

꽃송이버섯 병재배 적합 배지 개발

권희민¹ · 이윤혜² · 최종인¹ · 전대훈¹ · 이용선¹ · 이영순³ · 김정한^{1*}

¹경기도농업기술원 버섯연구소

²국립농업과학원 토양비료과

³경기도농업기술원 환경농업과

Development of suitable substrate of *Sparassis latifolia* for bottle cultivation

Hee-Min Gwon¹, Yun-Hae Lee², Jong-In Choi¹, Dae-Hoon Jeon¹, Yong-seon Lee¹, Young-Soon Lee³, and Jeong-Han Kim^{1*}

¹Mushroom Research Institute, Gyeonggi-do Agricultural Research & Extension Services, Gwangju 12805, Korea

²Soil and Fertilizer Division, National Institute of Agricultural Sciences, Wanju 55365, Korea

³Division of Environmental Agriculture Research, Gyeonggi-do Agricultural Research & Extension Services, Hwaseong 18388, Korea

ABSTRACT: This study sought to identify the optimum substrate composition for the stable bottle cultivation of *Sparassis latifolia*. The main substrate was fermented larch sawdust. Six nutrient sources were mixed at a maximum volume ratio of 20%. The fresh weight of fruit body was the highest at 128.5 g for GMSL69033 and 126.6 g for 'Neoul' in the treatments of beet pulp and corn flour in a volume ratio of 15:5. In addition, the total cultivation period was 94 days, which was shorter than that required for other treatments. The selected substrate characteristics were pH 4.7, C:N (carbon to nitrogen) ratio of 106:4, moisture content of 70%, and air filling porosity of 38%. We plan to develop new income items through research on mycelial incubation and fruit body growth conditions.

KEYWORDS: Bottle cultivation, Fruiting body, *Sparassis latifolia*, Stable production, Substrate

서 론

꽃송이버섯(*Sparassis latifolia*)는 민주름버섯목(Aphyllophoreles), 꽃송이버섯과(Sparassidaceae), 꽃송이버섯속(Sparassis)에 속하며, 주로 낙엽송과 잣나무 뿌리 기저부에서 발생한다고 알려져 있다. 침입경로는 대부분이 근주

심재부후균의 경향이나 일부 줄기부분과 고사목에서 6월~8월경 발생하며, 생육 가능한 기주의 범위가 매우 다양한 버섯이다(Oh *et al.*, 2009). 주로 침엽수림에서 발생하는 버섯인 만큼 균사 최적 pH 조건은 약산성인 pH 5.0에서 생장이 가장 좋은 것으로 연구된 바 있다(Chang *et al.*, 2004, Seo *et al.*, 2005). 꽃송이버섯은 1998년 일본에서 최초로 인공재배에 성공하여 생산되어 왔으며 1,3-β-D-glucan을 다량 함유하고 있어 항암효과가 있는 것으로 잘 알려져 있다(Ohno *et al.*, 2000, Harada *et al.*, 2002, Yamamoto *et al.*, 2009). 우리나라에서는 암 환자들의 건강기능식품이자 웰빙 시대에 발맞춰 그 수요가 조금씩 늘고 있다. 하지만 자연에서 채취하는 양에는 한계가 있어 인공재배 기술 개발이 요구되고 있다. 꽃송이버섯 재배 기술 개발에 관한 국내 연구로는 2006년에 침엽수 톱밥을 이용한 꽃송이버섯 재배(Park *et al.*, 2006), 소맥분과 물엿을 첨가한 침엽수 톱밥배지에서의 꽃송이버섯 생산(Oh *et al.*, 2006), 2010년 꽃송이버섯의 단목봉지재배 기술개발(Yu *et al.*, 2010), 2011년 꽃송이버섯의 액체배양조건

J. Mushrooms 2019 September, 17(3):126-131
<http://dx.doi.org/10.14480/JM.2019.17.3.126>
 Print ISSN 1738-0294, Online ISSN 2288-8853
 © The Korean Society of Mushroom Science

*Corresponding author
 E-mail : kjh75@gg.go.kr
 Tel : +82-31-229-6126, Fax : +82-31-229-6139

Received August 30, 2019
 Revised September 19, 2019
 Accepted September 23, 2019

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.

