

표고 봉지재배에 있어서 영양원에 따른 재배적 특성 비교

장명준^{1*}, 이윤혜¹, 이한범, 刘俊杰², 주영철¹

¹경기도농업기술원 버섯연구소, ²중국 요녕성농업과학원 버섯연구소

Comparison in Cultural Characteristics on Different Nutritions in Bag Cultivation of *Lentinula edodes*

Jang, Myoung-Jun^{1*}, Lee, Yun-Hae¹, Lee, Han-Bum¹, Liu, Jun-Jie² and Ju, Young-Cheol¹

¹Mushroom Research Institute, GARES, Gyeonggi Province Gwang-Ju 464-873, Korea

²Edible Fungi Institute Liaoning Academy of Agricultural Sciences, 84 Dong Ling Road Shenyang, China

(Received August 29, 2011, Revised September 9, 2011, Accepted September 9, 2011)

ABSTRACT: This study was carried out to select the suitable substrates for bag cultivation of *Lentinula edodes*. We investigated the optimal additive materials and its mixing ratio in bag cultivation of *L. edodes*, Sanjo 701 ho. The suitable substrates for *L. edodes* bag cultivation were oak sawdust as new material plus defatted corn flour, and corn husk as an additive at the ratio 8:1:1(v/v), as the result of shorter mycelial growth, higher biological efficient, and a higher yield than any other substrates.

Key words : Bag cultivation, *Lentinula edodes*, Nutrient source, Substrate

서론

표고버섯의 생산과 소비가 이루어지는 주요 나라는 중국, 일본, 한국, 대만 등이며, 중국이 세계 표고버섯 생산량의 90% 이상을 차지하는 것으로 추정된다. 국내 표고버섯 총 생산량 중 톱밥재배 생산량은 2007년에 5%미만이고, 2008년에는 10%미만이었으나, 현재는 15~20%수준이며, 앞으로도 톱밥재배방법이 확산될 것으로 예상된다(장 등, 2010). 그러나 최근 표고버섯 생산국가 중 일본은 60, 중국은 95, 대만은 100%를 톱밥재배에 의하여 버섯을 생산하고 있어 우리나라는 톱밥재배 생산 비중이 매우 작은 편이다. 톱밥재배의 경우 원목재배에 비해 재배기간이 짧고 회수율이 높으며, 적은 노동력이 들어가는 장점이 있다(서 등, 2008). 그러나 이러한 장점을 가지고 있는 표고버섯 톱밥재배방법에 대하여 우리나라의 경우 중국, 일본 및 대만과는 달리 재배 기술에 대한 확립이 미흡한 편이며, 일부 농가에서는 배양이 완료된 배지를 중국에서 수입하여 재배하고 있는 실정이다. 따라서 우리나라의 현실에 적합한 표고버섯의 톱밥재배 방법을 구축하여야 할 것이다.

그리고 본 연구는 2007년부터 경기도농업기술원 버섯연구소와 중국의 요녕성 농업과학원 식용균연구소와의 공동연구를 통하여 도출된 결과이며, 요녕성지역에서 제조되고 있는 혼합배지의 재배안정성 검토와 국내 환경조건에 적합한

표고재배용 혼합배지를 개발하기 위해 수행하였다.

재료 및 방법

시험균주 및 종균제조

산조701호를 시험균주로 하였으며, 접종원 제조를 위해 PDA배지를 사용하였으며, 배양온도 25℃에서 10일간 배양하였다. 종균제조를 위한 배지조성은 참나무톱밥+미강을 80:20의 부피로 혼합하여 850ml 병에 입병한 후 121℃에서 90분간 고압살균한 다음 접종원을 접종하여 배양한 후 시험용 종균으로 사용하였다.

