 수입국인 중국에서도 버섯 재배면적이 급증하면서 중국산 수입 재료의 가격이 3~5년 사이에 크게 올라서 수입국의 다변화는 물론 새로운 배지 자원을 필요로 하는 실정이다.

카사바(Cassava, 학명: *Manihot esculenta*)는 아메리카 열대지역이 원산지인 브라질, 베트남, 인도네시아 등 열대지방의 재배작물이다. 카사바는 수확기에 도달하면 잎과 잎자루가 떨어지고 지상부에는 줄기만 남는다. 카사바는 뿌리 부분을 식용으로 하는데, 지하부의 뿌리는 카사바가루, 빵, 타피오카를 만들며 알코올음료로 활용하는 것이 일반적이다. 카사바줄기는 뿌리를 수확할 때 산출되는 지상부의 부산물로서 땀감이나 울타리용 이외에는 거의 활용되지 않고 있어 새로운 활용방법을 개발할 필요가 있다. 베트남의 카사바 재배면적은 약 50만ha 정도이며, 카사바줄기는 ha당 10톤(건조) 정도를 추정하여 땀감 등으로 약 40%가 활용된다고 하며 나머지는 버려지고 있는 실정이다.

국내에서 사용하고 있는 버섯 배지재료들의 질소함량 평균값은 톱밥류 0.1~0.2%, 콘코브 0.4%, 비트펄프 1.6%, 미강 2.5% 정도이다. 그리고 버섯 병재배용으로 제

J. Mushrooms 2016 March, 14(1):14-20
<http://dx.doi.org/10.14480/JM.2016.14.1.14>
 Print ISSN 1738-0294, Online ISSN 2288-8853
 © The Korean Society of Mushroom Science

*Corresponding author
 E-mail : jccheong@korea.kr
 Tel : +82-43-871-5710, Fax : +82-43-871-5702

Received March 2, 2016
 Revised March 16, 2016
 Accepted March 24, 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.

조된 팽이버섯과 큰느타리 배지의 질소함량은 1.5~1.8% 정도이며, 카사바 줄기는 총탄소(T-C) 함량이 47.2%, 총 질소(T-N) 1.16%로서 C/N율은 41:1 정도가 된다.

카사바줄기를 거친 톱밥의 성상으로 부순 것을 수입하여 팽이버섯, 큰느타리(새송이), 느타리 병재용 배지 재료로 활용 가능성을 시험하여 좋은 결과를 얻었다. 지금까지 카사바줄기를 버섯재배에 사용한 사례를 찾아볼 수가 없었다.

카사바의 주요 생산국에서 부산물로서 활용도가 낮은 카사바줄기를 저렴한 가격으로 수입하여 버섯 배지재료로 활용할 경우 톱밥의 부족분과 상대적으로 가격이 높은 콘코브, 비트펄프, 면실피 등에 대한 대체효과 및 이러한 수입 재료들의 가격인하 유도 효과도 기대된다. 또한 버섯 배지재료의 주요 수입국인 중국의 버섯 재배 급증에 따른 가격상승과 안정적인 수입물량 확보에 대한 애로 해소에도 기여할 것으로 본다.

재료 및 방법

공시균주

본 시험에 사용한 균주는 ‘매구미’로, 팽이버섯(*Flammulina velutipes*) 농가에서 널리 재배하고 있는 품종이다. 균의 증식을 위해서 PDA(potato dextrose agar<Difco-213400> 39 g, DW 1,000 ml) 평판배지에서 25°C에 10일간 배양하여 사용하였다.

배지재료의 이화학적 특성과 구입가격

팽이버섯 배지재료의 이화학적 특성과 배지 재료비를 계산하기 위하여 카사바줄기칩, 콘코브, 미강, 밀기울, 비트펄프, 면실피, 패화석분말의 pH, 수분함량, 전탄소(T-C) 함량, 전질소(T-N) 함량, C/N율은 Cheong 등(2012)의 보고를 인용하였으며, 재료별 kg당 구입 단가는 팽이버섯 재배농가들의 운임을 포함하는 구입가격을 배열하여 중간값을 Table 1과 같이 정리하였다.

팽이버섯 병재배용 기본배지와 카사바줄기칩의 첨가수준

팽이버섯 병재배용 기본배지는 콘코브 36%, 미강 36%,

밀기울 10%, 비트펄프 13%, 면실피 3%, 패화석분말 2% (중량비)의 조성으로 하여 대조구로 하였다.