Table 1. Mixed-medium composition for each treatment

Treatment	Substrate	Volume ratio(v/v)
T1	Fermented larch sawdust + Cottonseed husk + Beet pulp	80 : 10 : 10
T2	Fermented larch sawdust + Cottonseed husk + Beet pulp	80 : 15 : 5
T3	Fermented larch sawdust + Cottonseed husk + Beet pulp	80 : 5 : 15
T4	Fermented larch sawdust + Cottonseed husk + Corn flour	80 : 15 : 5
T5	Fermented larch sawdust + Cottonseed husk + Corn crust	80 : 15 : 5
T6	Fermented larch sawdust + Beet pulp + Corn flour	80 : 15 : 5
T7	Fermented larch sawdust + Beet pulp + Corn crust	80 : 15 : 5
Control	Fermented larch sawdust + Wheat flour + Corn powder	80 : 10 : 10

및 병지재배 적합배지 재료 선발(Jeong *et al.*, 2011)의 기술 개발이 보고되었다. 그러나 병재배 시 총생육기간이 120일 이상으로 길어 배양 및 생육 중 배지의 오염률이 높으며 이로인한 회수율 또한 낮아 농가확대가 어려운 실정이다. 따라서 기능성이 우수한 꽃송이 버섯의 재배기술을 확립하여 농가의 안정생산을 위한 기반을 구축하고자 연구를 수행하였다.

재료 및 방법

시험균주 및 접종원 제조

본 시험에 사용된 균주는 농가에서 수집한 GMSL69033과 전라북도농업기술원에서 육성한 품종인 ‘너울’ 2 종류를 사용하였다. 시험균주는 감자한천배지(Potato dextrose agar, PDA) 배지를 사용한 페트리디쉬(직경 60 mm)에 20일간 배양 후 물엿을 8 brix%로 조정된 용액에 yeast extract를 0.2 %로 첨가하여 액체배양용기 20 L에 액체배지 10 L를 넣고 식용유 2 mL를 첨가하여 121 °C에서 40분간 살균 후 페트리디쉬 5개를 같은 조성의 배지 300 mL에 균질기로 곱게 간 뒤 접종하여 약 10일간 배양한 후 접종원으로 사용하였다(Lee *et al.*, 2018).

배지제조 및 접종

병재배에 적합한 배지조성을 찾기 위하여 낙엽송 발효 톱밥을 주재료로, 영양원으로는 밀가루, 파옥쇄, 면실피, 비트펄프, 옥분, 옥피를 이용하여 Table 1과 같이 7조합을 만들어 혼합하여 병(1,100 mL, 입구 직경 75 mm)당 680 ± 50 g씩 배지를 충전 하였다. 이 때 대조배지는 기존에 연구된 낙엽송발효톱밥과 파옥쇄와 밀가루를 혼합하여 처리하였다. 충전 시 원기발생 공간을 위하여 병목으로부터 약 2 cm 정도의 공간을 비워서 충전 하였다. 충전 된 배지는 121°C에서 90분간 고압살균 후 20°C 이하로 냉각하여 액체 접종원을 이용하여 병당 30 mL씩 접종하였다.

배양 및 생육관리

종균 접종이 완료된 배지는 병뚜껑과 병배지 사이로 오

염 균의 유입을 막기 위해 투명한 비닐을 씌워 배양실로 옮겼으며 21 ± 1°C의 온도에서 이산화탄소 농도는 1,500 ppm이 넘지 않게 환기를 하여 배양하고 배양초기부터 2 umol 광을 조사하여 명배양을 실시하였다. 균사가 병목 부분까지 배양이 완료 되었을 때 배지 내 온도 증가를 막기 위해 씌워 둔 투명비닐을 제거하였다. 병의 배양 상단 공간에 원기가 형성되어 뚜껑을 가득 채울 때까지 배양을 실시하였다. 원기 발생의 정도를 확인하고 빛의 투과를 높이기 위해 병뚜껑은 반투명한 흰색을 사용하였다. 배양이 완료된 배지는 자실체의 발생을 유도하기 위해 생육실로 옮긴 후 인위적으로 병뚜껑을 개봉할 시 뚜껑에 원기가 붙어 배지에서 떨어질 수 있으니 주의하여야 한다. 습도가 충분한 생육실에서 원기의 힘에 자연스레 밀려나오는 뚜껑을 제거하여 생육을 실시하였다. 이때 온도는 20 ± 1°C, 습도는 95 % 이상 유지하며, 1,000 ± 200 ppm 정도로 환기는 실시하되 자실체에 바람이 직접 닿지 않도록 조절하였다. 자실체 품질을 유지하기 위하여 온도를 18 ± 1°C 까지 서서히 낮추면서 생육을 실시하였다.

