

게껍질 첨가배지가 큰느타리(*Pleurotus eryngii*)의 균사생장과 자실체에 미치는 영향

조우식^{1*} · 류영현¹ · 김종수¹ · 박소득¹ · 석순자² · 정희영³

¹경상북도농업기술원 환경농업연구과, ²농촌진흥청 농업과학기술원 응용미생물과, ³경북대학교 응용생명과학부

Effects of Addition of Crab Shell to Sawdust Substrate on the Growth and Development of *Pleurotus eryngii*

Woo-Sik Jo^{1*}, Young-Hyun Rew¹, Jong-Su Kim¹, So-Deuk Park¹, Soon-Ja Seok² and Hee-Young Jung³

¹Department of Agricultural Environment, Gyeongbuk Agricultural Technology Administration, Daegu 702-320, Korea

²Division of Applied Microbiology, National Institute of Agricultural Science and Technology, RDA, Suwon 441-707, Korea

³School of Applied Biosciences, Kyungpook National University, Daegu 702-701, Korea

(Received May 9, 2008. Accepted May 28, 2008)

ABSTRACT: *Pleurotus eryngii* is by far the best tasting oyster mushroom, well deserving of the title, the King Oyster. Popular in Europe, this stout, thickly fleshed mushroom, is one of the largest species in the genus. The effects of addition of crab shell to sawdust substrate for the growth of *P. eryngii* were investigated. Dried crab shell used in this study contained 55.2% C, 3.74% N, 5.57% P₂O₅, 6.44% Ca, and pH 6.9. The addition of 1% crab shell (v/v) increased the yield of the mushroom fruit-body by 34% comparing control (sawdust 80, rice bran 20; v/v), 0.03% CaO content of 1% crab shell treatment was higher than 0.01% CaO of control and period of primordia formation was similar regardless of the treatments.

KEYWORDS: Additive, Crab shell, *Pleurotus eryngii*, Sawdust substrate

큰느타리(*Pleurotus eryngii*)은 분류학적으로 담자균아문(Basidiomycotina), 주름버섯목(Agaricales), 느타리버섯과(Pleurotaceae), 느타리버섯속(*Pleurotus*)에 속하는 식용버섯으로 백색목재부후균의 일종이다. 이 버섯의 원산지는 남유럽 일대이며 북아프리카, 중앙아시아, 남러시아 등지에도 분포하고 있는 것으로 알려져 있으며(Stamets, 1993), 느타리버섯(*Pleurotus ostreatus*)에 비해 대가 굵고 육질이 치밀한 종으로 일반명은 King Oyster Mushroom 또는 Boletus of the Steppes이고 우리나라에서는 ‘큰느타리’라는 학술명과 함께 일반적으로 ‘새송이버섯’이라는 상품명으로 불리고 있다(강 등, 2003).

큰느타리(*P. eryngii*)의 이화학적 특성은 자실체의 일반 성분 중 조단백질과 총당이 매우 많고 무기성분은 Mg, Na, Zn, Fe, Ca 및 Cu 순으로 많다. 유리아미노산은 hypoproline, 아미노산은 arginine과 lysine이 많고, 유리당은 glucose가 가장 많고 다음으로 fructose, ribose, galactose, lactose, arabinose 및 maltose 순으로 나타났다(Kim et al., 2004).

큰느타리는 국내에 1995년 처음 도입되었고 2006년에는 43,256톤 생산되어 느타리버섯에 이어 2위의 생산량을 기록하였다(농림부, 2007). 또한 국내에서는 톱밥을 이용

한 인공재배기술이 개발되어, 현재 자동화시설을 이용한 병버섯 재배농가를 중심으로 재배되고 있다.

큰느타리(*P. eryngii*)와 관련된 국외연구는 다수의 보고가 있으며(Cailleux and Diop, 1974; Dermek, 1974; Sohi and Upadhyay, 1989; Ginterova, 1989), 국내에도 인공재배에 관한 연구(김 등, 1997a, 1997b), 자실체 생육특성이 보고되어있다(류 등, 2007).