배지재료 제조 및 이화학적 분석

표고버섯의 생육에 적합한 혼합배지를 선발하기 위하여 1996년 경기도농업기술원 버섯연구소에서 개발(농촌진흥청, 2007)된 참나무톱밥+옥수수피(80:20)를 대조로 하여 참나무톱밥+밀기울(80:20), 참나무톱밥+옥수수피+첨가제(78:18:4), 참나무톱밥+밀기울+첨가제(78:18:4)의 3가지 수준으로 배지를 제조하였다. 이 때의 첨가제는 요소+석고+CaCO₃+과린산석회+MgSO₄(0.3:1.5:1.5:0.4:0.3)이었다.

배지재료에 대한 성분을 분석하기 위해 살균 후 접종하기 전의 시료를 음건하여 두었다가 상토의 표준분석법(농촌진흥청, 2002)에 준하여 총탄소는 회화법으로, 총질소는 단백질 자동분석기를(Buchi B-324)를 이용한 Kjeldal법으로

* Corresponding author (plant119@gg.go.kr)

Table 1. Chemical properties of nutritive materials

Material	pH(1:20)	Total carbon(%)	Total nitrogen(%)	C/N ratio	Crude fat(%)
Oak sawdust	4.8	54.7	0.16	342	0.2
Corn hull	4.8	54.3	1.25	43	3.9
Corn meal	4.9	53.8	2.80	19	2.1
Wheat bran	6.1	52.7	2.60	20	4.2

Table 2. Chemical properties of mixed substrates

Mixed substrate	Moisture content(%)	pH (1:20)	Total carbon(%)	Total nitrogen(%)	C/N ratio	Crude fat(%)	Crude fiber(%)
T1 Oak sawdust+Corn hull (80:20)	65.0	4.5	54.5	0.62	133	1.18	43.8
T2 Oak sawdust+Wheat bran (80:20)	67.0	5.1	53.7	1.21	56	1.62	40.2
T3 Oak sawdust+Corn hull+Additive ^a (78:20:2)	66.0	5.8	52.6	1.32	49	0.71	47.7
T4 Oak sawdust+Wheat bran+Additive (78:20:2)	65.7	6.2	52.4	1.66	94	1.33	39.1
T5 Oak sawdust+Corn hull+Corn meal (80:10:10)	65.0	4.7	51.9	0.87	86	1.05	40.1

^aUrea+Gypsum+CaCO₃+CaH₄(PO₄)₂ · H₂O+MgSO₄(0.5:0.3:0.3:0.4:0.5, w/w).

분석하였고, pH는 시료와 증류수를 1:20(w/v)비율로 혼합하여 1시간 동안 정지한 다음 pH meter(Radiometer사)로 측정하였다. 그리고 조섬유함량은 조섬유분석기(Fibertec 2010 system, Foss com)를 이용하여 건식회화법으로 분석하였다.

배양 및 생육특성 조사

혼합배지에 따른 컬럼내에서의 균사 성장량 조사를 위하여 20mm×200mm 시험관을 이용하여 각각의 혼합배지를 충전하여 고압살균하고 종균 접종 후 25℃ 항온실에서 배양시키면서 7일 간격으로 균사 성장길이를 측정하여 균사 성장량으로 나타내었다.

혼합배지별로 전배양이 완료되는 시점을 전배양일수로 조사하였으며, 전배양이 완료된 균주별로 갈변실로 옮겨 갈변을 유도하였다. 이때의 갈변실 온도는 21±1℃이었고, 광 조사를 실시하였으며, 갈변이 완료되는 시점을 후배양일수로 하였다.

생육관리 및 생육조사

배양완료 후 버섯발생을 유도하기 위하여 온도를 21℃, 상대습도는 90±5%로 조절하였고, 버섯발생 후 환기는 버섯의 형태를 관찰하면서 적절히 조절하였다. 발이유도 및 생육관리를 실시하면서 초발이 소요일수, 생육일수, 자실체 특성 및 수량을 조사하였다. 1차 수확이 끝난 후 22℃에서 10일간 휴양을 시킨 후 침수(24시간)하여 2차 발생을 유도하였으며, 이때의 조건은 1차 발생의 조건과 동일하였다.

