

계란껍질 添加培地가 팽이버섯의 菌絲生長과 子實體에 미치는 影響

鄭鍾千* · 金光布 · 金漢慶 · 金永昊 · 車東烈 · 鄭鳳九¹

農業科學技術院 應用微生物科

¹忠北大學校 農生物學科

Effects of Addition of Eggshell to Sawdust Substrate on the Growth and Development of Winter Mushroom, *Flammulina velutipes*

Jong-Chun Cheong*, Gwang-Po Kim, Han-Kyung Kim, Young-Ho Kim,
Dong-Yeul Cha and Bong-Koo Chung¹

Division of Microbiology, Agricultural Science and Technology Institute, R.D.A., Suweon, Korea 441-707

¹Department of Agrobiolgy, Chungbuk University, Chungbuk 360-763, Korea

ABSTRACT: The effects of addition of eggshell to sawdust substrate for the growth of *F. velutipes* were investigated. Eggshell used in this study contained 20.7% C, 0.81% N, 2530 ppm P₂O₅, and 44.37% Ca. The addition of eggshell resulted in the increase in bulk density and decrease of moisture content of the substrate. The addition of eggshell significantly increased the yield of the mushroom fruitbody. The addition rate of 15% (v/v), by 25% and at the rates of 5% and 10%, about 20%. Although the addition of eggshell to substrate did not improve the quality of mushroom, it increased the number of effective stipes as compared to control plot; approximately 13% more than in the control plot.

KEYWORDS: *Flammulina velutipes*, eggshell, sawdust media

팽이버섯(*Flammulina velutipes*)은 Tricholomataceae科에 속하는 식용버섯으로 우리나라를 비롯하여 전세계적으로 널리 分布되어 있으며 최근에는 抗癌效果가 밝혀지고(우, 1982; 田中, 1985) 비타민 B, C가 풍부함이 알려지면서 消費者들에게서 많은 인기를 얻게 되었다.

팽이버섯은 팽나무(*Celtis sinensis* Pers.), 아카시아(*Robinia pseudoacacia* L.) 등 闊葉樹의 枯死木에서 이른 봄과 늦가을에 자연적으로 發生되는 것을 볼 수 있다. 버섯의 모양은 콩나물과 비슷하게 갓이 작고 줄기는 길게 다발형으로 叢生하는 特性이 있으며 10~12°C의 低溫에서 生育이 良好하다.

현재는 瓶을 이용한 大量人工栽培法이 개발되어 우리 나라에서도 90여개 농장에서 매일 6톤 정도

生産되어 국내에서 消費되고 있다.

팽이버섯의 人工栽培를 위한 研究는 1958년 日本(岩出, 1958)에서 本格的으로 시작되었으며 그 후 優良菌絲培養, 培地製造를 위한 最適 培養의 종류(윤, 1971, 1973, 1975)와 米糠 등 營養源添加量(윤, 1971; 장, 1976; 이, 1991) 등에 관한 培地選擇이 이루어지게 되었다. 그 후 人工栽培가 擴大되면서 多收穫을 위한 菌絲生長 및 子實體形成에 미치는 酸度(pH), C/N을 등에 관한 研究가 이루어지게 되었다(中村 등, 1971; 박 등, 1978).

이와 같은 各種 研究結果는 野生되는 버섯을 大量人工栽培 시키는데 많은 기여를 하였다. 그러나 현재와 같이 品質을 高級化시키고 多收穫을 위하여는 優良培地 조성의 基本이 되는 添加劑가 매우 큰 역할을 하게 되므로 이에 관한 開發의 重要性이 대두되게 되었다. 지금까지 研究된 結果에 의하면

*Corresponding author

主材料로서의 각종 톱밥에 添加材料로서는 미강이 가장 우수하였다.