버섯재배에 사용되는 배지재료에 관한 시험은 많이 수행되었는데 발효를 잘시키기 위해서 미생물이 이용하기 쉬운 당류, 아미노산 등의 영양분이 많은 쌀겨, 밀기울, 껌묵, 사탕수수박, 설탕 등을 첨가하거나(유 등, 2005), 팽이 병재배시 미송톱밥 20%를 사과박으로 대체가능하다고 보고하였다(조 등, 1996).

큰느타리(*P. eryngii*)는 배양시 요구되는 배지조건, 특히 C/N비에서 균주에 따른 큰 차이를 보이므로 도입되는 균주마다 개별적인 실험이 더 많이 이뤄져야 할 것이다(Rodriguez Estrada and Royse, 2007). 본 시험은 큰느타리(*P. eryngii*) 재배시 경북 동해안지역의 수산부산물인 게껍질의 첨가효과를 확인코자 실시하였다. 게껍질은 홍게(Snow crab, *Chionoecetes japonicus*), 꽃게, 영덕대게 등 게폐기물이 매년 5.4×10^4 톤 정도 생산되는데(한국수산학회, 1992), 최근에는 키틴등과 같은 유용한 생리활성 물질이 함유되어 있음이 밝혀지면서 기능성 식품소재로서

*Corresponding author <E-mail: jowoosik@yahoo.co.kr>

게겍질의 이용가능성이 제시된바 있다(Kim and Park, 1994; No and Lee, 1995).

재료 및 방법

공시균주

본 시험에 사용한 공시균주는 농촌진흥청 농업과학기술원 응용미생물과에서 분양받은 *Pleurotus eryngii*(큰느타리버섯 1호, ASI 2302)를 사용하였으며, 균주 보존용 배지는 potato dextrose agar(PDA)를 사용하였다.

공시재료

주재료로서 공시한 미송톱밥은 약 5개월간 야적하여 사용하였다. 첨가제로는 신선한 미강을 모든 처리구에 동일한 양을 첨가한 후 입자크기 2~5 mm 크기로 마쇄한 게겍질을 큰느타리 병재배용 배지재료로 사용하였다.

재료의 성분분석

이화학성 분석은 AOAC법에 준하여 일반성분을 대상으로 분석하였고 C/N율은 농업기술연구소 토양이화학분석법 (한기학, 1988)에 준하였다. 전탄수화물은 Tyurin법(개량법)으로 전질소는 Kjeldahl법, P₂O₅는 비색법, CaO, MgO 및 K₂O는 원자흡광분석법으로, pH는 건조시료 5 g을 증류수 25 ml에 30분간 침적시킨 후 pH-Meter(Fisher model-50)로 분석측정하였다.

배지조제

입자크기가 2~5 mm로 마쇄한 건조된 게겍질을 이용하여 미송톱밥에 부피비율(v/v)로 각각 0, 1, 2, 4, 6, 8%씩 혼합하고, 이들 재료를 기준으로 하여 미강을 20%(v/v)씩 첨가하여 균일하게 혼합하였다. 배지의 수분함량을 65%로 조절한 후, 자동입병기를 사용하여 내열성 polypropylene bottle(병구직경 60 mm, 부피 850 ml)에 530~550 g씩 충전하고 배지 중앙에 직경 15 mm의 구멍을 뚫은 후 마개를 닫아 121°C에서 90분간 고압살균하였다.

균사배양 및 자실체 생육조사

15°C 정도로 식은 멸균 배지에 미리 배양해 둔 종균을 10~12 g 정도씩 접종하여 20°C에 배양하면서 배양완성일수를 조사하였다. 배양이 완료된 배지는 발이를 유도하기 위하여 종균과 기존배지를 깊이 약 1 cm 정도 제거하는 균굽기를 하고, 온도 15°C, 습도 90%의 조건에서 발이를

유도하면서 초발이소요일수를 조사하였다. 그 이후 수확기까지 온도 15°C, 습도 85%의 조건하에서 생육시켰으며, 자실체의 갓이 피기 전에 수확하여 병당 수량과 자실체 특성을 조사하였다.

