

## *Armillaria mellea*의 균사배양 및 균사속 생산에 관한 연구

홍재식 · 김명곤 · 소규호\* · 김영회\*\*

전북대학교 식품공학과, \*농업기술연구소, \*\*한국인삼연초연구소

## Studies on the Mycelial Cultivation and the Rhizomorph Production of *Armillaria mellea*

Jai-Sik Hong, Myung-Kon Kim, Gyu-Ho So\* and Young-Hoi Kim\*\*

Department of Food Science & Technology, Chonbuk National University, Chonju 560-756,

\*Institute of Agricultural Science, R.D.A., Suweon 440-707 and

\*\*Korea Ginseng & Tobacco Research Institute, Taejeon 302-345, Korea

**ABSTRACT:** Five strains of *Armillaria mellea* were collected from the forest of Chonbuk province and isolated from the tissue of fruit bodies. Nutritional and environmental characteristics of mycelial cultivation and rhizomorph production of *Armillaria mellea* isolated were determined in sawdust media, woody inocula and soils. The sawdust media of *Styphnolobium japonicum*, *Culhamia simplex*, *Populus monilifera* and *Populus davidiana* were proper for mycelial growth. The ranges of optimum pH, temperature and moisture content for mycelial growth were in the range of 4.5~5.0, ~25°C and 65~70%, respectively. Among the various additives and inorganic salts added, 10% rice bran and 3% CaCO<sub>3</sub> were effective to mycelial growth. The woody inocula of *Styphnolobium japonicum*, *Culhamia simplex*, *Quercus acutissima* and *Quercus variabilis* were proper for rhizomorph production. The ranges of optimum pH, moisture content and temperature for rhizomorph production were in the range of 4.5~4.9, 45~55% (w/w) and 20~24°C, respectively. Distribution of rhizomorphs in soil was varied with depth, but the main concentration occurred in the range of 7.5~12.5 cm. They were rarely found below 25.0 cm.

**KEYWORDS:** *Armillaria mellea*, Mycelial cultivation, Rhizomorph production

뿔나무버섯균(*Armillaria mellea*)은 활엽수에 사물 또는 활물기생하는 목재부후균으로서 세계적으로 널리 분포하며 삼림에 많은 피해를 주는 담자균의 일종으로 특히, 뿔나무재배에 치명적인 피해를 주는 뿔나무균 부후균으로 유명하고 봄과 가을철에 많은 자실체를 균생 또는 속생하는 식용버섯으로도 알려져있다(이 등, 1985). 뿔나무버섯균은 다른 담자균과는 달리 균사속을 형성할 수 있는 특성을 지니고 있으며 난과식물에 속하는 천마(*Gastrodia elata*)와 공생하는 것이 Kusano(1911)에 의하여 밝혀져 인공재배가 불가능한 것으로 알려졌던 천마의 인공재배 가능성이 Lee(1982)에 의하여 시사된 바 있다. 잎과 뿌리가 없는 천마는 뿔나무

버섯균의 균사속으로부터 영양을 공급받아 생육하는 것으로 알려져 있어(Zhang 등, 1980) 천마의 인공재배를 위해서는 뿔나무버섯균에 대한 체계적인 연구가 절실히 요망되고 있다. 그러나 뿔나무버섯균에 관한 연구는 주로 삼림의 병원성(Lopez-real 등, 1975; Redfern, 1978), 분포(Anderson 등, 1979)와 생태학(Anderson 등, 1979; Melin, 1953) 및 형태학(Watling, 1982)적 특성에 관한 연구가 주를 이루고 뿔나무버섯균의 생리적 및 영양적 특성에 관한 연구는 미미한 실정이다. 천마는 간질, 중풍 및 각종 신경계 질환에 특효가 있어 우리나라에서는 옛부터 중요한 한약재로 사용되어왔으나 무분별한 자연채취에 의하여 자생천마의 생산량은 점점 감소하여

수요에 크게 미달되고 있는 실정이다. 따라서 천마의 인공재배를 위해서는 천마 공생균인 *A. mellea*의 대량 배양 공급이 필요하며 이를 위해 균사의 배양조건과 천마의 영양공급로인 균사속의 연구가 무엇보다 시급하다 하겠다. 그러므로 본 연구에서는 천마재배의 체계적인 자료를 얻으 목적으로 톱밥배지에서 *A. mellea*의 배양조건을 검토함과 아울러 *A. mellea* 균사를 나무편에 접종하여 균사속의 생육상태를 검토하여 약간의 결과를 얻었기에 보고하는 바이다.