배지 재료의 이화학적 및 혼합배지 처리별 물리성 분석

배지재료 및 혼합배지의 pH는 건조 후 시료 5 g을 증류수 95 mL를 넣고 상온에서 1시간 동안 침출 한 뒤 Filter paper로 거른 용액을 수소이온농도측정기(Mettler Toledo FiveEasy™ Plus FEP20, Switzerland)를 사용하여 측정하였다. 전탄소량과 전질소량 분석을 위해 시료를 건조하여 분쇄한 뒤 원소자동분석기(Elementar vario MAX cube, Germany)를 이용하여 전탄소와 전질소 함량을 분석하고 C/N은 전탄소량을 전질소량으로 나누어서 구하였다. 원재료의 부피팽창률은 재료의 부피를 일정하게 정량 후 증류수를 첨가하여 더 이상 부피가 증가하지 않는 시점까지 증류수를 첨가 후 증류수를 제거하였고 이 때 늘어난 부피를 초기 부피로 나누어 측정하였다. 또한 부피 팽창률이 최대일 때 수분함량을 측정하여 최대수분흡수율을 구하였다(Cheong *et al.*, 2009). 영양원별 혼합배지의 수분함량은 80°C 건조 중량법으로, 공기충전공극률(air filled porosity)은 입병한 병배지 용기에 증류수를 첨가하

Table 2. Physicochemical properties of raw materials for substrate

Raw materials of substrate	pH	Total carbon (%)	Total nitrogen (%)	C/N	Volume expansion rate	Maximum moisture content (%)
Fermented larch sawdust	5.3	54.4	0.35	157.4	1.0	-
Wheat flour	5.2	55.1	2.51	21.9	1.3	61
Corn powder	5.0	54.9	1.31	41.9	1.2	53
Cottonseed husk	5.6	53.8	0.76	71.1	1.2	68
Beet pulp	4.7	52.8	1.32	40.1	4.5	86
Corn flour	5.3	54.6	1.42	38.5	1.3	57
Corn crust	4.9	54.3	1.56	34.7	1.2	61

여 배지 기상의 부피를 구한 뒤 배지전체부피로 나눈 값에 100을 곱하여 비율로 나타내었다(Cheong *et al.*, 2006).

배양 및 생육 특성 조사

배양 및 생육기간 조사 시 배양일수(A)의 기준은 접종 일로부터 균사가 병의 하단부까지 배양되고 전체 접종량의 80%가 배양되었을 때까지의 소요일수이며, 발이기간(B)은 입상 후 원기가 병뚜껑을 밀고 올라와 완전 개봉될 때까지 소요된 일수, 생육기간(C)은 발이일 이후부터 첫 수확을 실시할 때까지 소요된 일수, 수확기간(D)은 첫 수확일 부터 마지막 수확일 까지 소요일수이며, 총 재배기간(A+B+C+D)은 접종일 부터 마지막 수확일 까지 소요된 일수를 조사하였다.

자실체 특성조사는 국립종자원에서 제공한 잎새버섯의 조사법에 준하여 꽃송이버섯 특성에 맞게 일부 변형하여 조사하였다. 캘리퍼스(Mitutoyo CD-15CPX, Japan)를 사용하여 자실체의 가장 긴 부분을 장경, 가장 짧은 부분을 단경, 세로로 바닥에서 자실체 가장 윗부분까지를 높이로 측정하였고, 병당 수량은 톱밥이 없도록 밀둥 부분을 절단한 자실체를 저울(Cas AD-2.5, Korea)을 이용하여 측정하였다. 그 결과의 통계처리는 SAS 프로그램을 이용하여 Duncan의 다중범위검정(Duncan's-multiple range test)을 통하여 평균값들에 대한 유의성을 검정하였다.