시험구는 처리-1은 콘코브의 3분의 1를 카사바줄기칩으로 대체한 카사바줄기칩 13%, 콘코브 26%, 미강 36%, 밀기울 10%, 비트펄프 10%, 면실피 3%, 패화석분말 2%로 하였고, 처리-2는 콘코브의 3분의 2를 카사바줄기칩으로 대체한 카사바줄기칩 33%, 콘코브 16%, 미강 33%, 밀기울 6%, 비트펄프 6%, 면실피 4%, 패화석분말 2%로 하였으며, 처리-3은 콘코브와 비트펄프의 전량을 카사바줄기칩으로 대체한 카사바줄기칩 54%, 콘코브 0%, 미강 33%, 밀기울 7%, 비트펄프 0%, 면실피 4%, 패화석분말 2%로 하였다.

시험구 처리별 영양원의 첨가량을 다르게 한 것은 Table 1의 재료별 질소함량에서 콘코브 0.61%, 카사바줄기칩 1.16%로 카사바 줄기칩이 약 2배 정도 높으므로 입병한 배지의 병당 질소함량을 조절하기 위하여 Cheong 등(2015)의 방법으로 계산하여 미강, 밀기울, 비트펄프, 면실피의 혼합비율을 맞추었다. 즉 대조구의 영양원 첨가 비율로 미강 36, 밀기울 10, 비트펄프 13, 면실피 3%에 대하여, 처리-1은 미강 36, 밀기울 10, 비트펄프 10%, 면실피 3, 처리-2는 미강 33, 밀기울 6, 비트펄프 6, 면실피 4%, 처리-3은 콘코브와 비트펄프를 첨가하지 않고 카사바줄기칩 54%, 미강 33, 밀기울 7, 면실피 4%로 하였다. 패화석분말은 각 처리별로 2%를 첨가하였다(Table 5).

그리고 각 처리별 배지의 pH, 수분함량(%), Kim 1985), 전탄소(T-C) 함량, 전질소(T-N) 함량, C/N율, 1,100 ml 병당 배지의 질소량(g), 배지재료비, 입병량(수분을 포함한 배지 무게), 건조중량(건조한 배지 무게), 수분량(병당 배지의 입병량에서 건조중량을 뺀 값)을 조사하였다(Table 2, 3). 병내 3상조건 중 고상(Solid phase)은 병당 배지의 건조중량(g)을 PP병의 용량 1,100(ml)으로 나눈 값인 가비중(RDA, 2003)에 대하여 식물체에서 유래한 유기물의 진비중 1.1~1.3(RDA, 1995; Jo, 2002)의 중앙값인 1.2로 나누어서 백분율을 구하였다. 액상(Liquid phase)은 수분량을 1,100으로 나눈 백분율을 구하였고, 기상(Air phase)은 백분율 100에서 고상과 액상을 뺀 값으로 하였다.

Table 1. pH, T-C, T-N, and C/N ratio of raw materials for the medium composition of the winter mushroom bottle cultivation

	Raw materials						
	Cassava stem chip	Corn-cob	Rice bran	Wheat bran	Beet pulp	Cotton seed hull	Oyster shell powder
pH (1:5)	6.5	5.3	6.2	6.1	4.3	5.5	8.9
Water content (%)	10.3	11.4	9.3	11.6	11.6	11.4	4.4
T-C (%)	47.2	46.3	48.7	44.8	45.3	46.9	9.2
T-N (%)	1.16	0.61	2.85	2.62	1.64	0.93	0.14
C/N ratio	41:1	76:1	17:1	17:1	28:1	50:1	66:1
Price (₩/kg)	250	245	320	420	480	370	125

카사바줄기칩의 첨가수준에 따른 팽이버섯의 재배적 특성 조사

팽이버섯 병재배용 기본배지(대조구)와 카사바줄기칩의 혼합비율에 따른 처리-1, 처리-2, 처리-3의 균 배양기간, 버섯 발생 및 생육 기간 등 총 재배기간과 자실체 수량을 조사하였다. 배지의 수분함량은 65%가 되도록 Cheong 등(2010, 2015)의 방법으로 계산하여 조절하였다. 조제한 배지는 16구진동식자동입병기(세계정밀 제작)를 이용하여 용량이 1,100 ml이고 병 입구 직경이 75 mm인 PP병에 넣었으며, 입병한 배지의 살균은 3,000병들이 고압살균기(제우프랜드 제작)에서 살균술 온도 121°C를 95분간 유지하였다. 팽이버섯 품종 ‘메구미’ 톱밥중균을 병당 10 g 정도씩 접종한 후부터 병 외부에서 관찰하여 균이 다 자랄 때까지의 배양기간, 균급기일로 부터의 초발이소요일수, 버섯 생육기간 등을 비교하였다(Table 4). 공시 배지와 대조 배지의 재배적 특성을 비교하기 위한 재배시험은 국립원예특작과학원 버섯과에 설치된 음성의 병재배사에서 실시하였다.