## 材料 및 方法

### 공시균주

전북지역의 산야에서 채집한 자실체로부터 조직 분리한 5균주의 *Armillaria mellea*를 공시 균주로 사용하였다.

### 균사배양 및 균사생육도 측정

배지의 조제는 톱밥별 시험을 제외하고는 10%의 미강을 첨가한 포플러 톱밥배지를 500 ml용 배양병에 일정량씩 넣어 1.2 kg/cm<sup>2</sup>에서 30분간 살균한 후 일정량의 *A. mellea* 균사를 접종하여 온도 비교실험을 제외하고는 25°C의 온도로 어두운곳에서 56일간 배양하면서 균사의 생육도(mm)를 측정하였다.

### 균사속의 생산

수중별 시험을 제외하고는 참나무편(직경 4.6 cm × 길이 11 cm)을 24시간 수침한 후 배양병에 1개씩 넣고 30분간 살균하여 일정량의 *A. mellea* 균사를 접종한 후 균사가 나무표면에 만연되었을 때 pH 5.0의 멸균된 부식토양(수분 50%, w/w)을 균사배양한 나무편과 배양병 사이에 넣은 다음 25°C 온도로 어두운곳에서 16주간 배양하였다. 그 다음에 배양나무편을 꺼내어 잘 수세한 후 균사속을 분리하여 건조평량

하였다. 이와 같은 실험은 나무종류별, 토양pH별, 토양 수분함량별, 배양본도별로 각각 5반복으로 하였다.

### 토양 중에서 균사속의 수직분포

참나무편(직경 13 cm × 길이 37 cm)을 수침하여 polypropylene film 포에 넣어 30분간 살균한 후 *A. mellea* 균사를 접종하고 25°C의 온도에서 5주간 균사를 활착시켜 물빠짐이 좋고 반그늘 상태이며 pH 5.0인 부식토양에 수직으로 묻어 20주간 균사속을 형성시킨 다음 토양 표면으로부터 2.5 cm 간격으로 형성된 토양 심도별 균사속을 분취하여 수세한 후 건조평량하였다.

## 結果 및 考察

### 분리균주의 특징

전북지역의 산야의 활엽수 그루터기에서 채집한 5균주(A1, A2, A3, A4, A5)의 *A. mellea*의 기주 및 균주의 외관상 특징은 Table I, II와 같다. 5균주 공히 황갈색의 갓과 갓 표면에 뚜렷한 인편 및 턱받이를 모두 지니고 있었으며 채집지역이나 기주에 따른 의향적인 관찰에서는 큰 차이는 볼 수 없었지만 전주 다가산에서 채집한 A4 균주가 갓의 직경과 턱받이에서 다른 균주와 약간의 차이가 있었다.

### 균사배양

각처에서 채집하여 자실체로부터 조직분리한 5균주의 *A. mellea*의 균사생육을 검토코저 톱밥배지의 종류를 달리하여 본 결과 5균주 모두가 회화나무, 벽오동, 포플러, 사시나무, 참나무의 톱밥에서 균사생육이 양호하였고, 은행나무의 경우는 거의 균사가 생육하지 못하였다. 균주별로는 A3가 제일 양호하였고 그 다음으로는 A4였으며, A5는 균사생육이 다소 늦은 편이었다(Table III). 차(1981)는 *A. mellea*가 포플러톱밥에서 균사생육이 양호하였다고 보

Table I. Location, host and habitat of *Armillaria mellea* collected

Specimen	Location	Host	Habitat
A1	Wangreung, Chonju	<i>Quercus acutissima</i>	Caespitose on stump
A2	Campus of CNU	<i>Salix barylonica</i>	Caespitose on stump
A3	Duksan, Jangsu	<i>Quercus</i> sp	Caespitose on stump
A4	Mt. Daga, Chonju	<i>Quercus variabilis</i>	Caespitose on stump
A5	Mt. Gungi, Chonju	<i>Alnus japonica</i>	Caespitose on stump