결과 및 고찰

배지재료의 산출량과 활용상태

본 시험에 공시재료로 사용한 게겍질은 홍게(Snow crab, *Chionoecetes japonicus*)에서 얻어진 것으로 식품재료로 이용후 버려지는 나머지 부위인 게겍질 부산물(이하 게겍질)을 경상북도 영덕군에서만 해도 연간 1,700톤(5톤/일)이 발생하며, 퇴비재료나 가축사료로도 활용되고 있다. 톱밥은 목재 제재시에 부산물로 생성되며 현재 퇴비제조, 축사깔짚, 번개탄제조 등에 사용되고 있어 수요가 확대되고 있기 때문에 버섯재배에 소요되는 톱밥은 축산농가와 원예농가등과 경합되고 있다. 미강은 사료, 착유 등 용도가 다양하여 수요보다 공급이 부족한 상태이며, 구입가격이 고가이며 지역에 따라 차이가 심하다. 본 시험에 공시재료로 사용한 톱밥과 미강의 국내 연간산출량은 원료소비량과 제조공정별로 산출되는 부산물의 생성비율을 기본으로 다음과 같이 추정하였다(Table 1). 톱밥생성량은 2006년 목재수급량(산림청, 2007) 1,615천 m³를 기본으로 하여 톱밥발생율(農林省林業試驗場, 1958) 13%로 환산하였으며 미강산출량은 2006년 미곡생산량 6,274천M/T(농림부, 2007) 중의 8%를 적용(김, 1992)하였다.

배지재료의 이화학성

건조상태로 산출되는 게겍질은 큰느타리 배지재료로 취급하는데 불편이 없었고 버섯배지제조에도 편리하였다. 재료의 pH는 미송톱밥이 pH 5.9, 미강은 pH 6.6에 비하여 게겍질은 pH 6.9로 다른 배지재료에 비하여 중성을 나타내었다(Table 2). T-C는 게겍질 55.2%, 톱밥 32.5%, 미강 79.4%로 나타났고, T-N는 게겍질이 3.74%로 톱밥 0.58%, 미강 2.15%보다 높게 나타났으며, P₂O₅, K₂O, MgO는 미강과 비슷하였고, CaO는 게겍질이 6.44%로 톱밥 0.14%, 미강 0.09%보다 높게 나타났다. 이것은 상업적으로 큰느타리를 재배하는데 있어서 주재료인 톱밥과 전질소 함량 등의 차이가 있기 때문에 게겍질을 단독으로 배지재료로 사용하기에는 부적합하고 각각을 적당한 비율로 혼합하여 사용한다면 배지로 사용하는데 문제가 없을 것으로 생각되었다.

Table 1. Production and recycling of industrial by-product for mushroom substrate in Korea (2006)

Substrate	Production process	Annual production	Disposal	Reutilization
Sawdust	Wood processing	209,950 m ³	Consignment	Compost, Hog barn spread
Rice bran	Rice milling	501,920 M/T	Delivered goods	Oil extraction, Feed additive
Crab shell	Food processing	5.4 × 10 ⁴ M/T	Delivered goods	Compost, Feed additive

Table 2. Chemical compositions of substrates for cultivation of *P. eryngii*

Substrate	pH (1:5)	T-C ^a	T-N ^b	C/N	P ₂ O ₅ , K ₂ O, CaO, MgO			
					(%)			
Sawdust ^c	5.9	32.2	0.58	55.5	0.17	0.37	0.14	0.11
Rice bran	6.6	79.4	2.15	36.9	4.44	1.74	0.09	1.15
Crab shell	6.9	55.2	3.74	14.8	5.57	0.18	6.44	1.17

^atotal carbon, ^btotal nitrogen, ^c*Pseudotsuga menziesii*.