결과 및 고찰

배지재료 및 혼합배지의 이화학적 특성 분석

실험에 사용한 배지재료의 이화학적 특성은 Table 2와 같다. 비트펄프의 pH가 4.7로 가장 낮고, 면실피가 5.6으로 가장 높았다. 총질소함량은 밀가루가 2.51%로 가장 높았으며 다음으로 옥피, 옥분, 비트펄프, 파옥쇄, 면실피 순이었다. 원재료의 부피팽창률은 비트펄프가 4.5배로 수분 흡수 시 부피가 가장 증대하였다. 최대수분흡수율은 비트펄프가 86%로 가장 높았고 옥분이 57%로 가장 낮았다. 이 결과로 비트펄프는 수분함유능력이 가장 높았으며 이

에 따라 부피팽창율도 가장 높은 것으로 나타났다.

혼합된 배지의 이화학적 특성은 Table 3과 같다. 모든 처리구의 pH는 4.6~5.1 내에 있으며 꽃송이버섯 균사생장에 가장 적합한 pH 범위로 Chang과 Suh의 연구결과와도 내용이 일치하였다. C/N은 대조배지가 46.1으로 가장 낮았으며, 면실피와 비트펄프(5:15, v/v)를 혼합한 T3에서 132.7로 가장 높았고, 비트펄프 옥분(15:5, v/v)을 혼합한 T6처리에서 106.4로 가장 낮았으며 다른 처리도 C/N은 모두 100이상이었다. 느타리버섯 등 주요 병재배버섯 배지 C/N율은 25~36 사이임에 반해(Oh *et al.*, 2017, Baek *et al.*, 2018) 꽃송이버섯은 높은 C/N율을 나타내어 버섯 별로 적합 C/N율이 다름을 알 수 있었다. 대조 배지는 57% 이상 수분이 첨가될 경우 밀가루가 응집되어 더 이상의 수분첨가가 불가능하였고 배지재료 특성에 따라 적합한 수분 조절이 필요했다. 그 밖의 처리의 수분함량은 68~72% 범위였으며 공기 충전 공극률은 면실피와 옥피(15:5, v/v)를 혼합한 T5가 43%로 가장 높았고 면실피와 옥분(15:5, v/v)을 혼합한 T4와 대조가 35%로 가장 낮았다. 여기서 공기 충전 공극률이 높다는 것은 공기의 유통이 유리하다는 것을 나타낸다. 혼합배지의 수분함량은 비트펄프가 첨가된 처리에서 70%이상이었는 데 이는 비트펄프 원재료가 86%의 수분을 함유할 수 있어 다른 처리보다 수분함량이 높게 나타나는 것으로 추정되었다.

혼합배지의 균주별 배양 및 생육 기간 조사

혼합배지의 균주별 배양 및 생육기간 조사 내용은 Table 4와 같다. 겉보기 배양이 완료되는 기간은 면실피와 비트펄프(10:10, v/v)를 혼합한 T1 처리에서 48일로 가장 짧았고 비트펄프와 옥분(15:5, v/v)를 혼합한 T6 처리에서 64일로 가장 길었다. 하지만, T6 처리는 겉보기 배양과 원기형성이 동시에 진행되면서 접종 후 약 50일 이후부터 원기발생이 시작되었고 생육실로 입상한 뒤로는 발이 기간이 약 5일 정도 소요되면서 생육 및 수확 기간이 단축되는 장점이 있었다. T6 처리에서 총 재배기간은 약 94일로 대조배지에 비해 약 17일정도 단축되었다. 총 재배소

Table 3. Physicochemical properties of mixed-substrate

Treatment ^a	pH	Total carbon (%)	Total nitrogen (%)	C/N	Moisture content (%)	Air filled porosity ^b (%)
T1	4.6	47.1	0.37	127.6	72	42
T2	4.9	47.1	0.36	129.8	69	42
T3	4.1	47.3	0.36	132.7	71	40
T4	4.9	47.2	0.43	110.6	68	35
T5	5.1	47.9	0.38	126.6	68	43
T6	4.7	47.1	0.44	106.4	70	38
T7	4.9	47.7	0.45	106.7	70	41
Control	4.6	45.0	1.0	46.1	57	35