팽이버섯 카사바줄기칩 첨가 배지의 손익 산출 방법

팽이버섯 병 재배 시 카사바줄기칩의 첨가 비율에 따른 배지조성의 비용을 산출하기 위하여 배지재료별 구입단가를 조사하였다. 그리고 시험구와 대조구의 병당 배지 건조량과 배합비율에 따른 가중치를 적용하여 1,100 ml들이 PP병에 1만병 입병 시의 배지재료비를 산출하였다(Table 5). 조수익은 병당 수량에 따른 10,000병의 생산량과 팽이버섯의 kg당 가격을 1,200원으로 하여 계산하였다. 포장 및 운송비는 앞에서 계산한 1만병의 생산량을 5 kg으로 나누어서 상자수로 하였으며, 상자당 포장 재료비와 운송비를 1,000원으로 계산하였다(Table 6). 또한 Table 4의 생물학적 효과(Biological Effects, B.E.)는 병당 자실체 수량을 Table 3의 병당 배지의 건조중량으로 나누어서 구하였다.

결과 및 고찰

카사바줄기칩 첨가배지의 이화학적 특성

팽이버섯 병재배용 기본배지인 대조구의 배지조성은 콘코브 36%, 미강 36%, 밀기울 10%, 비트펄프 13%, 면실피 3%, 패화석분말 2%(중량비)로서 배지재료의 수분함량(Table 1)으로 콘코브 11.4%, 미강 9.3%, 밀기울 11.6%, 비트펄프 11.6%, 면실피 11.4%, 패화석분말 4.4%로 계산한 1,100 ml, 10,000병용 배지재료의 양(Table 5)은 각각 콘코브 1,140 kg, 미강 1,140 kg, 밀기울 325 kg, 비트펄프 425 kg, 면실피 110 kg, 패화석분말 70 kg이다.

처리-1은 대조구의 콘코브를 카사바줄기칩으로 3분의 1을 대체한 배지조성으로, 카사바줄기칩 13%, 콘코브 26%, 미강 36%, 밀기울 10%, 비트펄프 10%, 면실피 3%, 패화

석분말 2%이고 배지재료의 수분함량을 포함한 10,000병용 배지재료의 양은 카사바줄기칩 400 kg, 콘코브 800 kg, 미강 1,060 kg, 밀기울 300 kg, 비트펄프 300 kg, 면실피 100 kg, 패화석분말 70 kg이다.

처리-2는 대조구의 콘코브를 카사바줄기칩으로 3분의 2를 대체한 배지조성으로, 카사바줄기칩 33%, 콘코브 16%, 미강 33%, 밀기울 6%, 비트펄프 6%, 면실피 4%, 패화석분말 2%이고 배지재료의 수분함량을 포함한 10,000병용 배지재료의 양은 카사바줄기칩 910 kg, 콘코브 450 kg, 미강 910 kg, 밀기울 180 kg, 비트펄프 180 kg, 면실피 100 kg, 패화석분말 70 kg이다.

처리-3은 대조구의 콘코브와 비트펄프 전량을 카사바줄기칩으로 대체한 배지조성으로, 카사바줄기칩 54%, 미강 33%, 밀기울 7%, 면실피 4%, 패화석분말 2%이고 배지재료의 수분함량을 포함한 10,000병용 배지재료의 양은 카사바줄기칩 1,560 kg, 미강 960 kg, 밀기울 190 kg, 면실피 110 kg, 패화석분말 70 kg이다(Table 5).

Table 2에서 혼합배지의 pH는 대조구가 5.3, 처리-1이 5.7, 처리-2가 5.7, 처리-3이 5.9로 카사바줄기칩의 첨가비율이 높을수록 혼합배지의 산도(pH)도 높아지는 경향이 있었다. 이는 Table 1에서 카사바줄기칩의 pH가 6.5로 콘코브 5.3과 비트펄프 4.3보다 더 높기 때문인 것으로 판단된다. 총탄소(T-C) 함량은 대조구가 44.0%, 처리-1이 45.3%, 처리-2가 44.5%, 처리-3이 43.9%이고, 총질소(T-N) 함량은 대조구가 1.81%, 처리-1이 1.85%, 처리-2가 1.63%, 처리-3이 1.89%로 처리 간에 차이가 많지는 않았다. 그러나 C/N은 대조구의 24:1에 비하여 처리-1이 25:1, 처리-2가 27:1, 처리-3이 23:1로 차이가 있었으며, 특히 1,100 ml 병당 질소량은 대조구의 4.31 g에 비하여 처리-1이 4.21 g, 처리-2가 3.83 g, 처리-3이 4.23 g으로 계산(Cheong 등, 2012)이 되었다.