Table 3. Effect of addition of crab shell to substrate on the characteristics of mycelial growth and fruit-body of *P. eryngii*

Crab shell rate (v/v, %)	Duration of mycelial growth (days)	Mycelial density ^a	Days for pinhead formation	Wt. of fresh fruit-body (g/850cc) ^b	Yield index	Biological efficiency ^c
0	22	++	10	68	100	35.7
1	22	++	10	91	134	47.9
2	22	++	10	87	128	45.8
4	23	++	9	85	125	44.7
6	28	+++	9	79	116	41.6
8	34	+++	9	73	107	38.4

^aMycelial density : ++, thin, +++; medium, ++++; compact, ^bWeighed as fresh weight, ^cfresh weight of fruit-body/dried weight of substrate × 100.

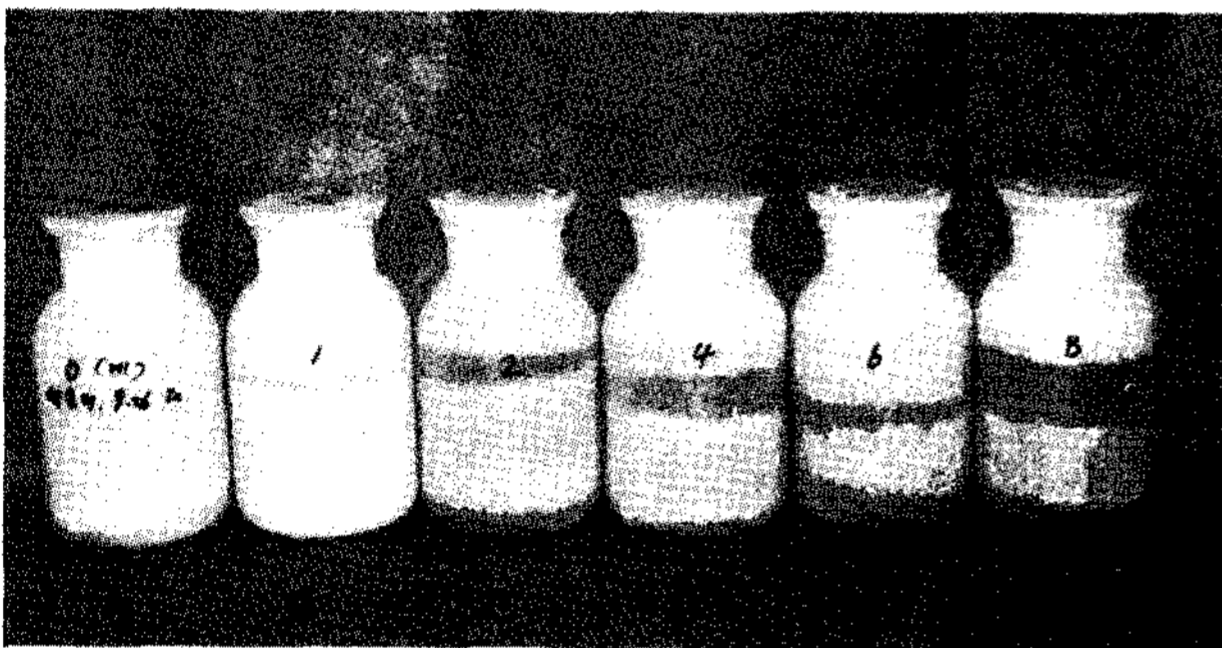


Fig. 1. Effect of crab shell substrate on mycelial growth of *Pleurotus eryngii* (20°C). A; Sawdust^a + rice bran 20% (v/v), B; Sawdust + rice bran 19% + crab shell 1%, C; Sawdust + rice bran 18% + crab shell 2% D; Sawdust + rice bran 16% + crab shell 4%, E; Sawdust + rice bran 14% + crab shell 6% F; Sawdust + rice bran 12% + crab shell 8%. ^a*Pseudotsuga menziesii*.