**Table II.** Morphological characteristics of fruiting bodies of *A. mellea* collected

Specimen	Cap		Annulus	Stipe	
	Diameter (mm)	Scales		Length × diameter (mm)	Shape
A1	32-40	Present	Thin	82 × 6-12	Equal
A2	45-56	Present	Thin	124 × 12-18	Clavate
A3	74-85	Present	Thick	52 × 8-15	Clavatebulbous
A4	44-48	Present	Thin	60 × 8-15	Clavate
A5	65-73	Present	Thin	70 × 8-15	Equal

**Table III.** Effect of various sawdusts on the mycelial growth of *A. mellea*

Sawdusts	Isolates				
	A1	A2	A3	A4	A5
<i>Styphnolobium japonicum</i>	79	77	80	78	75
<i>Culhamia simplex</i>	76	75	78	77	74
<i>Quercus acutissima</i>	73	71	75	74	70
<i>Quercus variabilis</i>	72	70	74	73	69
<i>Castanea crenata</i>	71	70	73	72	68
<i>Alnus japonica</i>	71	69	74	72	68
<i>Salix babylonica</i>	72	70	76	74	69
<i>Robinia pseudacacia</i>	74	73	78	75	71
<i>Populus monilifera</i>	74	75	77	76	73
<i>Populus davidiana</i>	77	76	79	78	75
<i>Picrasma ailanthoides</i>	70	69	73	72	67
<i>Zelkova serrata</i>	73	71	74	74	70
<i>Prunus sachalinensis</i>	63	62	67	64	61
<i>Ginkgo biloba</i>	18	16	24	21	15

Growth ratio (mm/8 weeks)

고한 바 있는데 이는 본 실험과 유사한 경향이였다. 배지톱밥의 입도를 달리하여 톱밥의 입도가 *A. mellea*의 균사생육에 미치는 영향을 검토한 결과 모든 균주에서 0.71 mm 미만의 입도에서는 불량하였으나 그 이상에서는 대체적으로 양호하였다(Table IV). 톱밥의 입도가 적을 수록 균사생육이 저조한 것은 미세한 입자로 인하여 배지의 공극이 줄어들어 공기유통이 불량한데 원인이 있는 것으로 사료되며, 김 등(1981)의 *Ganoderma lucidum*의 균사배양에서 톱밥입도에 큰 영향을 받지 않는다는 보고와는 균주가 다르긴 하지만 차이가 있었다. 이후의 실험은

**Table IV.** Influence of size of sawdust on the mycelial growth of *A. mellea*

Size of sawdust (mm)	Isolates				
	A1	A2	A3	A4	A5
Less than 0.71	66	65	69	67	63
0.71-0.99	75	74	78	77	72
1.0-1.39	77	77	80	79	74
1.4-1.99	77	77	81	79	74
2.0-2.35	74	74	80	77	73
more than 2.36	73	73	77	75	71

Growth ratio (mm/8 weeks)

**Table V.** Influence of pH on the mycelial growth of *A. mellea* in sawdust medium

Initial pH	Isolates				
	A1	A2	A3	A4	A5
4.0	72	71	73	73	69
4.5	78	77	80	78	77
5.0	78	76	79	80	77
5.5	71	69	72	74	70
6.0	64	63	65	67	62
6.5	61	60	64	64	59
7.0	57	58	59	60	55
7.5	53	56	55	55	49

Growth ratio (mm/8 weeks)

포플러톱밥의 입도가 0.71~2.36 mm인 것을 사용하였다. 톱밥배지의 pH를 달리하여 pH가 *A. mellea*의 균사생육에 미치는 영향을 검토한 결과 모든 균주에서 pH 4.5~5.0의 범위에서 균사생육이 양호하였

**Table VI.** Influence of temperature on the mycelial growth of *A. mellea* in sawdust medium

Temperature (°C)	Isolates				
	A1	A2	A3	A4	A5
15	72	71	74	73	70
20	84	84	87	86	82
22	86	84	88	87	84
24	86	84	88	86	84
25	85	84	87	86	83
28	69	67	72	70	66
30	11	-	26	23	-

Growth ratio (mm/8 weeks)

**Table VII.** Effect of moisture content on the mycelial growth of *A. mellea* in sawdust medium

Moisture content (%, w/w)	Isolates				
	A1	A2	A3	A4	A5
50	73	72	75	74	71
55	76	75	77	76	74
60	78	77	79	78	75
65	79	77	80	79	76
70	79	77	80	80	76
75	78	77	79	79	75
80	72	70	73	73	69