Table 3에서 처리별 배지의 입병량, 건조중량, 수분량과 병내3상(고상, 액상, 기상)을 조사한 결과, 대조구는 입병량 781.0 g/1,100 ml, 건조중량 283.3 g, 수분량 497.7 ml, 가비중 0.26, 고상 22%, 액상 45%, 기상 33%였다. 처리-1은 입병량 763.0 g, 건조중량 268.3 g, 수분량 494.7 ml, 가비중 0.24, 고상 20%, 액상 45%, 기상 35%였다. 처리-2는 입병량 704.2 g, 건조중량 247.2 g, 수분량 457.0 ml, 가비중 0.22, 고상 18%, 액상 42%, 기상 40%였으며, 처리-3은 입병량 724.5 g, 건조중량 256.2 g, 수분량 468.3 ml, 가비중 0.23, 고상 19%, 액상 43%, 기상 38%였다. 처리-1과 처리-2에서는 카사바줄기칩이 사용되지 않은 무 처리에 비하여 카사바줄기칩 사용량이 많을수록 배지의 입병량과 건조량이 적어지는 경향이었는데, 처리-3에서는 카사바줄기칩 사용량이 가장 많음에도 불구하고 배지 입병량과 건조량이 조금 많아진 것은 배지재료의 수분 흡수 시에 팽창계수가 높은 비트펄프가 처리-3에는 첨가되지 않은 차이 때문으로 판단된다. 따라서 병내 배지의 입병

Table 2. pH, T-C, T-N, and C/N ratio on the additive cassava stems for the medium composition of the winter mushroom bottle cultivation

Medium composition ^a	pH (1:5)	T-C (%)	T-N (%)	C/N ratio	Nitrogen weight (g/1,100 ml)	Material cost (₩/bottle)
Treatment-1	5.7	45.3	1.85	25:1	4.21	97 (93%)
Treatment-2	5.7	44.5	1.63	27:1	3.83	84 (81%)
Treatment-3	5.9	43.9	1.89	23:1	4.23	83 (80%)
Control	5.3	44.0	1.81	24:1	4.31	104(100%)

^aMedium composition

Treatment-1: Cassava stem chip 13, corn-cob 26, rice bran 36, wheat bran 10, beet pulp 10, cotton seed hull 3, oyster shell powder 2; Treatment-2: Cassava stem chip 33, corn-cob 16, rice bran 33, wheat bran 6, beet pulp 6, cotton seed hull 4, oyster shell powder 2; Treatment-3: Cassava stem chip 54, rice bran 33, wheat bran 7, cotton seed hull 4, oyster shell powder 2; Control: Corn-cob 36, rice bran 36, wheat bran 10, beet pulp 13, cotton seed hull 3, oyster shell powder 2 (dried w/w, %).

Table 3. Filling volume of the medium and 3-phase in the bottle according to the additive cassava stems for the medium composition of the winter mushroom bottle cultivation

Medium composition ^a	Moisture content(%) <post-sterilize>	Filling volume of the medium (g/1,100 ml)				3-phase in the bottle (%)		
		Total	Dry-wet	Water	Bulk density	Solids	Liquids	Air
Treatment-1	67 <65>	763.0	268.3	494.7	0.24	20	45	35
Treatment-2	67 <65>	704.2	247.2	457.0	0.22	18	42	40
Treatment-3	67 <65>	724.5	256.2	468.3	0.23	19	43	38
Control	67 <65>	781.0	283.3	497.7	0.26	22	45	33

^aMedium composition

Treatment-1: Cassava stem chip 13, corn-cob 26, rice bran 36, wheat bran 10, beet pulp 10, cotton seed hull 3, oyster shell powder 2; Treatment-2: Cassava stem chip 33, corn-cob 16, rice bran 33, wheat bran 6, beet pulp 6, cotton seed hull 4, oyster shell powder 2; Treatment-3: Cassava stem chip 54, rice bran 33, wheat bran 7, cotton seed hull 4, oyster shell powder 2; Control: Corn-cob 36, rice bran 36, wheat bran 10, beet pulp 13, cotton seed hull 3, oyster shell powder 2 (dried w/w, %).

^bSolid phase = Bulk density × 1.2(Medium of 1.1~1.3; real density of organic materials).

량은 배지를 조성하는 재료의 종류와 비율에 따라 수분 흡수량과 팽창 정도 등 물리성에 따른 영향도 있는 것으로 본다.

