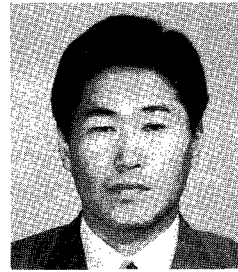


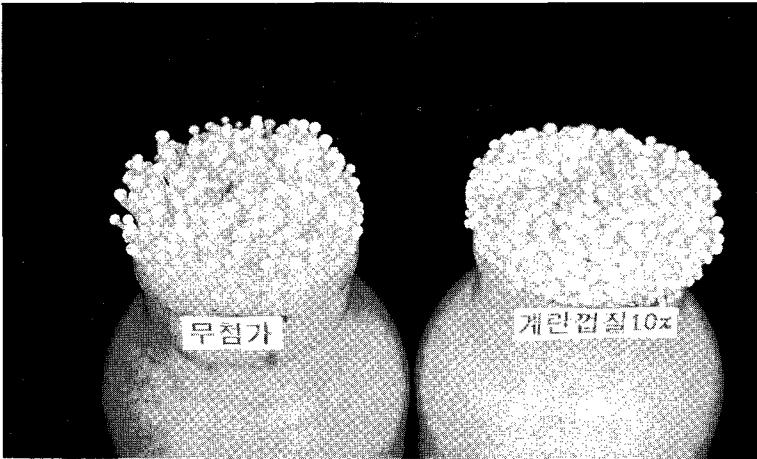
---

□ 계란껍질 이용에 관한 연구

# 계란껍질 첨가배지가 팽이버섯의 군사생장과 자실체 에 미치는 영향



정 종 천



▲ 팽이버섯 발생 비교

팽이버섯의 인공재배를 위한 연구는 1958년 일본(岩出, 1958)에서 본격적으로 시작되었으며 그 후 우량균사배양, 배지제조를 위한 최적 톱밥의 종류(윤, 1971, 1973, 1975)와 미강 등 영양원첨가량(윤, 1971; 장, 1976; 이, 1991) 등에 관한 배지선택이 이루어지게 되었다. 그 후 인공재배가 확대되면서 다수확을 위한 균사 생장 및 자실체형성에 미치는 산도(pH), C/N을 등에 관한 연구가 이루어지게 되었다(申村 등, 1971; 박등, 1978).

이와 같은 각종 연구결과는 야생되는 버섯을 대량 인공재배 시키는데 많은 기여를 하였다. 그러나 현재와 같이 품질을 고급화시키고 다수확을 위하여는 우량배지 조성의 기본이 되는 첨가제가 매우 큰 역할을 하게 되므로 이에 관한 개발의 중요성이 대두되게 되었다. 지금까지 연구된 결과에 의하면 주 재료로서의 미송 톱밥에 첨가재료로서는 미강이 가장 우수하였다.

본 시험에서는 이 보다 증수할 수 있는 우량 첨가제를 개발하기 위하여 우리나라에서 산출

되는 각종 산업부산물에서 다수확 가능성이 높은 몇 가지를 선택하여 이들의 첨가시험을 실시한 결과 부화장에서 폐기되는 계란껍질을 활용한 처리에서 버섯의 품질향상은 물론 다수확도 가능하게 되었으므로 이에 관한 일련의 시험결과를 보고 하고자 한다.

## 2. 재료 및 방법

### 1) 공시균주

본 시험에 사용된 공시균주는 농업과학기술원 응용미생물과의 보존균주 중 ASI 4031(팽이버섯 2호)를 PDA배지에 이식하여 증식하면서 사용하였다.

### 2) 공시재료

주재료로서 공시한 미송톱밥은 6개월 정도 야적하여 사용하였고 첨가제로서는 신선하게 건조된 미강을 모든 처리에 동일량을 첨가한 후 부화장에서 부산물로 산출되는 계란껍질을 건조하여 고속톱밥체로 5~10mm 정도 거칠게 부수어 팽이버섯 병재배용 배지재료로 사용하였다.