本 試驗에서는 이보다 增收할 수 있는 優良 添加劑를 개발하기 위하여 우리나라에서 產出되는 各種 産業副產物에서 多收穫 可能性이 높은 몇 가지를 選擇하여 이들의 添加 試驗을 실시한 결과 養鷄 孵化場에서 廢棄되는 계란껍질을 活用한 處理에서 버섯의 品質向上은 물론 多收穫도 可能하게 되었으므로 이에 관한 일련의 試驗結果를 報告하고자 한다.

材料 및 方法

供試菌株

本 試驗에 사용된 供試菌株는 農業科學技術院 應用微生物科의 保存菌株 중 AST 4031(팽이 2호)를 PDA 배지에 移植하여 增殖하면서 使用하였다.

供試材料

主材料로서 供試한 미송톱밥은 6개월 정도 野積하여 사용하였고 添加劑로서는 신선하게 乾燥된 미강을 모든 처리에 동일량을 添加한 후 孵化場에서 副產物로 산출되는 계란껍질을 乾燥하여 5~10 mm 정도로 거칠게 부수어 팽이버섯 병재배용 배지재료로 사용하였다.

材料의 性分析

理化學性 分析을 위한 試料는 運搬 즉시 80°C 熱風乾燥機에서 48시간 건조하여 水分含量은 乾燥法으로 測定하였고 pH는 乾燥試料 5g을 蒸溜水 25 cc에 30분간 浸漬시킨 후 pH-Meter(ORION model-811)로 測定하였으며 眞比重은 比重瓶 測定法으로, 有機物과 全炭素는 灰化法으로, 全窒素는 켈달법으로, P₂O₅는 比色法으로, K₂O, CaO, MgO는 原子吸光分析法으로 分析하였다(김, 1985).

培地의 物理性 調査

入瓶後 供試培地의 水分含量과 假比重을 測定하기 위하여 처리별로 배지의 병당 平均무게를 구하고 熱風乾燥機로 80°C에서 48시간 乾燥시켜 乾物무게를 구하여 培地水分含量을 계산하였으며 假比重은 培地의 건물무게(g)를 PP병의 容量 850(cc)으로 나누어서 산출하였다.

培地調製

계란껍질은 5~10 mm로 분쇄한 후 미송톱밥에 부피비율(v/v)로 각각 5%, 10%, 15%, 20%, 30%씩 혼합시킨 다음 이들 材料를 기준하여 미강을 25% (v/v)씩 添加하여 균일하게 혼합하였다. 培地의 水分含量을 65%로 조절된 다음 自動入瓶機를 사용하여 耐熱性 PP병(瓶口直徑이 52 mm, 부피가 850 ml)에 각 處理別로 32병씩 入瓶하여 培地 중앙에 直徑 15 mm의 구멍을 뚫은 후 마개를 닫아 90분간 高壓殺菌하였다.

菌絲培養 및 子實體 形成

殺菌된 培地가 18°C 정도로 식은 후 미리 培養한 種菌을 10~12 g 정도씩 接種하여 18°C에 培養하면서 培養完成日數를 調査하였다. 배양이 끝난 배지는 균급기를 하여 14°C로 조절된 발이실에서 初發茸所 要日數를 調査하고 버섯이 5~8 mm 정도 자랐을 때 3~4°C에서 7~8일간 억제시키면서 버섯의 발생을 고르게 하였다. 그 후 生育室로 옮겨 버섯이 병위로 2 cm 정도 자랐을 때 종이봉지를 씌워서 7~8°C에서 收穫期까지 생육시켰다. 버섯은 갓이 피기 전에 수확하여 병당 收量과 子實體 特性을 調査하였으며 수확 후 培地의 成分分析을 위해 收穫이 완료된 배지를 건조시켜 試料로 사용하였다.