Growth ratio (mm/8 weeks)

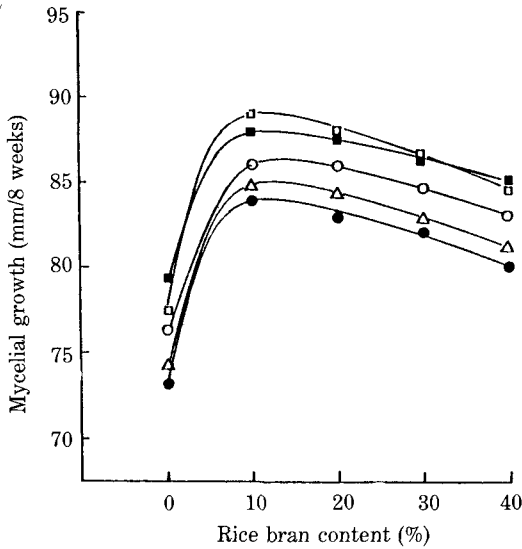
으며 배지의 pH가 산성에서 중성으로 치우칠 수록 균사생육이 현저하게 저하됨을 알 수 있었다(Table V). 차(1981)는 *A. mellea*의 균사생육이 pH 6.2~7.0에서 양호하다고 하였고, 최 등(1983)은 pH 6.0에서 양호하였다고 하였는데 이들 결과에 비해서 본 균주들은 다소 낮은 pH를 요구하고 있음을 알 수 있었다. 배양온도를 달리하여 균사생육에 미치는 영향을 검토한 결과 22~25°C 사이의 온도에서 양호하였고 25°C 이상에서는 급격히 감소되어 28°C에서는 균사생육이 현저하게 저하되었으며 30°C에서는 거의 생육하지 못하였다(Table VI). 그러나 15°C 이하의 온도에서는 완만하지만 균사가 생육할 수 있었다. 이는 Lee(1982)와 최 등(1983)의 합성배지에서 *A. mellea*의 균사생육 최적온도가 27°C라고 한 보고보다 약간 낮은 경향이었으나 Gibson 등

**Table VIII.** Effect of various additives to sawdust medium on the mycelial growth of *A. mellea*

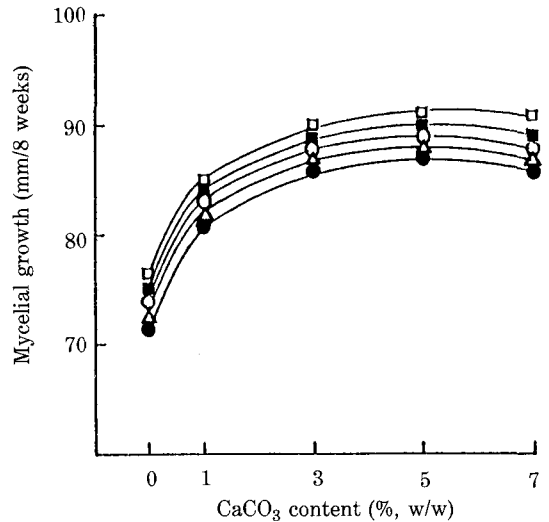
Additives (10%, w/w)	Isolates				
	A1	A2	A3	A4	A5
Cotton seed cake	59	54	60	60	52
Defatted soybean	72	79	75	72	66
Fish meal	69	65	75	73	62
Rice bran	83	75	85	84	81
Starch cake	81	74	84	80	69

Growth ratio (mm/8 weeks)