### 3) 재료의 성분분석

이화학성 분석을 위한 시료는 운반 즉시 80℃ 열풍건조기에서 48시간 건조하여 수분함량은 건조법으로 측정하였고 pH는 건조시료 5g을 증류수 25cc에 30분간 침지시킨 후 pH측정기(ORION model-811)로 측정하였으며 진비

중은 비중병 측정법으로, 유기물과 전탄소는 회화법으로, 전질소는 켈달법으로,  $P_2O_5$ (인산)는 비색법으로  $K_2O$ (칼리),  $CaO$ (칼슘),  $MgO$ (마그네슘)는 원자흡광분석법으로 분석하였다(김, 1985).

#### 4) 배지의 물리성 조사

입병후 공시배지의 수분함량과 가비중을 측정하기 위하여 처리별로 배지의 병당 평균무게를 구하고 열풍건조기로  $80^{\circ}C$ 에서 48시간 건조시켜 건물무게를 구하여 배지수분함량을 계산하였으며 가비중은 배지의 건물무게(g)를 PP병의 용량 850(cc)으로 나누어서 산출하였다.

#### 5) 배지조제

계란껍질은 5~10mm로 분쇄한 후 미송톱밥에 부피비율(v/v)로 각각 5%, 10%, 15%, 20%, 30%, 40%씩 혼합시킨 다음 이들 재료를 기준하여 미강을 25%(v/v)씩 첨가하여 균일하게 혼합하였다. 배지의 수분함량을 65%로 조절한 다음 자동입병기를 사용하여 내열성 PP병(직경이 52mm, 부피가 850ml)에 각 처리별로 32병씩 입병하여 배지 중앙에 직경 15mm의 구멍을 뚫은 후 마개를 닫아 90분간 고압살균하였다.

#### 6) 균사배양 및 자실체 형성

살균된 배지가  $18^{\circ}C$  정도로 식은 후 미리 배양한 균균을 10~12g 정도씩 접종하여  $18^{\circ}C$ 에 배양하면서 배양완성일수를 조사하였다. 배양



▲고속톱밥체로 계란껍질분쇄·선별작업 광경

이 끝난 배지는 균균기를 하여  $14^{\circ}C$ 로 조절된 발이실에서 초발이소요일수를 조사하고 버섯이 5~8mm 정도 자랐을 때  $3\sim 4^{\circ}C$ 에서 7~8일간 억제시키면서 버섯의 발생을 고르게 하였다. 그후 생육실로 옮겨 버섯이 병위로 2cm정도 자랐을 때 종이봉지를 씌워서  $7\sim 8^{\circ}C$ 에서 수확기까지 생육시켰다. 버섯은 갓이 피기전에 수확하여 병당 수량과 자실체 특성을 조사하였으며 수확 후 배지의 성분분석을 위해 수확이 완료된 배지를 건조시켜 사료로 사용하였다.

### 3. 결과 및 고찰

#### 1) 배지재료의 산출량과 활용상황

본 시험에 공시재료로서 사용한 각종 부산물의 연간 산출량을 조사하기 위하여 원료소비량과 제조공정별로 산출되는 부산물 생성비율을 기본으로 다음과 같이 추정하였다(표1). 톱밥 생성량은 '93목재수급량(산림청, 1994) 9,319천 $m^3$ 를 기본으로 하여 톱밥발생율(農林省林業

**표 1. 팽이버섯 배지재료로서의 산업부산물  
산출량과 처리상황('93)**

배지재료	생성공정	연간산출량	처리상황	재활용상황
미송톱밥	제 재	120만㎥	위탁처리	퇴비, 축사깔짚
미 강	도 정	38만톤	납 품	현미유생산, 사료
계란껍질	부 화	2천톤	자체소각	-

시험장, 1958) 13%로 환산하였으며 미강산출량은 연간 미곡생산량(농림수산부, 1994) 4,750천M/T 중의 8%를 적용(김, 1992)하였고, 계란껍질은 개당 난각무게(이, 오, 1991) 6.1g을 적용하여 연간 약 3억개의 부화용 계란에서 2천톤이 산출되는 것을 알 수 있었다.