結果 및 考察

培地材料의 產出量과 活用狀況

本 試驗에 供試材料로서 사용한 各種 副產物의 年間 產出量을 調査하기 위하여 原料消費量과 製造 工程別로 산출되는 副產物 生成比率을 기본으로 다음과 같이 推定하였다(Table 1). 톱밥생성량은 '93木材需給量(山林廳, 1994) 9,319천 m³를 기본으로 하여 톱밥발생율(農林省林業試驗場, 1958) 13%로 換算하였으며 米糠產出量은 年間 米穀生產量(農林水產部, 1994) 4,750천 M/T 중의 8%를 적용(김, 1992)하였고, 계란껍질은 개당 卵殼무게(이, 오, 1991) 6.1 g을 적용하여 연간 약 3억개의 孵化卵에서 2천톤이 產出되는 것을 알 수 있었다.

톱밥은 木材의 製材時에 副產物로서 생성되며 현재는 용도가 다양화되어 畜舍糞질, 堆肥製造, 泥炭 제조 등에 사용되고 있어 需要가 擴張되고 있는

Table 1. Production and recycling of industrial by-products applicable for mushroom substrate in Korea ('93)

Substrate	Production process	Annual production	Disposal	Reutilization
Sawdust	Wood processing	1,200,000 m ³	Consignment	Compost, Hog barn spread
Ricebran	Rice milling	380,000 M/T	Delivered goods	Oil extraction, Feed additive
Eggshell	Chicken hatching	2,000 M/T	Incineration	-

Table 2. Chemical properties of the materials used for the preparation of mushroom substrate.

Substrate	pH (1 : 5)	True density	O.M. (%)	T-C (%)	T-N (%)	C/N ratio	P ₂ O ₅ (ppm)	K ₂ O (%)	CaO (%)	MgO (%)
Sawdust	5.1	1.56	99.2	57.5	0.06	958	30	0.05	0.22	0.02
Ricebran	6.3	1.38	89.8	52.1	2.21	24	178	1.78	0.08	0.46
Eggshell	6.8	2.51	35.6	20.7	0.81	25	2530	0.13	44.37	0.62

O.M.: Organic Matter

실정이다. 버섯재배에 소요되는 톱밥은 畜産農家나 園藝農家 등과 競争되고 있는데 이 보다는 톱밥을 1차적으로 버섯재배에 이용하고 난후 생성된 폐톱밥을 2차적으로 원예농가의 堆肥로 再活用한다면 더 바람직할 것이다.

米糠은 飼料, 搾油 등 用途가 다양하여 需要보다 供給이 부족한 상태에 있다. 米糠은 搗精工場의 경우 玄米油 搾油工場에 주로 納品하고 있어서 팽이버섯 栽培農家は 隣近 小規模 搗精工場에서 隨時로 직접 구입하고 있으며 購入價格이 高價이며 지역에 따라 차이가 심하다.

孵化場 副産物인 계란껍질은 飼料添加物로 活用되었으나 살모넬라균의 증식이 염려되어 현재는 再活用되지 못하고 거의 全量을 燒却하고 있다. 그러나 팽이버섯 재배의 경우에는 培地를 121°C로 高壓殺菌하는 過程이 있기 때문에 細菌汚染으로 인한 被害는 염려되지 않으리라고 본다.

材料의 成分分析

試料 蒐集時 材料의 水分含量은 톱밥 45%, 미강 10%, 계란껍질 22%로서 供試된 材料는 淸淨하는데 불편이 없고 버섯 배지제조에도 편리하였다. 산도는 미송톱밥의 pH 5.1에 비하여 미강은 pH 6.3, 계란껍질이 pH 6.8로 높았고 眞比重은 톱밥이 1.56, 미강 1.38인데 비하여 계란껍질이 2.51로서 높았다. 톱밥의 C/N율은 958로서 매우 높은 반면 미강과 계란