계껍질 첨가수준에 따른 큰느타리 균사생장 특성

계껍질 첨가수준에 따른 큰느타리의 배양완성일수 및 균사밀도를 조사한 결과는 Table 3과 같다. 처리별 균사생장특성은 계껍질 1%, 2%, 4% 처리구는 배양완성일수가 22, 22, 23일로 대조구인 톱밥 + 미강(80:20) 배지와 비슷하였으나 6% 처리구는 28일, 8% 처리구는 34일로 계껍질 첨가량이 4% 이상에서는 균사생장이 지연되었다 (Fig. 1). 이 결과는 계껍질이 중성을 나타내어 첨가량이 증가할수록 균사생장에 불리하였기 때문인 것으로 생각된다. 이는 Zadrazil(1978)이 보고한 큰느타리의 균사생육 최적 pH는 5.0~6.0이라고 보고한 결과와 일치하였다. 균사밀도는 계껍질 6, 8% 처리구는 매우 높았고, 계껍질 0, 1, 2, 4% 처리구도 양호하였다.

Table 4. Comparison of the elemental composition in *P. eryngii* on addition of crab shell to substrate

Crab shell rate (v/v, %)	P ₂ O ₅ , K ₂ O, CaO, MgO			
	(%)			
0	3.38	4.36	0.01	0.26
1	2.40	4.07	0.03	0.22
2	2.12	3.74	0.03	0.19
4	2.11	3.84	0.05	0.20
6	2.30	4.15	0.04	0.21
8	2.24	3.91	0.05	0.20

자실체 생육특성 및 이화학적

계껍질 첨가수준별 자실체 수량은, 계껍질 1~8% 처리구가 대조구의 68 g 보다 7~34% 증가하는 경향이였으며, 1% 처리구에서 병당 평균수량이 91 g으로 가장 높게 나타났다(Table 3). 이 결과는 CaO 함량이 높은 계란껍질 5~15% 첨가시 팽이버섯의 수량이 15~20% 증가한다는 보고(정 등, 1995)와 유사하였다. 초발이소요일수는 모든 처리에서 9~10일로 첨가수준에 따른 차이는 없었다. 계껍질 첨가수준별 큰느타리 자실체의 칼슘(CaO) 함량은 4% 첨가구가 0.05%로 무첨가구의 0.01%에 비하여 5배 정도 많았다(Table 4).

적 요

큰느타리(*P. eryngii*)는 최근에 생산과 소비가 증가되고 있는데 이에 소요되는 재배용 톱밥배지 제조시 수산부산물인 계껍질의 첨가효과를 구명하기 위하여 시험을 수행한 결과를 요약하면 다음과 같다. 계껍질 첨가수준별 균사생장특성은 1, 2, 4% 처리구는 배양완성일수가 22~23

일로 대조구인 톱밥 + 미강(80 : 20) 배지와 비슷하였으나 6% 처리구는 28일, 8% 처리구는 34일로 첨가량이 증가할수록 균사생장이 지연되었다. 자실체 수량은 계껌질 1% 첨가시 생체중 91 g로 대조구 68 g에 비해 34%가 많았다. 자실체의 CaO 함량은 4% 첨가구가 0.05%로 무첨가구의 0.01%에 비하여 5배정도 많았다. 큰느타리 배지 재료로 계껌질을 이용한 결과 수량 및 자실체의 CaO 함량 증가효과가 있었으며 유용한 배지재료로 활용할 수 있을 것으로 기대된다.