톱밥은 목재의 제재시에 부산물로서 생성되며 현재는 용도가 다양화되어 축사깔짚, 퇴비제조, 번개탄 제조 등에 사용되고 있어 수요가 확대되고 있는 실정이다. 버섯재배에 소요되는 톱밥은 축산농가나 원예농가 등과 경합되고 있는데 이 보다는 톱밥을 1차적으로 버섯재배에 이용하고 난후 생성된 폐톱밥을 2차적으로 원예농가의 퇴비로 재활용한다면 더 바람직할 것이다. 미강은 사료, 착유 등 용도가 다양하여 수요보다 공급이 부족한 상태에 있다. 미강은 도정공장의 경우 현미유 착유공장에 주로 납품하고 있어서 팽이버섯 재배농가는 인근 소규모 도정공장에서 수시로 직접구입하고 있으며 구입가격이 고가이며 지역에 따라 차이가 심하다.

**표2 배지재료의 화학적 특성**

배지재료	pH (1:5)	진비중	유기물 (%)	탄 소 (%)	질 소 (%)	C/N율	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (ppm)	K <sub>2</sub> O (%)	CaO (%)	MgO (%)
미송톱밥	5.1	1.56	99.2	57.5	0.06	958	30	0.05	0.22	0.02
미 강	6.3	1.38	89.8	52.1	2.21	24	178	1.78	0.08	0.46
계란껍질	6.8	2.31	35.6	20.7	0.81	25	2530	0.13	44.37	0.62

부화장 부산물인 계란껍질은 사료첨가물로 일부 활용되었으나 살모넬라균의 증식이 염려되어 현재는 재활용되지 못하고 거의 전량을 소각하고 있다. 그러나 팽이버섯 재배의 경우에는 배지를 121℃로 고압살균하는 과정이 있기 때문에 세균오염으로 인한 피해는 염려되지 않으리라고 본다.

## 2) 재료의 성분분석

시료 수집시 재료의 수분함량은 톱밥 45%, 미강 10%, 계란껍질 22%로서 공시된 재료는 취급하는데 불편이 없고 버섯 배지제조에도 편리하였다. 산도는 미송톱밥의 pH5.1에 비하여 미강은 pH6.3, 계란껍질이 pH6.8로 높았고 진비중은 톱밥이 1.56, 미강 1.38인데 비하여 계란껍질이 2.31로서 아주 낮았다. 이는 팽이버섯 재배시 최적 C/N율이 30이라고 한(윤, 1978) 것에 비하면 톱밥은 너무 높고 미강과 계란껍질은 낮기 때문에 이들을 단독으로 사용하기에는 부적합하며 각각을 적당한 비율로 혼합하여 사용해야 될 것으로 볼 수 있다. 탄소, 질소는 미강에 비하여 계란껍질이 낮았고, 인과 칼슘성분은 계란껍질이 미강보다 월등히 높았다(표 2). 특히 부화장 부산물인 계란껍질에는 난각과 난각만 뿐만 아니라 깨진 무정란의 난황 및 난백과 섞여 있는 상태로서 단백질소와 인의 성분이 높은 것으로 생각된다. 따라

**표3. 계란껍질 첨가비율에 따른 팽이버섯 톱밥 배지의 물리성 변화**

계란껍질 첨가비율 (v/v, %)	수분함량 (%)	건물중 (g/병)	가비중 (g/cc)	배지내 3상		
				고상	액상	기상
0	65	210	0.25	16	39	45
5	64	224	0.26	17	46	37
10	63	245	0.29	18	49	33
15	61	251	0.30	19	47	34
20	60	281	0.33	20	50	30
30	57	288	0.34	20	45	35

\* 기본배지 : 미송톱밥+미강 52% (부피비율)

**표4. 계란껍질 첨가량이 팽이버섯 자실체에 미치는 영향**

구 분	계란껍질 첨가비율 (v/v, %)					
	0	5	10	15	20	30
대길이 (cm) <sup>a</sup>	12.7	12.8	12.9	12.8	12.0	11.8
대직경 (mm) <sup>b</sup>	3.2	3.5	2.6	2.9	3.9	3.7
갓직경 (mm) <sup>b</sup>	9.4	9.3	8.9	9.2	9.8	10.0
유효경수 <sup>d</sup>	195	227	213	223	169	165

LSD(0.05) = <sup>a</sup>0.96 <sup>b</sup>0.52 <sup>c</sup>1.47 <sup>d</sup>39.35

서 기존의 미송톱밥과 미강만을 혼합하는 것보다 이에 계란껍질을 첨가하면 인과 칼슘성분이 높게 유지되어 버섯생육을 촉진시킬 수 있는 성분으로 작용할 수 있을 것으로 판단되나 이에 대해서는 계속 규명되어야 할 것이다.