껍질은 각각 24, 25로 아주 낮았다. 이는 팽이버섯 재배시 最適 C/N率이 30이라고 한(윤, 1978) 것에 비하면 톱밥은 너무 높고 미강과 계란껍질은 낮기 때문에 이들을 단독으로 사용하기에는 否適合하며 각각을 적당한 비율로 혼합하여 사용해야 될 것으로 볼 수 있다. 炭素, 窒素는 미강에 비하여 계란껍질이 낮았고, 인과 칼슘성분은 계란껍질이 미강보다 월등히 높았다(Table 2). 특히 孵化場 副産物인 계란껍질에는 卵殼과 卵殼膜 뿐만 아니라 깨진 無精卵의 卵黃 및 卵白과 섞여 있는 상태로서 蛋白態窒素와 磷의 성분이 높은 것으로 생각된다. 따라서 기존의 미송톱밥과 미강만을 혼합하는 것보다 이에 계란껍질을 添加하면 인과 칼슘성분이 높게 유지되어 버섯생육을 촉진시킬 수 있는 성분으로 작용할 수 있을 것으로 판단되나 이에 대해서는 계속 규명되어야 할 것이다.

培地의 物理性 調査

톱밥배지 調製時 계란껍질 添加比率에 따른 배지의 水分含量은 基本培地가 65%인데 비하여 계란껍질 添加量이 많아질수록 낮아져 계란껍질 30% 첨가 시에는 57%까지 되었다. 계란껍질은 眞比重이 높기 때문에(Table 2) 병내 三相分布중 液相은 증가되는 경향이나 添加量이 20% 이상일 때는 入瓶量이 불균일하여 오히려 감소되었다(Table 3).

한편 팽이버섯 재배에 가장 알맞은 三相을 調査한

Table 3. Change of physical properties of sawdust substrate after the addition of eggshell at different rates.

Eggshell rate (v/v, %)	Moisture content (%)	Material wt. (g/bottle)	Bulk density	Three phases combination		
				Solid	Liquid	Air
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

*Basic medium: *Pinus sawdust*+Ricebran 25% (v/v)

Table 4. Effect of addition of eggshell to substrate on the characteristics of fruitbody of *F. velutipes*.

Fruitbody	Rate of eggshell (v/v, %)					
	0	5	10	15	20	30
Length of stipes (cm) ^{a)}	12.7	12.8	12.9	12.8	12.0	11.8*
Diameter of stipes (mm) ^{b)}	3.2	3.5	2.6*	2.9	3.9*	3.7*
Diameter of pileus (mm) ^{c)}	9.4	9.3	8.9	9.2	9.8	10.0
Number of effective stipes ^{d)}	195	227	213	223	169	165

LSD(0.05)=^{a)}0.96 ^{b)}0.52 ^{c)}1.47 ^{d)}39.35

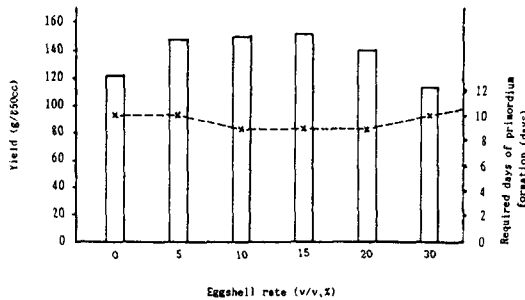


Fig. 1. Effect of eggshell added into sawdust substrates on growth and development of *F. velutipes*.

결과 收量이 높은 培地는 固相이 17~19%, 液相 46~49%, 氣相 33~37%의 범위였고 이 範圍를 벗어난 처리는 收量 및 品質이 낮은 것으로 나타났다 (Fig. 1, Table 4). 따라서 培地調製시 適正三相을 유지하기 위하여는 계란껍질을 5~15% 첨가함으로써 物理性を 개선할 수 있었다.

버섯 生育에 미치는 영향

계란껍질의 添加量이 增加할수록 培養完成期間은 對照區의 21일에 비하여 1~2일 더 소요되었으나 初發茸所要日數는 對照區의 10일과 같거나 1일 短縮되었다. 收量은 계란껍질 5~20% 添加時 對照區의 122 g보다 15~23% 增加하는 傾向이었으며 15% 첨가구가 병당 平均收量이 151 g으로 가장 높았다 (Fig. 1).