(1964)의 *A. mellea* 균사생육온도가 21~15°C라는 보고와 차(1981)의 25°C라고 한 보고와는 유사한 경향이였다. 배지의 수분함량을 달리하여 *A. mellea*의 균사생육에 미치는 영향을 검토한 결과 균사생육은 65~70%(w/w) 범위에서 양호하였으며 50%에서는 균사생육이 저조하였고 80% 이상에서는 배양병 밑에 수분이 침수되었는데 이 침수부위에서는 균사가 생육하지 못하였다(Table VII). 차(1981)는 *A. mellea*의 균사생육에 65%의 수분함량이 좋다고 하였는데 이는 본 실험과 유사하였다. 톱밥배지 자체는 영양원이 그리 풍부하지 않기 때문에 영양보강제로써 각종 부원료를 10%(w/w)씩 첨가하여 균사생육에 미치는 영향을 검토한 결과 각 균주의 균사생육은 미강첨가시 가장 우수하였고, 그 다음으로는 전분박, 대두박, 어분, 면실박 첨가의 순으로 양호하였다(Table VIII). 홍 등(1981)은 미강첨가시 *Pleurotus ostreatus*와 *Lentinus edodes*의 균사생육에 효과가 있었다고 보고한 바 있고, 홍 등(1984)은 *Pleurotus sajor-caju*의 균사생육은 미강과 전분박 첨가시 가장 양호하였다고 보고한 바 있는데 균주는 다르지만 본 실험과 같은 경향이였다. 부원료 중에서 균사생육에 가장 양호한 미강의 첨가량이 균사생육에 미치는 영향을 검토한 결과 미강의 첨가량이 10%일 때 균사생육이 가장 빠르고 그 이상의 농도에서는 완만해졌으나 균사의 밀도는 미강의 농도가 높을 수록 조밀함을 관찰할 수 있었다(Fig. 1). 이와 같이 균사생육이 완만한 이유는 입자가 작은 미강량의 증가로 배지의 공극이 줄어들어 공기유통이 부진한데 기인하는 것으로 사료된다. 홍 등(1984)은 *Pleurotus sajor-caju*의 균사생육이 미강농도 10%일



**Fig. 1.** Effect of the addition of rice bran to sawdust on the mycelial growth of *A. mellea*.  
○ ○ : A1 △ △ : A2 □ □ : A3 ■ ■ : A4 ● ● : A5



**Fig. 2.** Effect of calcium carbonate content on the mycelial growth of *A. mellea*.  
○ ○ : A1 △ △ : A2 □ □ : A3 ■ ■ : A4 ● ● : A5

**Table IX.** Effect of various inorganic salts on the mycelial growth of *A. mellea*

Salts (1%, w/w)	Isolates				
	A1	A2	A3	A4	A5
None	68	67	70	69	67
NaNO <sub>3</sub>	72	71	74	73	70
CaSO <sub>4</sub> ·2H <sub>2</sub> O	74	73	76	75	72
NH <sub>2</sub> PO <sub>4</sub>	80	79	82	81	78
(NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> HPO <sub>4</sub>	80	79	83	82	78
(NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	80	80	83	81	79
CO(NH <sub>2</sub> ) <sub>2</sub>	85	84	89	87	84
CaCO <sub>3</sub>	87	86	90	89	85

Growth ratio (mm/8 weeks)

때 양호하며 그 이상의 농도에서는 완만한 경향이 있다고 하였는데 이와는 유사하였고 김 등(1981)의 *Ganoderma lucidum*의 균사생육이 미강 15~20% 첨가구에서 양호하였다고 한 것과는 균주는 다르나 다소 차이가 있었다. 각종 무기염류의 첨가가 *A. mellea*의 균사생육에 미치는 영향을 검토한 결과 모든 실험균주에서 CaCO<sub>3</sub> 첨가시 가장 양호하였고 CO(NH<sub>2</sub>)<sub>2</sub>가 그 다음이었으며 (NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>HPO<sub>4</sub>,

(NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, KH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub> 등도 무첨가구에 비하여 균사생육에 촉진적이었다(Table IX). 홍 등(1981)은 *Pleurotus ostreatus*와 *Lentinus edodes*의 균사생육이 CaCO<sub>3</sub>와 CaSO<sub>4</sub>·2H<sub>2</sub>O 첨가시 가장 양호하였고 KH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub>, CO(NH<sub>2</sub>)<sub>2</sub>, (NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>HPO<sub>4</sub> 등의 첨가시에는 불량하였다고 하였는데 CaCO<sub>3</sub>를 제외하고는 본 실험과는 차이가 있었으며 Morrison(1975)은 *A. mellea*가 ammonium염을 흡수 이용한다고 보고하였는데, 본 실험에서 ammonium 염의 효과가 양호한 것과 유사한 경향이였다. 무기염류 중에서 균사생육이 양호한 CaCO<sub>3</sub>의 첨가량이 균사생육에 미치는 영향을 검토한 결과 CaCO<sub>3</sub>의 첨가량이 증가함에 따라 3%까지는 균사생육이 급격히 증가되었으나 그 이상에서는 완만하였으며 7%에서는 감소추세를 보였다(Fig. 2).