### 3) 배지의 물리성 조사

톱밥배지 조제시 계란껍질 첨가비율에 따른 배지의 수분함량은 기본배지가 65%인데 비하여 계란껍질 첨가량이 많아질수록 낮아져 계란껍질 30%첨가 시에는 57%까지 되었다. 계란껍질은 진비중이 높기 때문에(표 2) 병내 3상 분포중 액상은 증가되는 경향이거나 첨가량이

20%이상일 때는 입병량이 불균일하여 오히려 감소되었다(표 3).

한편 팽이버섯 재배에 가장 알맞은 3상을 조사한 결과 그림 1과 같이 수량이 높은 배지는 고상이 17~19%, 액상 46~49%, 기상 33~37%의 범위였고 이 범위를 벗어난 처리는 수량 및 품질이 낮은 것으로 나타났다(그림 1, 표4). 따라서 배지조제시 적정3상 유지하기 위하여는 계란껍질을 5~15%첨가함으로써 물리성을 개선할 수 있다.

### 4) 버섯 생육에 미치는 영향

계란껍질의 첨가량이 증가할수록 배양완성 기간은 대조구의 21일에 비하여 1~2일 더 소요되었으나 초발이 소요일수는 대조구의 10일과 같거나 1일 단축되었다. 수량은 계란껍질 5~20% 첨가시 대조구의 122g보다 15~23% 증가하는 경향이었으며 15%첨가구가 병당 평균수량이 151g으로 가장 높았다(그림 1).

수확시에 자실체의 특성을 조사한 결과(표4) 계란껍질 5~15%첨가시 대길이는 12.8cm 내외, 대직경이 3mm, 갓직경이 9mm정도로 무첨가구와 비슷하였으며 유효경수는 220개 내외로 무첨가구의 195개 보다 많았다. 그러나 계란껍질 20%이상 첨가시에는 대길이가 12cm이하로 비교적 짧았고 유효경수도 170개 이하로서 적었으며 대직경은 4mm정도로 굵고 갓직경도 10mm정도로서 비교적 크게 되었다. 따라서 그림 1과 표 4에서 계란껍질 5~15%첨가시 팽이버섯 수량이 많고 품질도 좋은 경향이 있었다.

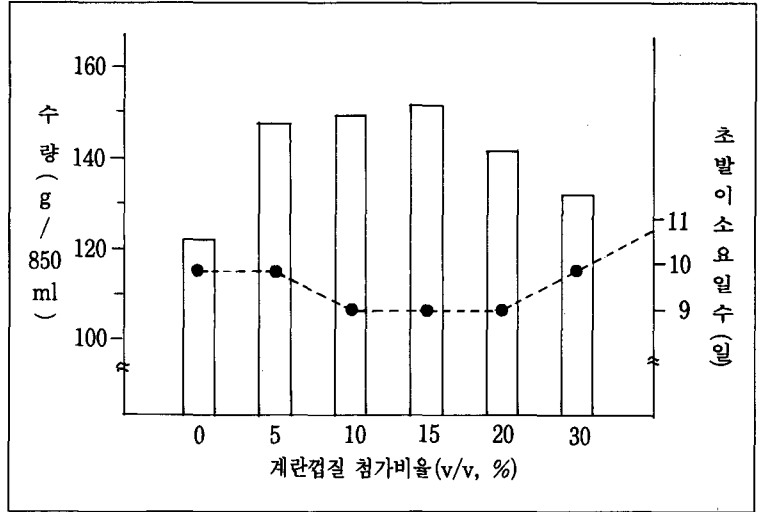
계란껍질 첨가배지의 살균전과 팽이버섯 재배후 배지의 성분을 분석하여 비교해 본 결과

계란껍질 첨가구에서는 수확후의 배지 pH가 약간 높아지는 경향을 나타내었고 유기물, 탄소 및 인, 칼리, 칼슘은 그 비율이 낮아지는 반면에 질소, 마그네슘은 높아지는 경향을 보였으나 무첨가구에서는 오히려 반대의 경향도 있었다(표 5).