收穫時에 子實體의 特性을 조사한 結果(Table 4) 계란껍질 5~15% 첨가시 대길이는 12.8 cm 내외, 대직경이 3 mm, 갓직경이 9 mm 정도로 無添加區와 비슷하였으며 有效莖數는 220개 내외로 無添加區의 195개 보다 많았다. 그러나 계란껍질 20% 이상 添加時에는 대길이가 12 cm 이하로 비교적 짧았고 有效莖數도 170개 이하로서 적었으며 대직경은 4 mm 정도로 굵고 갓직경도 10 mm 정도로서 비교적 크게 되었다. 따라서 Fig. 1과 Table 4에서 계란껍질 5~15% 첨가시 팽이버섯 收量이 많고 品質도 좋은 傾向이었다.

Table 5. Comparison of chemical properties of substrate before and after the cultivation of mushroom under different treatments.

Eggshell rate (%)	pH (1 : 5)	O.M. (%)	T-C (%)	T-N (%)	C/N ratio	P ₂ O ₅ (ppm)	K ₂ O (%)	CaO (%)	MgO (%)
BI 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	0.55
30	5.3	73.7	42.8	1.09	39	532	0.25	0.78	0.58
AH 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

BI: Before Inoculation, AH: After Harvesting, O.M.: Organic Matter

계란껍질 添加培地の 殺菌前과 팽이버섯 栽培後 培地の 成分을 分析하여 比較해 본 結果 계란껍질 添加區에서는 收穫後의 培地 pH가 약간 높아지는 傾向을 나타내었고 유기물, 탄소 및 인, 칼리, 칼슘은 그 비율이 낮아지는 반면에 질소, 마그네슘은 높아지는 경향을 보였으나 無添加區에서는 오히려 반대의 경향도 있었다(Table 5).

培地製造時에 톱밥배지에 계란껍질을 添加하면 인과 칼슘성분이 높아질 것으로 推定(Table 2)한 바와 같이 첨가비율에 따라 칼슘함량이 0.53%에서 0.62~0.78%로 높아졌으며 收穫後의 폐톱밥에서는 칼슘성분이 감소된 것으로 보아 이들 성분은 버섯 재배중에 흡수 이용된 것으로 생각된다.

탄산칼슘이 팽이버섯에 미치는 영향에 대하여는 添加效果의 有無에 있어서 兩論이 있다. 脇田(1961)은 탄산칼슘이 菌絲의 代謝産物로서 子實體의 生長에 有害한 암모니아나 수산을 中和시킬 수 있어 버섯 생육에 促進的인 役割을 할 수 있다고 하였고 古内(1967)도 탄산칼슘이 미강의 오래인산을 中和시키기 때문에 菌絲生長을 促進하고 子實體收量도 增加시킨다고 한 반면에 윤(1969)은 탄산칼슘 0.3% 添加時 菌絲生長에 영향이 없었고 탄산칼슘 0.3%와 질산칼리 0.2%를 混合添加時 菌絲生長은 촉진하였으나 이들 모두 子實體收量에는 影響이 없었다고 하였으며 장(1975)도 탄산칼슘 添加水準이 菌絲生長 促進效果는 있었으나 子實體收量에는 影響이 없었다고

報告하였다.

本 試驗에서는 Table 5에서 보는 바와 같이 收穫前의 比較적 많은 칼슘성분이 收穫後에는 상당히 減少된 것으로 보아 팽이버섯 生育時 일정량의 칼슘이 필요한 것으로 생각되어 前者의 研究者와 같이 탄산칼슘의 添加效果가 큰 것으로 판단된다.

摘 要

팽이버섯은 最近에 生産과 消費가 促進되어 栽培面積이 急増하고 있는데 이에 소요되는 栽培用 톱밥培地 製造時에 孵化場 副産物인 계란껍질의 添加效果를 究明하기 위하여 몇 가지 試驗을 수행한 結果를 要約하면 다음과 같다.

1. 培地材料의 化學的 성질 중 계란껍질은 全炭素 20.7%, 全窒素 0.81%이고 인과 칼슘함량은 2,530 ppm과 44.37%로 톱밥보다 많았다.