또한 3차 발생을 유도하기 위하여 1차 및 2차 방법에 준하여 실시하였다.

통계분석

통계처리는 SAS프로그램을 이용하여 Duncan의 다중범위검정을 통한 평균값들에 대한 유의성을 검정하였고, 혼합배지의 화학성과 수량에 대한 상관분석을 실시하였다.

결과 및 고찰

표고버섯 봉지재배용 재료별 화학적 특성을 조사하기 위하여 주재료로 참나무톱밥, 영양원으로 하여 옥피, 옥분 및 밀기울에 대하여 조사한 결과는 Table 1과 같다. 주재료의 pH는 4.8이었고, 영양원 중 밀기울의 pH가 6.1로 가장 높았고, C/N은 주재료인 참나무톱밥이 342로 가장 높았으며, 조지방은 밀기울이 4.2%로 가장 높았다.

1996 영농활용 결과(농촌진흥청, 2007)에 의하면 표고 톱밥재배용 첨가제로 옥피를 첨가하였을 경우 미강 20%첨가 배지 보다 약 61%가량 증수되는 효과가 있다는 연구결과가 소개되었으며, 따라서 옥피가 20%처리된 혼합배지를 대조로 하여 실험을 수행하였다. 또한 중국의 수입배지들과의 생산량 비교와 적정 영양원을 선별하기 위해 Table 2의 처리내용과 같이 조성된 배지를 제조하여 실험을 실시하였으며, 혼합배지에 따른 화학적 특성은 Table 2와 같다.

T5의 pH는 4.7로서 T1(대조구)과 대등하였고, 총질소함

Table 3. Mycelial growth and density of *Lentinula edodes* in mixed substrates

(unit: mm)

Mixed substrate	Incubation period(days)				
	7	14	21	28	35
T1 Oak sawdust+Corn hull (80:20)	33	53	121	130	130
T2 Oak sawdust+Wheat bran (80:20)	18	35	76	106	119
T3 Oak sawdust+Corn hull+Additive ^a (78:20:2)	14	27	53	65	78
T4 Oak sawdust+Wheat bran+Additive (78:20:2)	12	25	41	58	69
T5 Oak sawdust+Corn hull+Corn meal (80:10:10)	22	48	107	130	130

^aUrea+Gypsum+CaCO₃+CaH₄(PO₄)₂ · H₂O+MgSO₄(0.5:0.3:0.3:0.4:0.5, w/w).**Table 4.** Incubation properties of *Lentinula edodes* according to mixed substrates

Mixed substrate	Incubation period(days)	Browning degree of Substrate	Incubation ratio(%)
T1 Oak sawdust+Corn hull (80:20)	87	+++b	100
T2 Oak sawdust+Wheat bran (80:20)	92	+++	100
T3 Oak sawdust+Corn hull+Additive ^a (78:20:2)	99	++	92
T4 Oak sawdust+Wheat bran+Additive (78:20:2)	103	++	87
T5 Oak sawdust+Corn hull+Corn meal (80:10:10)	87	+++	100

^aUrea+Gypsum+CaCO₃+CaH₄(PO₄)₂ · H₂O+MgSO₄(0.5:0.3:0.3:0.4:0.5, w/w)^b+ Weak, ++ Mediate, +++ Strong.**Table 5.** Cultivation period of *Lentinula edodes* according to mixed substrates

Mixed substrate	Formation of Primordia (days)			Development of fruit body(days)		
	1st	2nd	3rd	1st	2nd	3rd
T1 Oak sawdust+Corn hull (80:20)	3	3	9	7	8	4
T2 Oak sawdust+Wheat bran (80:20)	3	3	7	7	8	5
T3 Oak sawdust+Corn hull+Additive ^a (78:20:2)	6	7	10	8	6	3
T4 Oak sawdust+Wheat bran+Additive (78:20:2)	7	7	10	8	7	4
T5 Oak sawdust+Corn hull+Corn meal (80:10:10)	3	3	9	7	8	4

^aUrea+Gypsum+CaCO₃+CaH₄(PO₄)₂ · H₂O+MgSO₄(0.5:0.3:0.3:0.4:0.5, w/w).