배지제조시에 톱밥배지에 계란껍질을 첨가하면 인과 칼슘성분이 높아질 것으로 추정(표 2)한 바와 같이 첨가비율에 따라 칼슘 함량이 0.53%에서

0.62~0.78%로 높아졌으며 수확후의 폐톱밥에서는 칼슘성분이 감소된 것으로 보아 이들 성분은 버섯 재배중에 흡수 이용된 것으로 생각된다.

탄산칼슘이 팽이버섯에 미치는 영향에 대하여는 첨가효과의 유무에 있어서 두 갈래의 보고가 있다. 脇田(1961)은 탄산칼슘이 균사의 대사물질로서 자실체의 생장에 유해한 암모니아나 수산을 중화시킬 수 있어 버섯 생육에 촉



〈그림 1〉 팽이버섯 톱밥배지의 계란껍질 첨가 효과

진적인 역할을 할 수 있다고 하였고 古内(1967)도 탄산칼슘이 미강의 오레인산을 중화시키기 때문에 균사생장을 촉진하고 자실체수량도 증가시킨다고 한 반면에 윤(1969)은 탄산칼슘 0.3%첨가시 균사생장에 영향이 없었고 탄산칼슘 0.3%와 질산칼리 0.2%를 혼합첨가시 균사생장은 촉진하였으나 이들 모두 자실체수량에는 영향이 없었다고 하였으며 장(1975)도 탄산칼슘 첨가수준이 균사생장 촉진효과는

**표 5. 팽이버섯 재배전후 계란껍질첨가 배지의 화학적 특성 비교**

계란껍질첨가 비율 (%)	pH (1:5)	유기물 (%)	전 탄소 (%)	전 질소 (%)	C/N율	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (ppm)	K <sub>2</sub> O (%)	CaO (%)	MgO (%)
살									
0	6.0	87.7	50.9	0.90	57	27	0.24	0.53	0.41
10	5.3	84.6	49.1	1.31	37	221	0.26	0.62	0.56
20	5.8	77.4	44.9	1.53	29	376	0.37	0.65	0.81
30	5.3	73.7	42.8	1.09	39	532	0.25	0.78	0.58
수									
확									
후									
0	5.5	88.3	51.2	1.20	43	Tr	0.29	0.37	0.79
10	5.7	83.1	48.2	1.22	40	47	0.26	0.42	0.75
20	5.8	75.0	43.5	1.34	32	169	0.23	0.47	0.70
30	5.9	72.9	42.3	1.28	33	304	0.25	0.59	0.82



▲ 부화장 부산물 계란껍질(분쇄전)



▲ 고속토팁체로 분쇄된 계란껍질

있었으나 자실체수량에는 영향이 없었다고 보고하였다.

본 시험에서는 표 5에서 보는 바와 같이 수확전의 비교적 많은 칼슘성분이 수확후에는 상당히 감소된 것으로 보아 팽이버섯 생육시 일정량의 칼슘이 필요한 것으로 생각되어 전자의 연구자와 같이 탄산칼슘의 첨가효과가 큰 것으로 판단된다.

#### 4. 요약

팽이버섯은 최근에 생산과 소비가 촉진되어 재배면적이 급증하고 있는데 이에 소요되는 재배용 톱밥배지 제조시에 부화장 부산물인 계란껍질의 첨가효과를 구명하기 위하여 몇가지 시험을 수행한 결과를 요약하면 다음과 같다.

1. 배지재료의 화학적 성질 중 계란껍질은 전탄소 20.7%, 전질소 0.81%이고 인과 칼슘함량은 2,530ppm과 44.37%로 톱밥보다 많았다.

2. 배지재료 배합시 계란껍질을 첨가하면서 균사생장 및 초발이 소요일수는 무처리구와 차이가 없었으나 수량이 증수되는 경향이었으며 특히 계란껍질을 15% 첨가할 때 자실체수량이 23%정도 증수되었다. 그러나 20%이상 첨가시는 수량이 감소되는 경향이 있다.

3. 팽이버섯 품질은 계란껍질 5~15%첨가시 버섯 대길이 12.8cm, 대직경 3mm, 갓직경 9mm로 무첨가구와 비슷하였으나 유효경수는 무처리구보다 11% 많았다.

4. 톱밥배지 제조시 계란껍질을 15%까지 첨가하면 배지의 물리성이 개선되고 인과 칼슘함량이 높아지고 자실체 수량과 품질이 향상되었다. 양계