#### 균사속의 생산

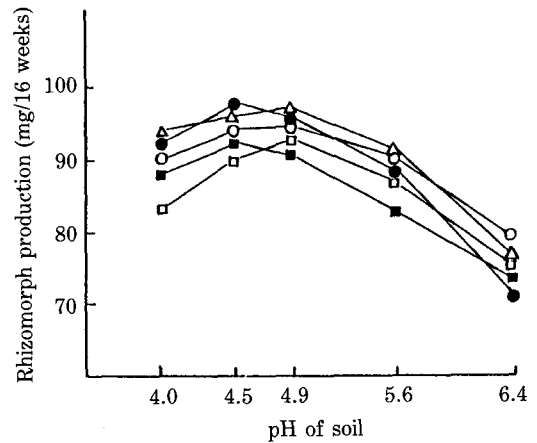
각종 나무편에 *A. mellea* 균사를 접종하여 수종별 균사속의 생산을 비교 검토한 결과 균사생육이 우수하였던 회화나무와 벽오동나무편에서 균사속생산도 제일 양호하였고, 그 다음으로는 균사생육이 부진한 편에 속했던 도토리나무와 굴참나무가 오히려 균사속생산에는 양호한 편이었으나 균사생육이 양호했던 포플러와 사시나무에서는 부진한 편이었다

**Table X.** Effect of different woody inocula on the rhizomorph production of *A. mellea*

Trees (woody inocula)	Isolates				
	A1	A2	A3	A4	A5
<i>Styphnolobium japonica</i>	92	97	90	86	94
<i>Culhamia simplex</i>	86	90	85	82	88
<i>Quercus acutissima</i>	84	86	83	79	87
<i>Quercus variabilis</i>	82	86	83	79	87
<i>Castanea crenata</i>	80	83	79	79	86
<i>Alnus japonica</i>	79	82	76	73	86
<i>Salix barylonica</i>	72	77	76	70	76
<i>Robinia pseudacacia</i>	67	72	65	62	70
<i>Populus monilifera</i>	65	67	62	62	68
<i>Populus davidiana</i>	61	65	59	56	67
<i>Picrasma ailanthoides</i>	53	58	56	49	55
<i>Zelkova serrta</i>	50	49	45	41	52
<i>Prunus sachalinensis</i>	41	47	44	40	44
<i>Ginkgo biloba</i>	-	-	-	-	-

Yields of rhizomorph (mg/16 weeks)

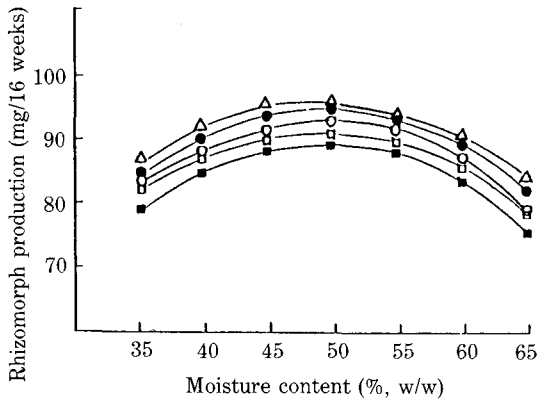
(Table X). 그리고 균사생육이 제일 부진하였던 은행나무에서는 균사속이 전혀 형성되지 못하였다. 회화나무와 벽오동나무는 다른 나무에 비해 목질이 연해서 빨리 분해됨을 관찰할 수 있었는데 이는 단시간에 분해되기 때문에 영양공급이 다른 나무에 비해서 풍부하여 균사생육과 균사속생산이 양호했던 것이 아닌가 사료된다. 이상의 실험에서와 같이 균사생육과 균사속생산의 상관성은 항상 일치하지 않았으며 균사속생산은 수중에 따라 심한 차이를 보였다. 균주별로는 균사생육이 왕성했던 A3, A4보다는 오히려 균사생육이 다소 부진했던 A2, A5에서 균사속생산이 다소 양호하였다. Rishbeth(1972)는 활엽수가 일반적으로 침엽수보다 균사속생산에 더 좋은 기질이되며 *Corylus avellana*, *Quercus robur*가 적당하다고 하였고, Redfern(1978)은 *Picea sitchensis*, *Pinus sylvestris*에서 균사속이 많이 생산된다고 밝힌 바 있으며, Gibson 등(1975)은 *Pinus elliottii*, *Aleurites montana*에서 균사속이 잘 생산된다고 보고하였다. 이후의 실험은 비교적 균사속생산도 양호하고 구입하기 쉬운 굴참나무를 사용하였다. 부식토의 pH가 서로 다른 자연상태의 토양이 균사속생산에 미치는 영향을 검토한 결과 A4, A5는 pH 4.5