카사바줄기칩 첨가수준에 따른 팽이버섯의 재배적 특성

팽이버섯 병재배용 기본배지인 대조구의 배지조성(콘코브 36%, 미강 36%, 밀기울 10%, 비트펄프 13%, 면실박 3%, 패화석분말 2%)에서 콘코브의 3분의 1(처리-1)과 3분의 2(처리-2)를 카사바줄기칩으로 대체하거나 콘코브와 비트펄프의 전량을 카사바줄기칩으로 대체(처리-3)하여 배지를 조제하고 병 재배 시험을 하였다. 그 결과 대조구와 처리구 모두 균 배양기간이 29일, 버섯발생에 10일 소요되었으며, 버섯 생육기간은 처리-1이 16일, 나머지의 처리구와 대조구는 15일이 소요되었다. 병당 자실체 수량은 대조구의 259.9 g/1,100 ml에 대하여 처리-1이 282.7 g으로 8.8% 많았고 처리-2가 274.0 g으로 5.4% 많았으나, 처리-3은 213.5 g으로 대조구의 82% 수준으로 낮았다 (Table 4).

팽이버섯 병재배용 배지의 카사바줄기칩 첨가 효과

팽이버섯 병재배 시 카사바줄기칩의 첨가비율에 따른 경제성을 분석하기 위하여 Table 4의 병당 자실체 수량에

서 처리-1의 282.7 g, 처리-2의 274.0 g, 처리-3의 213.5 g과 대조구의 259.9 g에 대한 배지재료비, 포장비용, 조수익 등을 Table 6과 같이 계산했다. 그리고 각 처리구와 대조구에 대한 배지재료비와 조수익의 차액을 Table 7와 같이 이익적 요소에 넣고, 포장운송비의 차액을 손실적 요소에 넣어 두 항목을 비교하여 손익을 결정하였다. 또한 Table 4에서 병당 자실체 수량을 Table 3의 병당 배지의 건조중량으로 나누어서 생물학적 효과(B.E.)를 구하였다. 처리-1(카사바줄기칩으로 콘코브의 3분의 1을 대체)은 병당 자실체 수량 282.7 g을 배지 건조중량 268.3 g으로 나누어 생물학적 효과 105.4%, 처리-2(카사바줄기칩으로 콘코브의 3분의 2을 대체)는 자실체 수량 274.0 g과 배지 건조중량 247.2 g에서 생물학적 효과 110.8%, 처리-3(카사바줄기칩으로 콘코브와 비트펄프의 전량을 대체)은 자실체 수량 213.5 g과 배지 건조중량 256.2 g에서 생물학적 효과 83.3%, 그리고 카사바줄기칩을 첨가하지 않은 대조구는 자실체 수량 259.9 g과 배지 건조중량 283.3 g에서 91.7%의 생물학적 효과를 산출하였다. 카사바줄기칩으로 콘코브의 3분의 1 내지 3분의 2를 대체 한 시험구는 대조구에 비하여 병당 배지 건조중량이 15~36 g 적음에도 자실체 수량이 평균 14~23 g 많고 생물학적 효과도 14~19% 높았다.

Table 1과 같이 배지재료별 수분함량과 kg당 단가는 카사바줄기칩이 수분함량 10.3%이고 kg당 250원, 콘코브가 11.4%와 245원, 비트펄프 펠릿분쇄가 11.6%와 480원, 미강이 9.3%와 320원, 밀기울이 11.6%와 420원, 면실피가

11.4%와 370원, 패회석분말이 4.4%와 125원으로 계산하였다. Table 3에서 1,100 ml PP병당 건조배지 무게가 처리-1이 268.3 g, 처리-2가 247.2 g, 처리-3이 256.2 g, 대조구 283.3 g일 때 1만병에 대한 혼합배지량은 Table 5와

Table 4. Cultivation period and fruiting bodies yields of the winter mushroom according to the additive cassava stems for the medium composition of the bottle cultivation

Medium composition ^a	Cultivation periods(day) and yields(g/1,100ml)					
	Spawn running (Extension day)	Primordial formation	Fruitbody growth	Total	Yields of fruiting bodies	B. E. ^b
Treatment-1	29	10	16	55	282.7±24.0	105.4
Treatment-2	29	10	15	54	274.0±27.3	110.8
Treatment-3	29	10	15	54	213.5±21.5	83.3
Control	29	10	15	54	259.9±45.7	91.7

^aMedium composition

Treatment-1: Cassava stem chip 13, corn-cob 26, rice bran 36, wheat bran 10, beet pulp 10, cotton seed hull 3, oyster shell powder 2; Treatment-2: Cassava stem chip 33, corn-cob 16, rice bran 33, wheat bran 6, beet pulp 6, cotton seed hull 4, oyster shell powder 2; Treatment-3: Cassava stem chip 54, rice bran 33, wheat bran 7, cotton seed hull 4, oyster shell powder 2; Control: Corn-cob 36, rice bran 36, wheat bran 10, beet pulp 13, cotton seed hull 3, oyster shell powder 2 (dried w/w, %).