^aT1 : Fermented larch sawdust + Cottonseed husk + Beet pulp(80:10:10, v/v)
 T2 : Fermented larch sawdust + Cottonseed husk + Beet pulp(80:15:5, v/v)
 T3 : Fermented larch sawdust + Cottonseed husk + Beet pulp(80:5:15, v/v)
 T4 : Fermented larch sawdust + Cottonseed husk + Corn flour(80:15:5, v/v)
 T5 : Fermented larch sawdust + Cottonseed husk + Corn crust(80:15:5, v/v)
 T6 : Fermented larch sawdust + Beet pulp + Corn flour(80:15:5, v/v)
 T7 : Fermented larch sawdust + Beet pulp + Corn crust(80:15:5, v/v)
 Control : Fermented larch sawdust + Wheat flour + Corn powder(80:10:10, v/v)
^bAir filled porosity = capacity of air / (capacity of air, water and solid) × 100

Table 4. Duration spent during growth phase on mixed-substrate

Strain	Treatment ^a	Cultivation period (day)				
		Spawn run (A)	Primordial development (B)	Fruiting body development (C)	Harvesting (D)	Total (A)+(B)+(C)+(D)
GMSL69033	T1	48	42	32	0	122
	T2	77	2	27	11	117
	T3	59	17	24	15	116
	T4	58	22	34	3	117
	T5	63	16	26	9	114
	T6	64	5	21	4	94
	T7	60	23	24	10	117
	Control	61	9	27	14	111
Neoul	T1	48	25	20	1	93
	T2	77	28	1	21	127
	T3	59	39	29	0	126
	T4	55	12	27	13	106
	T5	63	11	23	17	114
	T6	64	5	21	4	94
	T7	60	11	30	21	122
	Control	61	9	27	14	111

^aT1 : Fermented larch sawdust + Cottonseed husk + Beet pulp(80:10:10, v/v)
 T2 : Fermented larch sawdust + Cottonseed husk + Beet pulp(80:15:5, v/v)
 T3 : Fermented larch sawdust + Cottonseed husk + Beet pulp(80:5:15, v/v)
 T4 : Fermented larch sawdust + Cottonseed husk + Corn flour(80:15:5, v/v)
 T5 : Fermented larch sawdust + Cottonseed husk + Corn crust(80:15:5, v/v)
 T6 : Fermented larch sawdust + Beet pulp + Corn flour(80:15:5, v/v)
 T7 : Fermented larch sawdust + Beet pulp + Corn crust(80:15:5, v/v)
 Control : Fermented larch sawdust + Wheat flour + Corn powder(80:10:10, v/v)

Table 5. Fruiting body characteristics of GMSL69033 and Neoul on mixed-substrate

Strain	Treatment ^a	Pileus diameter (mm)		Height (mm)	Yield	
		Major axis	Minor axis		(g/bottle)	BE ^b (%)
GMSL69033	T1	125.9	81.2	74.2	83.1 ^{cd}	46.6
	T2	119.1	73.5	71.1	90.5 ^c	46.6
	T3	113.7	76.3	77.2	85.1 ^c	45.6
	T4	119.7	87.4	76.3	106.5 ^b	46.9
	T5	112.0	69.8	71.3	104.2 ^b	49.1
	T6	129.3	94.8	92.1	126.6 ^a	59.1
	T7	115.3	75.6	68.7	87.0 ^c	44.9
	Control	124.1	70.3	65.1	104.3 ^b	34.7
Neoul	T1	113.7	74.4	65.9	79.1 ^d	44.4
	T2	124.0	79.3	67.4	93.8 ^c	48.3
	T3	138.8	85.2	74.5	100.6 ^{bc}	53.9
	T4	137.0	82.0	74.3	121.0 ^a	53.3
	T5	116.6	71.3	70.5	104.5 ^{bc}	49.2
	T6	136.3	85.4	86.6	128.5 ^a	60.0
	T7	118.2	79.2	63.2	96.7 ^{bc}	49.9
	Control	124.9	69.7	69.7	108.7 ^b	36.1

^aT1 : Fermented larch sawdust + Cottonseed husk + Beet pulp(80:10:10, v/v)

T2 : Fermented larch sawdust + Cottonseed husk + Beet pulp(80:15:5, v/v)

T3 : Fermented larch sawdust + Cottonseed husk + Beet pulp(80:5:15, v/v)

T4 : Fermented larch sawdust + Cottonseed husk + Corn flour(80:15:5, v/v)

T5 : Fermented larch sawdust + Cottonseed husk + Corn crust(80:15:5, v/v)

T6 : Fermented larch sawdust + Beet pulp + Corn flour(80:15:5, v/v)

T7 : Fermented larch sawdust + Beet pulp + Corn crust(80:15:5, v/v)

Control : Fermented larch sawdust + Wheat flour + Corn powder(80:10:10, v/v)

^{cd-d}Different letters within a column are significantly different(p < 0.05).