참고문헌

- 강태수, 정현상, 이명렬, 박희정, 조택상, 지성택, 신명근. 2003. 천연물을 이용한 큰느타리버섯 균사배양 및 Angiotensin Converting Enzyme 저해활성. 한국균학회지 31:175-186.
- 김영배. 1992. 우리나라 미곡의 품질과 식미와의 상호관계. 동국대 대학원 박사학위논문. p. 67.
- 김한경, 정종천, 장현유, 김광포, 차동열, 문병주. 1997a. *Pleurotus eryngii*(큰느타리버섯) 균의 인공재배(I). 한국균학회지 25:305-310.
- 김한경, 정종천, 장현유, 김광포, 차동열, 문병주. 1997b. *Pleurotus eryngii*(큰느타리버섯) 균의 인공재배(II). 한국균학회지 25:311-319.
- 농림부. 2007. 농림통계연보. p. 97.
- 농림부. 2007. 2006년 특용작물 생산실적. pp. 8-10.
- 류재산, 김민근, 권진혁, 조숙현, 김낙구, 노치웅, 이춘희, 노현수, 이현숙. 2007. 큰느타리버섯의 자실체 생육특성. 한국균학회지 35:47-53.
- 산림청. 2007. 임업통계연보. 제37호. pp. 303-305.
- 유영복, 공원식, 오세종, 정종천, 장갑열, 전창성. 2005. 버섯과학과 버섯산업의 동향. 한국버섯학회지 3:1-23.
- 정종천, 김광포, 김한경, 김영호, 차동열, 정봉구. 1995. 계란껍질 첨가배지가 팽이버섯의 균사생장과 자실체에 미치는 영향. 한국균학회지 23:226-231.
- 조우식, 윤영석, 류영현, 박선도, 최부술. 1996. 사과가공부산물 첨가배지가 팽이버섯(*Flammulina velutipes*)의 균사생장과 자실체에 미치는 영향. 한국균학회지 24:223-227.
- 한기학. 1988. 토양이화학분석법. 농촌진흥청. pp. 26-214.
- 한국수산학회. 1992. 수산연감. p. 99.
- 農林省林業試驗場. 1958. 木材工業ハンドブック. 丸善株式會社. 東京. p. 984.
- Cailleux, R. and Diop, A. 1974. Recherches experimentales sur les conditions D'ambiance requises pour la fructification du *Pleurotus eryngii* et de *L' agrocyber aegerita*. *Mushroom Science IX*(Part I):607-619.
- Dermek, A. 1974. *Pleurotus eryngii* (DC. ex Fr.) Quel. in Slovakia. *Ceska Mycol.* 28:57-59.
- Ginterova, A. 1989. *Pleurotus* in Modern Agricultural Production. *Mushroom Science XII*(Part II):99-107.
- Kim, J. Y., Moon, K. D., Lee, S. D., Cho, S. H., Kang, H. I., Yee, S. T. and Seo, K. I. 2004. Physicochemical properties of *Pleurotus eryngii*. *Food Preservation.* 11(3):347-351.
- Kim, S. B. and Park, T. K. 1994. Isolation and characterization of chitin from crab shell. *Korean J. Biotechnol. Bioeng.* 9:174-179.
- No, H. K. and Lee, M. Y. 1995. Isolation of chitin from crab shell waste. *J. Kor. Soc. Food Nutr.* 24:105-113.
- Rodriguez Estrada, A. E. and Royse, D. J. 2007. Yield, size and bacterial blotch resistance of *Pleurotus eryngii* grown on cottonseed hulls/oak sawdust supplemented with manganese, copper and whole ground soybean. *Bioresource Technology* 98: 1898-1906.
- Sohi, H. S. and Upadhyay, R. C. 1989. Effect of temperature of mycelial growth of *Pleurotus* species and yield performance on selected substrates. *Mushroom Science XII*(Part II):49-56.
- Stamets, P. 1993. Growing Gourmet and Medicinal Mushrooms. Ten Speed Press. Hong Kong. pp. 304-308.
- Zadrazil, F. 1978. Cultivation of *Pleurotus*. In: The Cultivation of Edible Mushroom, pp. 524. Eds. S. T. Chang and W. A. Hayes. Academic Press, New York.