^bB.E.: Biological Effects.

Table 5. Material costs on the medium composition of the winter mushroom bottle cultivation (1,100ml/10,000 bottles)

Treatment	Cassava stem chip	Corn- cob	Rice bran	Wheat bran	Beet pulp	Cotton seed hull	Oyster shell powder	Total
Material price(W)	250	245	320	420	480	370	125	
Treat-1 Mixture ratio (%)	13	26	36	10	10	3	2	100
Material weight (kg/10,000 bottles)	400	800	1,060	300	300	100	70	3,030
Material cost (₩/10,000 bottles)	100,000	196,000	339,200	126,000	144,000	37,000	8,750	950,950
Treat-2 Mixture ratio (%)	33	16	33	6	6	4	2	100
Material weight (kg/10,000 bottles)	910	450	910	180	180	100	70	2,800
Material cost (₩/10,000 bottles)	227,500	110,250	291,200	75,600	86,400	37,000	8,750	836,700
Treat-3 Mixture ratio (%)	54	0	33	7	0	4	2	100
Material weight (kg/10,000 bottles)	1,560		960	190		110	70	2,890
Material cost (₩/10,000 bottles)	390,000		307,200	79,800		40,700	8,750	826,450
Control Mixture ratio (%)	0	36	36	10	13	3	2	100
Material weight (kg/10,000 bottles)		1,140	1,140	325	415	110	70	3,200
Material cost (₩/10,000 bottles)		279,300	364,800	136,500	199,200	40,700	8,750	1,029,250

Treatment-1: Cassava stem chip 13, corn-cob 26, rice bran 36, wheat bran 10, beet pulp 10, cotton seed hull 3, oyster shell powder 2; Treatment-2: Cassava stem chip 33, corn-cob 16, rice bran 33, wheat bran 6, beet pulp 6, cotton seed hull 4, oyster shell powder 2; Treatment-3: Cassava stem chip 54, rice bran 33, wheat bran 7, cotton seed hull 4, oyster shell powder 2; Control: Corn-cob 36, rice bran 36, wheat bran 10, beet pulp 13, cotton seed hull 3, oyster shell powder 2 (dried w/w, %).

Dry weight substrate in a bottle(1,100 ml), treatment-1: 268.3 g; treatment-2: 247.2 g; treatment-3: 256.2 g; control: 283.3 g.

Raw materials for 10,000 bottles, treatment-1: 3,030 kg; treatment-2: 2,800 kg; treatment-3: 2,890 kg; control: 3,200 kg.

Table 6. Income on the medium composition for the winter mushroom bottle cultivation

Treatment	Material cost of medium (₩)	Yield of fruit body (g/1,100ml)	Total yield (kg/10,000 bottles)	Gross profit (₩/day)	Packing box (Box/day)	Packing cost (₩/day)
			①×10,000	②÷1,200	②×5 kg	③×1,000
Treat-1 (A)	950,950	282.7	2,827	3,392,400	565	565,000
Treat-2 (B)	836,700	274.0	2,740	3,288,000	548	548,400
Treat-3 (C)	826,450	213.5	2,135	2,562,000	427	427,000
Control (D)	1,029,750	259.9	2,599	3,118,800	519	519,200
Differ-1 (A-D)	-78,800	①	②	273,600	③	46,000
Differ-2 (B-D)	-193,050			169,200		29,000
Differ-3 (C-D)	-203,300			-556,800		-92,200

Table 7. Economics on the additive cassava stems for the medium composition of the winter mushroom bottle cultivation

Treatment	Loss factor(A)	Profit factor(B)
Treat-1	o Increased costs - Packaging costs: 565,000 – 519,200 = ₩46,000 - Total (A): ₩46,000	o Increased profits - Gross profit: 3,392,400 – 3,118,800 = ₩273,600 - Cost of the raw materials: 1,029,750 – 950,950 = ₩78,800 - Total (B): ₩352,400
	o Profits (B-A) = ₩306,400 per day (10,000 bottles) ₩91,920,000 per year (= 306,400*300 days)	
Treat-2	o Increased costs - Packaging costs: 548,400 – 519,200 = ₩29,000 - Total (A): ₩29,000	o Increased profits - Gross profit: 3,288,000 – 3,118,800 = ₩169,200 - Cost of the raw materials: 1,029,750 – 836,700 = ₩193,050 - Total (B): ₩362,250
	o Profits (B-A) = ₩333,250 per day (10,000 bottles) ₩99,975,000 per year (= 333,250*300 days)	
Treat-3	o Increased costs - Gross profit: 3,118,800 – 2,562,000 = ₩556,800 - Total (A): ₩556,800	o Increased profits - Cost of the raw materials: 1,029,750 – 826,450 = ₩203,300 - Packaging costs: 519,200 – 427,000 = ₩92,200 - Total (B): ₩295,500
	o Profits (B – A) = ₩(-261,300) per day (10,000 bottles) ₩(-78,390,000) per year (= -261,300*300 days)	