량은 T4가 1.66%로 가장 높아 밀기울첨가에 의한 영향으로 추정되었다. 조지방은 T2가 1.62%로 가장 높았고, 옥피가 첨가된 T3와 T1배지에서 조섬유 함량이 다른 처리구에 비해 상대적으로 높게 나타났다.

윤 등(2006)의 보고에 의하면 표고의 적정 pH범위는 4.5~6.0이라고 하여 분시험의 혼합배지는 적정 범위에 속하였다. 또한 윤 등(2006)은 참나무류 수종별 밀기울을 첨가하였을 때 C/N율이 약 60~70이라고 하였는데, 본 실험에서도 밀기울이 들어간 처리구의 경우 이와 유사한 경향이었고, T1(대조구)의 경우 옥피 첨가에 따라 C/N이 높게 나온 것으로 추정된다.

Table 3은 혼합배지에 따른 균사 성장량을 나타낸 것으로서 참나무톱밥에 옥피와 옥분을 각각 10%씩 처리한 T5처리구 및 T1(대조구)에서 배양 35일경에 모두 성장하였으며, 다른 처리구는 배양이 완료되지 않았다.

혼합배지에 따른 배양특성은 T5가 배양일수 87일로 T1(대조구)과 대등하였으며, T1, T2 및 T5의 갈변정도가 다른 처리구에 비해 우수하였고, 배양율도 100%이었다(Table 4).

혼합배지에 따른 재배기간을 조사한 결과 초발이 소요일수, 생육기간, 재배일수 모두 옥피와 옥분이 각각 10%씩 첨가된 T5처리구가 T1(대조구)과 대등하였다(Table 5). 밀기울이나 첨가제가 첨가된 배지에서 배양기간이 지연되고 배양율이 낮았는데 이는 총질소함량이 높은 것에 기인한 것으로 추정된다.

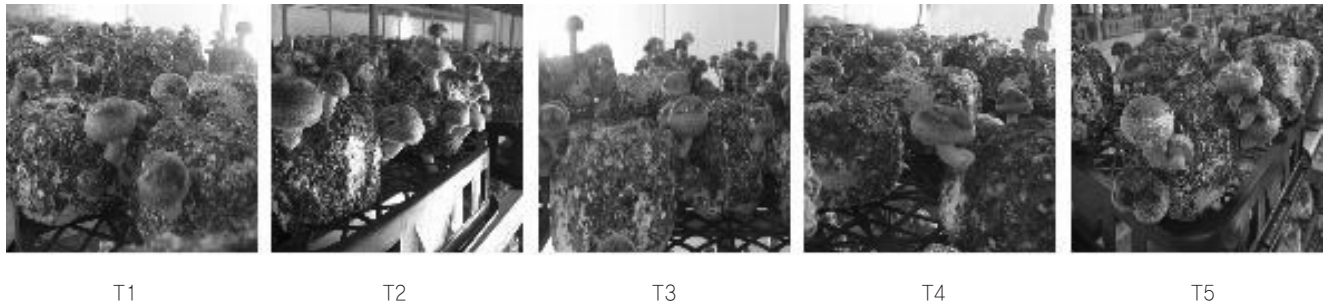
Table 6 및 Fig. 1은 혼합배지 종류별 자실체의 특성을 조사한 것으로서 갓크기는 처리간 큰 차이가 없었으며, 대길이 및 대굵기는 밀기울 20%첨가한 T2처리구에서 55mm 및 15mm로 다른 처리구에 비해 가장 컸으며, 갓크기/대길이는 T4에서 1.6으로 가장 높았다.