^bBiological efficiency(BE) = fresh weight of mushrooms divided by air-dried substrates × 100

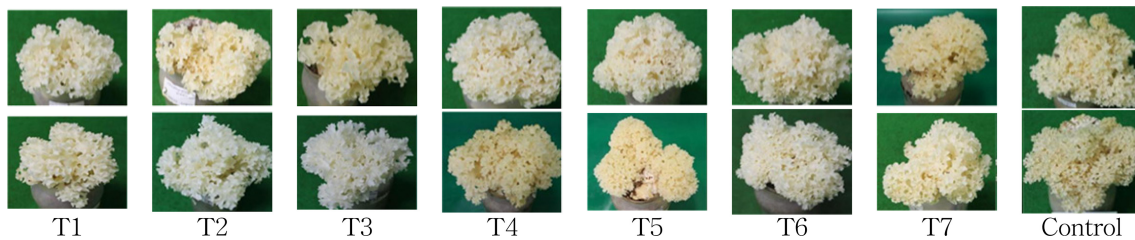


Fig. 1. Fruiting body of GMSL69033(upper side) and 'Neoul'(bottom side) on mixed-substrates.

요일수가 가장 긴 T1 처리는 약 122일로 기존 농가에서도 약 4개월 소요되는 것과 같은 기간이 소요되었다. 수확기간이 짧을수록 노동력이 절감되고 생육실의 순환율이 증가하는 장점이 있는데 처리별로 균주 간에 차이는 다소 있으나 T6 처리는 균주와 관계없이 첫 수확일 부터 마지막 수확일 까지 약 4일정도 소요됨으로써 수확기간이 단축되어 경제성이 높은 배지조성 으로 선발하였다.

혼합배지의 자실체 특성

혼합배지 처리별 자실체 특성조사는 Table 5과 같다. 수

집균주인 GMSL69033 계통은 T6 처리에서 유의한 수준으로 수량이 높았다. 대조배지에서 104.3 g에 반해 126.6 g 이고 ‘너울’ 품종에서는 T4와 T6처리에서 유의한 수준으로 수량이 높았으며 각각 121 g, 128.5 g이었다. 이 때 두 배지 처리간 생물학적 효율을 보았을 때 T4는 53.3%, T6은 60.0%로 T6의 처리가 더 높을 것을 확인할 수 있었다. T6처리에서 균주 간 차이 없이 수량이 우수한 것을 확인할 수 있었고, 자실체 모습은 Fig. 1과 같았다.

적 요

병재배에 적합한 꽃송이버섯 안정생산 재배기술 개발 연구를 위하여 낙엽송발효톱밥을 주배지로 하여 영양원으로 밀가루, 과옥쇄, 면실피, 비트펄프, 옥분, 옥피 6종을 혼합하여 시험을 수행하였다. 낙엽송발효톱밥+비트펄프+옥분(80:15:5, v/v) 처리에서 재배기간이 단축되고 수량이 높아 병재배에 적합한 배지로 선발하였다. 선발 배지의 균사배양 기간이 64일로 다른 처리에 비해 길었으나 균사배양과 원기형성이 동시에 진행됨에 따라 생육실로 입상하여 발생하는 기간이 단축됨으로써 생육 및 수확 기간이 단축되었다. 또한, 총 재배기간은 약 94일로 대조배지에 비해 약 17일정도 단축되었으며 첫 수확일부터 마지막 수확일까지 약 4일정도 소요됨으로써 수확기간이 짧아 재배사 운용효율을 높일 수 있을 것으로 생각된다. 수집균주인 GMSL69033 계통은 선발 배지에서 유의한 수준으로 수량이 높았다. 대조배지 104.3g에 반해 126.6g으로 약 18% 증가하였다. ‘너울’ 품종에서 면실피와 옥분(15:5, v/v)처리와 선발한 배지에서 유의한 수준으로 수량이 높았으며 각각 121g, 128.5g이었다. 이 때 생물학적 효율은 면실피와 옥분(15:5, v/v) 배지에서 53.3%, 선발 배지에서 60.0%로 생물학적 효율 또한 높은 것을 확인할 수 있었다. 선발 배지에서 균주 간 차이 없이 수량이 우수한 것을 확인할 수 있었다. ‘너울’ 품종에서는 선발 배지가 대조배지에 비해 수량이 약 21% 증가하였다. 이상의 결과 꽃송이버섯 병재배 시 낙엽송발효톱밥+비트펄프+옥분(80:15:5, v/v)가 안정생산용 배지로 적합할 것으로 판단되며, 이때의 이화학적 성분은 수분함량 70%, pH 4.7, C/N율 106.4, 공기충전공극률 38%이었다.