Treatment-1: Cassava stem chip 13, corn-cob 26, rice bran 36, wheat bran 10, beet pulp 10, cotton seed hull 3, oyster shell powder 2; Treatment-2: Cassava stem chip 33, corn-cob 16, rice bran 33, wheat bran 6, beet pulp 6, cotton seed hull 4, oyster shell powder 2; Treatment-3: Cassava stem chip 54, rice bran 33, wheat bran 7, cotton seed hull 4, oyster shell powder 2; Control: Corn-cob 36, rice bran 36, wheat bran 10, beet pulp 13, cotton seed hull 3, oyster shell powder 2 (dried w/w, %).

같이 처리-1이 3,030 kg, 처리-2가 2,800 kg, 처리-3이 2,890 kg, 대조구 3,200 kg이 소요된다.

Table 5에서 기본배지인 대조구의 건조 재료별 비율은 콘코브 36%, 미강 36%, 밀기울 10%, 비트펄프 13%, 면실피 3%, 폐화석분말 2%이다. 병당 배지량 283.3 g에 대하여 수분을 포함한 원재료의 무게로 환산하면 1만병의 혼합배지 소요량은 3,200 kg이며 재료별로는 콘코브 1,140 kg, 미강 1,140 kg, 밀기울 325 kg, 비트펄프 415 kg, 면실피 110 kg, 폐화석분말 70 kg이다. 따라서 1만병용 혼합배지 3,200 kg에 대하여 원재료별로 차지하는 비율은 콘코브 35.6%, 미강 35.6%, 밀기울 10.2%, 비트펄프 13.0%, 면실피 3.4%, 폐화석분말 2.2%이다. 이때 원재료별 각각의 무게와 단가를 곱하여 계산한 대조구의 배

지 재료비는 1,029,250원으로 산출되었다.

처리-1은 건조 재료별 비율이 카사바줄기칩 13%, 콘코브 26%, 미강 36%, 밀기울 10%, 비트펄프 10%, 면실피 3%, 폐화석분말 2%이다. 병당 배지량 268.3 g에 대하여 수분을 포함한 원재료 1만병의 혼합배지 소요량은 3,030 kg이며, 재료별로 카사바줄기칩 400 kg, 콘코브 800 kg, 미강 1,060 kg, 밀기울 300 kg, 비트펄프 300 kg, 면실피 100 kg, 폐화석분말 70 kg이다. 따라서 1만병용 혼합배지 3,030 kg에 대하여 원재료별로 차지하는 비율은 카사바줄기칩 13.2%, 콘코브 26.4%, 미강 35.0%, 밀기울 9.9%, 비트펄프 9.9%, 면실피 3.3%, 폐화석분말 2.3%이고, 원재료별 각각의 무게와 단가를 곱하여 계산한 배지 재료비는 950,950원으로 산출되었다.

처리-2는 건조 재료별 비율이 카사바줄기칩 33%, 콘코브 16%, 미강 33%, 밀기울 6%, 비트펄프 6%, 면실피 4%, 패화석분말 2%이다. 병당 배지량 247.2 g에 대하여 수분을 포함한 원재료 1만병의 혼합배지 소요량은 2,800 kg이며, 재료별로 카사바줄기칩 910 kg, 콘코브 450 kg, 미강 910 kg, 밀기울 180 kg, 비트펄프 180 kg, 면실피 100 kg, 패화석분말 70 kg이다. 따라서 1만병용 혼합배지 2,800 kg에 대하여 원재료별로 차지하는 비율은 카사바줄기칩 32.5%, 콘코브 16.1%, 미강 32.5%, 밀기울 6.4%, 비트펄프 6.4%, 면실피 3.6%, 패화석분말 2.5%이고, 배지 재료비는 836,700원으로 산출되었다.

처리-3은 건조 재료별 비율이 카사바줄기칩 54%, 미강 33%, 밀기울 7%, 면실피 4%, 패화석분말 2%이다. 병당 배지량 256.2 g에 대하여 수분을 포함한 원재료 1만병의 혼합배지 소요량은 2,890 kg이며, 재료별로 카사바줄기칩 1,560 kg, 미강 960 kg, 밀기울 190 kg, 면실피 110 kg, 패화석분말 70 kg이다. 따라서 1만병용 혼합배지 2,890 kg에 대하여 원재료별로 차지하는 비율은 카사바줄기칩 54.0%, 미강 33.2%, 밀기울 6.6%, 면실피 3.8%, 패화석분말 2.4%이고, 배지 재료비는 826,450원으로 산출되었다.