혼합배지에 따른 수확주기별 수량 및 상품화율을 조사한

Table 6. Morphological properties of fruit body according to mixed substrate

Mixed substrate	Size of pileus(mm)	Thickness of stipe(mm)	Length of stipe(mm)	Size of pileus /Length of stipe
T1 Oak sawdust+Corn hull (80:20)	60±13.4	12±3.1	49±4.5	1.2
T2 Oak sawdust+Wheat bran (80:20)	61±9.3	15±3.5	55±10.4	1.1
T3 Oak sawdust+Corn hull+Additive ^a (78:20:2)	59±11.3	12±3.2	49±10.2	1.2
T4 Oak sawdust+Wheat bran+Additive (78:20:2)	59±7.2	12±5.2	36±14.2	1.6
T5 Oak sawdust+Corn hull+Corn meal (80:10:10)	61±8.3	12±2.4	46±10.9	1.3

^aUrea+Gypsum+CaCO₃+CaH₄(PO₄)₂ · H₂O+MgSO₄(0.5:0.3:0.3:0.4:0.5, w/w).

**Fig. 1.** Fruitbody appearance by the mixed substrate. T1, Oak sawdust+Corn hull(80:20); T2, Oak sawdust+Wheat bran(80:20); T3, Oak sawdust+Corn hull+Additive(78:20:2); T4, Oak sawdust+ Wheat bran+Additive(78:20:2); T5, Oak sawdust+Corn hull+Corn mea(80:10:10).**Table 7.** Yields and Biological efficiency of fruit body according to mixed substrate

Mixed substrate	Yields(g/kg bag)				BE ^c (%)
	Total	1st	2nd	3rd	
T1 Oak sawdust+Corn hull (80:20)	305b ^b	104a	157ab	44b	31
T2 Oak sawdust+Wheat bran (80:20)	307b	93ab	139b	75a	31
T3 Oak sawdust+Corn hull+Additive ^a (78:20:2)	269bc	88ab	160a	21c	27
T4 Oak sawdust+Wheat bran+Additive (78:20:2)	229c	76b	124b	29c	23
T5 Oak sawdust+Corn hull+Corn meal (80:10:10)	348a	117a	177a	54b	34

^aUrea+Gypsum+CaCO₃+CaH₄(PO₄)₂ · H₂O+MgSO₄(0.5:0.3:0.3:0.4:0.5, w/w)

^bValues followed by the same letter do not differ significantly at p>0.05 according to Duncan's multiple range test.

^c[fresh weight of fruit body(g) / dried weight of substrate(g)] × 100.

결과 Table 7 및 Table 8과 같다. 옥피와 옥분을 10%씩 첨가한 T5에서 수량이 348g/kg으로 처리구 중 가장 많았고, 생물학적 효율(BE)도 34%로 다른 처리구들에 비해 가장 높았다. 그리고 상품화율의 경우 T2처리구에서 1주기 70%, 2주기 85%로 다른 처리구에 비해 가장 높았으며, 3주기에는 T2 및 T5가 72%로 가장 높았다.

윤 등(2006)의 보고에 의하면 유기 영양원 혼용배지의 버섯 생산량은 톱밥 단용 배지에 비하여 5배 이상의 높은 생산성을 나타낸다고 하였으며, 영양원 첨가가 버섯 생산성에 절대적인 영향이 있음을 잘 보여준다고 하였는바 본 실험에 사용된 혼합배지의 영양원 모두 1kg 봉지 당 최소

229g을 생산하였으며, 첨가 영양원의 종류에 따라 차이가 발생하였다.

이 등(2008)에 의하면 KFRI 169균주(중온성)에 대한 톱밥 크기 및 첨가제의 혼합 여부에 따른 생산성 비교실험을 한 결과 2kg배지에서 7회 수확한 후 생물학적 효율은 27~66%로 조사되었다고 한다. 본 실험에서는 1kg배지에 3주기까지의 생산성을 조사한 것으로서 T5처리구에서 34%로 가장 높게 나타나 선행연구결과의 우수처리구 보다는 다소 낮은 경향을 나타내었다. 그러나 이는 배지조성, 배지량, 수확주기 등의 차이에 따른 것으로 판단되며, 향후 선발배지의 배지중량에 따른 생산성을 추가적으로 검토할 필요성이 있다.