감사의 글

본 논문은 농촌진흥청 지역특화작목과제(PJ0132722019)의 지원을 받아 연구되었으며 이에 감사드립니다.

REFERENCES

Baek IS, Kim JH, Lee YS, Shin BE, Lee YH, Lee YS. 2018. Yield characteristics of *Pleurotus ostreatus* according to the use of spent mushroom substrate with high nitrogen content. *J.*

Mushroom 16: 257-262.

Chang HY, Choi SO. 2004. Characteristics of mycelial culture of *Sparassis crspa*. *J Mushroom sci prod* 2: 163-167.

Cheong JC, Jhune CS, Lee CJ. 2009. Maximum water-content and swelling coefficient of substrate in mushroom. *J. Mushroom* 7: 59.

Chung JB, Yang JE, Kim KY, Kim KH, Kim JG, Sa TM, Suh JS, Sohn BK, Eom KC, Lee SE, Jung KY, Chung DY, Jung YT, Hyun HN. 2006. Soil Science. hyangmunsa press. Korea. 71-72.

Harada T, Miura N, Adachi Y, Nakajima M, Yadomae T, Ohno N. 2002. Effect of SCG, 1,3-β -D-Glucan from *Sparassis crispa* on the Hematopoietic Response in Cyclophosphamide Induced Leukopenic Mice. *Biol. pharm. Bull* 25: 931-939.

Jeong JS, Yu YJ, Seo SY, Yu YB. 2011. Selection of suitable conditions of mycelial growth and materials of bag cultivation in *Sparassis crispa*. *J Mushroom* 9: 80-83.

Lee YH, Gwon HM, Gu O, Choi JI, Jeon DH. 2018. Mycelial growth characteristics of *Sparassis latifolia* according to liquid media and incubation conditions. *J Mushroom* 16: 96-102.

Ohno N, Miura NN, Nakajima M, Yadomae T. 2000. Antitumor 1,3-β-glucan from Cultured Fruit Body of *Sparassis crspa*. *Biol. Pharm. Bull* 23: 866-872.

Oh DS, Park H, Park HS, Kim MS, Chai JK. 2006. Cultivation of cauliflower mushroom(*Sparassis crispa*) by use of coniferous sawdust-based media with wheat flour and molasses. *J Mushroom* 4: 39-42.

Oh DS, Park JM, Park H, Ka GH, Chun WJ. 2009. Site Characteristics and Vegetation Structure of Habitat of Cauliflower Mushroom(*Sparassis crispa*). *Kor. J. Mycol.* 37 : 33-40.

Oh TS, Lee YH, Kim CH, Cho YK, Jang MJ. 2017. Comparative study of the growth characteristics of *Pleurotus eryngii* by using alternative substrates to rice bran. *J Mushroom* 15: 57-60.

Park H, Lee BH, Ka KH, Bak WC, Oh DS, Park JM, Chun WJ. 2006. Cultivation of cauliflower mushroom(*Sparassis crispa*) by use of steam-treated coniferous sawdusts. *Mokchae Konghak* 34: 84-89

Seo SY, Yoo YJ, Jung GT, Ryu J, Ko BR, Choi JS, Kim MK. 2005. Optimal condition for mycelial growth of *Sparassis crspa*. *J Mushroom* 3: 45-51.

Yamamoto K, Kimura T, Sugitachi A, Matsuura N. 2009. Anti-angiogenic and Anti-metastatic Effects of β-1,3-D-Glucan Purified from Hanabiratake, *Sparassis crispa*. *Biol. Pharm. Bull* 32: 259-263.

Yu YJ, Seo SY, Seo KW, Choi DC, Jo HK, Yu Y.B, Soung YJ, Ryu J. 2010. Technical development for the short-log bag cultivation of *Sparassis crispa*. *J Mushroom* 8: 16-21.