Table 6에서 콘코브 사용량의 3분의 1을 카사바줄기칩으로 대체한 처리-1은 10,000병당 배지재료비가 950,950원으로 대조구의 1,029,750원에 비해 78,800원(7.6%)이 절감되었으며, 조수익 3,392,400과 포장비용 565,000원에 대한 대조구의 3,118,800원과 519,200원의 차액을 고려할 때 10,000병당 1일 306,400원, 연간 300일 입병작업으로 91,920,000원의 경제적 효과가 추산된다(Table 7). 그리고 콘코브 사용량의 3분의 2를 카사바줄기칩으로 대체한 처리-2는 배지재료비가 836,700원으로 대조구에 비해 193,050원(18.7%)이 절감되었으며, 조수익 3,288,000과 포장비용 548,400원에 대한 대조구와의 차액을 고려할 때 10,000병당 1일 333,250원, 연간 99,975,000원의 경제적 효과가 추산되어 처리-1보다 1일 26,850원, 연간 8,055,000원이 높다. 그러나 콘코브와 비트펄프를 사용하지 않고 그 전량을 카사바줄기칩으로 대체한 처리-3은 배지재료비가 826,450원으로 대조구에 비해 203,300원(19.7%)이 절감되었으나, 자실체 수량이 대조구의 259.9 g보다 213.5 g(17.9%)으로 낮아서 경제적 효과를 인정할 수 없었다.

본 시험의 결과는 팡이버섯 병재배 농장에서 주재료로서 첨가비율이 35~40%를 차지하는 콘코브의 첨가량을 3분의 1부터 3분의 2까지 카사바줄기칩으로 대체하면서 미강, 밀기울, 비트펄프, 면실피 등 영양원의 첨가량도 병당 질소량 계산으로 조정함으로써 재료비 절감으로 소득 증가 효과가 있을 것으로 기대한다.

적 요

팡이버섯 병재배용 배지재료 중 수분함량, 질소함량 등 품질의 균일화 정도가 낮은 콘코브의 대체 재료를 선발하고자 본 시험을 수행하였다. 카사바줄기칩과 콘코브의 혼합비율을 콘코브의 3분의 1를 카사바줄기칩으로 대체한 33:67(T-1), 콘코브의 3분의 2를 카사바줄기칩으로 대체한 67:33(T-2), 콘코브와 비트펄프의 전량을 카사바줄기칩으로 대체한 100:0(T-3)와 0:100(대조)에 따른 자실체 수량을 비교하였다. 살균후 배지수분 함량이 65% 수준에서 처리구 T-1과 T-2는 자실체 수량이 282.7 g과 274.0 g으로 대조구의 259.9 g/1,100ml에 비하여 108.8%와 105.4%로 많았다. 처리별 병당 배지 재료비는 T-1이 97원, T-2가 84원으로 대조구의 104원에 비하여 각각 7%, 19%가 절감되었다.

감사의 말씀

이 연구는 농촌진흥청 공동연구사업 (과제번호: PJ1012901)의 지원에 의해 이루어진 결과이며, 지원에 감사드립니다.

참고문헌

- Kim Young-il. 1985. Fertilizer analysis commentary. Central Culture Press. pp.748.
- Cheong J. C., Jhune C. S., Lee C. J., and Oh J. A. 2010. Physico-chemical characteristics and utilization of raw materials for mushroom substrates. *The Korean Journal of Mycology* 38(2): 136-141.
- Cheong J. C., Lee C. J., Shin P. G., and Suh J. S. 2012. Recycling post-harvest medium from bottle cultivation for oyster mushroom (*Pleurotus ostreatus*). *Journal of Mushrooms* 10(4): 167-173.
- Cheong J. C., Lee C. J., Suh J. S., and Moon Y. H. 2012. Comparison of physico-chemical and nutritional characteristics of pre-inoculation and post-harvest *Flammulina velutipes* media. *Journal of Mushrooms* 10(4): 174-178.
- Cheong J. C., Lee C. J., and Moon J. W. 2015. The formula and the utilizing method for adjusting moisture contents of the substrates on the mushroom bottle cultivation. *Journal of Mushrooms* 13(2): 139-144.
- Cheong J. C., Lee C. J., Moon J. W., Kweon J. G., and Kim H. J. 2015. Adjusting moisture contents of the substrates on the mushroom bottle cultivation by the device Load Cell. *Journal of Mushrooms* 13(3): 233-236.
- Jo Baek-hyeon. 2002. Soil science(4th). Hyangmunsa Press. p396.
- RDA(Rural Development Administration). 1995. Agriculture glossary dictionary p1612. Sammi Printing Press.