Table 8. Ratio of commercial yields of fruit body according to mixed substrate

Mixed substrate	Ratio of commercial yields ^b (%)			Commercial yields(g/kg)		
	1st	2nd	3rd	1st	2nd	3rd
T1 Oak sawdust+Corn hull (80:20)	54	76	60	56	119	26
T2 Oak sawdust+Wheat bran (80:20)	70	85	72	65	118	54
T3 Oak sawdust+Corn hull+Additive ^a (78:20:2)	38	67	57	33	107	12
T4 Oak sawdust+Wheat bran+Additive (78:20:2)	41	67	35	31	83	10
T5 Oak sawdust+Corn hull+Corn meal (80:10:10)	60	81	72	70	143	39

^aUrea+Gypsum+CaCO₃+CaH₄(PO₄)₂ · H₂O+MgSO₄(0.5:0.3:0.3:0.4:0.5, w/w)

^bCommercial yield(g) / yield(g) × 100.

Table 9. Correlation coefficient between chemical factors of various substrate and yield of *Lentinula edodes*

pH	T-C	T-N	C/N	Crude fat	Crude fiber
-0.89	0.08	-0.80	0.08	0.01	-0.09

Table 9는 혼합배지의 화학성이 수량에 영향을 미치는 요인을 찾기 위해 상관분석을 실시한 결과로서 pH($r=-0.89$) 및 총질소함량($r=-0.80$)의 상관관계가 높았으며, 총탄소함량, C/N, 조지방, 조섬유의 경우 수량과의 상관관계가 매우 낮았다.

이상의 결과로, 표고 봉지재배시 참나무톱밥, 옥피와 옥분을 8:1:1비율로 혼합한 배지를 적합배지로 선발하였으며, pH와 총질소함량이 수량에 영향을 주었던 주요인으로 판단되었다.

적요

표고 봉지재배시 적절한 영양원을 선발하기 위하여 참나무톱밥과 혼합하여 실험한 결과 T5의 pH는 4.7로서 T1(대조)과 대등하였다. 균사 생장량은 T5에서 배양 35일경에 모두 생장하였으며, 대조와 비슷한 경향을 나타내었다. 혼합배지에 따른 배양특성은 T5가 배양일수 87일로 T1(대조)과 대등하였으며, T1, T2 및 T5의 갈변정도가 다른 처리구에 비해 우수하였고, 배양율도 100%이었다. 혼합배지에 따른 재배기간을 조사한 결과 초발이 소요일수, 생육기간, 재배일수 모두 T5처리구가 T1(대조)과 대등하였다. 혼합배

지에 따른 수확주기별 수량 및 상품화율은 T5에서 수량이 348g/kg으로 T1(대조)에 비해 높았으며, 생물학적 효율은 34%로 다른 처리구들에 비해 가장 높았다.

참고문헌

- 농촌진흥청. 2003. 상토의 표준분석법. pp. 103-106.
- 농촌진흥청 작물과학원. 2007. 농업과학기술연구개발결과(1969~2006). 특용작물분야 영농활용 자료집(Ⅲ). 잡업·버섯. pp. 517.
- 서성봉, 고한규, 최선규, 김선철, 김경진, 노종현, 이병석. 2008. 표고재배기술. pp. 95-136. 산림조합중앙회 산림버섯연구소.
- 윤갑희, 박원철, 박현, 김명길, 이진실, 박광선. 2006. 자연재배형 표고 톱밥재배 시스템. 국립산림과학원.
- 이봉훈, 박원철, 가강현, 유성열. 2008. 표고톱밥재배시 톱밥 크기 및 첨가제의 혼합 여부에 따른 생산성 비교. 한국균학회지. 36 : 36-40.
- 장철수, 석현덕, 민경택, 송성환, 김진경, 안상진, 심신우. 2010. 임업관측사업. 2010년 사업결과와 2011년 추진계획. pp. 83-99. 한국농촌경제연구원.