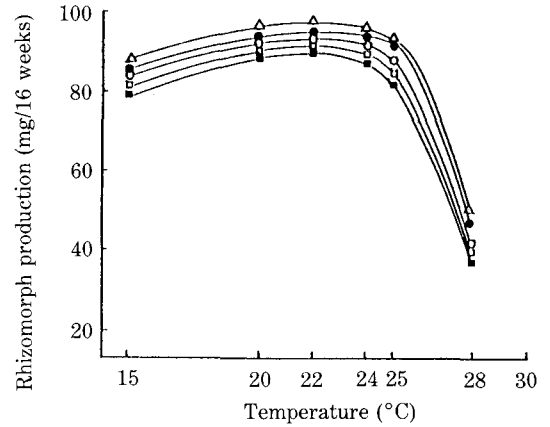
**Fig. 3.** Influence of pH on the rhizomorph production of *A. mellea* in soil.

○-○ : A1 △-△ : A2 □-□ : A3 ■-■ : A4 ●-● : A5

에서 나머지 균주는 pH 4.9에서 균사속생산이 제일 양호하였는데 이는 균사생육의 최적 pH인 4.5~5.0과 같았다(Fig. 3). 그리고 토양 pH가 상승함에 따라 균사속의 생산은 점진적으로 감소되었다. 이는 Rishbeth(1978)가 *A. mellea*의 균사속생산 최적 pH가 4.5라고 보고한 것과 유사하였고 또한, Redfern(1973)이 *A. mellea*의 균사속생산이 산성의 유기질이 많은 토양에서 양호하였다는 보고와 유사한 경향을 보였다. 토양의 수분함량이 균사속생산에 미치는 영향을 검토한 결과 균사속생산에 적당한 토양의 수분함량은 45~55%(w/w)이었고 그 이하와 그 이상의 수분함량에서는 점진적으로 감소하였으며, 토양 수분함량은 온도나 pH와 같이 민감하지는 않았다(Fig. 4). 50%의 수분함량에서 균사속생산이 가장 양호하였으며, 토양에 수분을 포화시켰을 때의 수분함량은 50%(w/w) 정도였다. 균사속생산에 미치는 온도의 영향을 검토한 결과 균사속생산의 최적온도는 균사생육 최적 온도보다 다소 낮은 20~24°C 범위였고 온도의 증가에 따라서 현저하게 감소되어 30°C에서는 실험균주 모두 균사속을 거의 형성하지 않았다(Fig. 5). 그러나 저온인 15°C에서는 균사속이 비교적 잘 형성됨을 관찰할 수 있었다. Rishbeth(1968, 1978)는 균사속생산 최적 온도가 22°C였고, 28°C 이상에서는 균사속생산이 현저히 감소한다고 하였는데 이는 본 실험결과와 잘 일치하였다. Gibson(1961)은 세계 각처에서 분리한 *A. isolates*를



**Fig. 4.** Effect of moisture content on the rhizomorph production of *A. mellea* in soil.  
 ○-○ : A1 △-△ : A2 □-□ : A3 ■-■ : A4 ●-● : A5



**Fig. 5.** Influence of temperatures on rhizomorph production of *A. mellea*.  
 ○-○ : A1 △-△ : A2 □-□ : A3 ■-■ : A4 ●-● : A5