2. 배지재료 배합시 계란껍질을 첨가하면 菌絲生長 및 初發茸所要日數는 無處理區와 차이가 없었으나 收量이 增收되는 경향이었으며 특히 계란껍질을 15% 첨가할 때 子實體 收量이 23% 정도 增收되었다. 그러나 20% 이상 첨가하는 수량이 감소되는 경향이 있다.

3. 팽이버섯 品質은 계란껍질 5~15% 첨가시 버섯 대길이 12.8 cm, 대직경 3 mm, 갓직경 9 mm로 無處理區와 비슷하였으나 有效莖數는 無處理區보다

11% 많았다.

4. 톱밥배지 製造時 계란껍질을 15%까지 添加하면 培地의 物理性이 改善되고 인과 칼슘함량이 높아 子實體 收量과 品質이 向上되었다.

參考文獻

- 김영배. 1992. 동국대 대학원 박사학위논문. p. 67.
- 김영일. 1985. 비료분석법해설. 중앙문화사. p. 748.
- 농림수산부. 1994. 농림수산주요통계연보, 1994년도: 200-203, 272-277.
- 박용환, 장학길, 고승주, 차동열. 1978. 팽이버섯 병재 배에 관한 연구. 농시연보 제 20집(농업기술편): 129-134.
- 산림청. 1994. 임업통계연보, 제 24호. pp. 409-416.
- 우명식. 1982. 팽나무버섯의 항암성분에 관한 연구(제 1보)-Sarcoma 180에 대한 항암작용. 한국균학회지 10(4): 213-216.
- 윤정구. 1969. 팽이버섯의 인공배지 배양에 관한 연구. 충북대학 논문집 3: 161-171.
- 윤정구. 1971. *Collybia velutipes* 균의 인공배지 배양에 관한 연구-2수종간의 톱밥 배합량과 쌀겨 첨가량의 차이가 *Collybia velutipes* 균의 자실체 형성에 미치는 영향. 충북대학 논문집 5: 143-167.
- 윤정구. 1973. 톱밥배지의 pH가 *Collybia velutipes* 균의 균사발육과 자실체 형성에 미치는 영향. 충북대학 논문집 7: 35-41.
- 윤정구. 1975. 활엽수재에 대한 *Flammulina velutipes* 균의 부후성 검증. 충북대학 논문집 9: 127-133.
- 윤정구. 1978. C/N율의 차이가 *Flammulina velutipes* 균의 균사발육에 미치는 영향. 충북대학 논문집 16: 125-133.
- 이상선. 1991. 전통적인 버섯 배지에서 사용되는 미강의 역할. 한국균학회지 19(1): 47-53.
- 이재근, 오봉국. 1991. 家禽. 향문사. p. 287-290.
- 장학길. 1975. 팽이버섯 재배에 관한 시험. 농시연보(75, 농기연): 109-119.
- 장학길. 1976. 톱밥배지에 대한 영양첨가가 팽이버섯의 생장 및 배지의 화학적 성분 변화에 미치는 영향. 한국균학회지 4(1): 31-44.
- 農林省林業試驗場. 1958. 木材工業ハンドブック. p. 984. 丸善株式會社. 東京.
- 岩出 亥之助. 1958. キノコ類の培養法. pp. 322. 地球出版. 東京.
- 脇田 正二. 1961. エノキタケの生化學的 研究(第6報)-菌絲體無機成分の輕視的 消長. 日本農藝化學會誌 35(6): 579-583.
- 古内 捷人. 1967. エノキタケの栽培法を學んで. 日本菌叢 3: 31-38.
- 中村 克哉, 尾崎 徹, 石井 正一. 1971. エノキタケ栽培に關する二・三の實驗. 日本菌叢 72(2): 17-25.
- 田中 茂男. 1985. ガンを治し, ガンを豫防するエノキタケのすごい效き目. p. 221. 四海 書房.