한천배지에서 배양하였을 때 50% 이상의 균주가 25~27°C에서 균사속을 잘 형성하였고, Rishbeth (1978)는 한천배지에서의 균사속생산 최적온도가 토양에서의 최적온도보다 2°C 정도 높다고 보고한 바 있는데 이는 본 실험과 유사한 경향을 보였다. 토양 중에서 균사속의 수직분포를 검토한 결과 토양심도에 따른 평균 빈도는 7.5~12.5 cm 깊이에서 가장 높았고 그 이상의 토양심도에서는 점진적으로 감소하여 25 cm 이상의 깊이에서는 거의 형성되지 않았다(Table XI). 그리고 토양 표피에서 5 cm 깊이까지는 균사속의 생산이 부진함을 알 수 있었다. 이렇게 토양 상층부와 25 cm 이상의 심층부에서 균사속생산이 억제되는 것은 토양 상층부에서는 주야간의 온도차, 토양표면의 갑작스런 건조 등이 토양 심층부에서는 균사속생육에 필요한 유기물의 부족, 단단한 토양으로 인한 기계적 장애, 산소의 부족에

따른 생육억제 등의 이유가 있을 것으로 추측된다 (Campbell, 1934 ; Ono, 1978 ; Pentland, 1967 ; Smith, 1971 ; Swift, 1968). Redfern(1973)은 토양 중에서 *A. mellea*의 균사속이 2.5~20 cm 사이의 깊이에 주로 밀생한다고 보고한 바 있고, Morrison (1976)은 습한 토양에서는 10 cm 이내의 깊이에서, 건조한 토양에서는 그 이하의 깊이에서 *A. mellea*의 균사속이 많이 분포한다고 하였는데 이는 본 실험 결과와 유사하였으며, Ono(1965)도 0~10 cm 깊이의 토양에서 균사속이 많이 발견되었다고 보고한 바 있다.

**摘 要**

전북지역의 산야에서 분리한 5균주의 *Armillaria*

**Table XI.** Vertical distribution patterns of rhizomorph in soil

Isolates	Depth (cm)												Total (%)
	2.5	5.0	7.5	10.0	12.5	15.0	17.5	20.0	22.5	25.0	27.5	30.0	
A1	5*	11	16	21	12	15	10	7	3				100
A2	13	17	115	12	21	8	6	3	2		2	1	100
A3	4	3	12	21	14	16	11	10	5	3	1		100
A4	8	14	12	14	25	15	8	3	1				100
A5	10	6	19	23	20	11	6	2	2				100

\*Frequency (%)

*mellea*의 균사배양과 균사속 생산을 위한 배양 조건을 검토한 결과는 다음과 같다.

균사배양에 적당한 톱밥이 종류는 회화나무, 벽오동, 포플러, 사시나무, 참나무 톱밥 등이었고, 균사생육 최적 조건은 pH 4.5~5.0, 온도 22~25°C, 수분함량 65~70%(w/w)이었다. 균사배양에 적당한 부원료로는 미강 10% 첨가가 효과적이었고, 무기염은 CaCO<sub>3</sub> 3%(w/w)에서 좋았다. 균사속생산에 적당한 수종으로는 회화나무, 벽오동, 도토리나무, 굴참나무 등이었고, 균사속생산에 적당한 토양의 pH는 4.5~4.9, 토양의 수분함량은 45~55%(w/w), 생육온도는 20~24°C이었다. 토양심도에 따른 균사속의 수직분포는 7.5~12.5 cm 사이의 깊이에서 높은 빈도를 보였으며, 지표면에서 25 cm 이상의 깊이에서는 균사속이 잘 형성되지 않았다.

### 参考文献

- Anderson, J.B. and Ullrich, R.C. (1979): Biological species of *Armillaria mellea* in North America. *Mycologia* **71**: 402-414.
- Campbell, A.H. (1934): Zone lines in plant tissues. II. The black lines formed by *Armillaria mellea* (Vahl.) Quel. *Ann. Appl. Biol.* **21**: 1-22.
- Gibson, I.A.S. (1961): A note on variation between isolates of *Armillaria mellea* (Vahl. ex Fr.) Kummer. *Trans. Brit. Mycol. Soc.* **44**: 123-128.
- Gibson, I.A.S. and Corbett, D.C. (1964): Variation in isolates from *Armillaria* root disease in Nyasaland. *Phytopathology*. **54**: 122-123.
- Kusano, S. (1911): *Gastrodia elata* and its symbiotic association with *Armillaria mellea*. *J. Agric. Coll. Tokyo*. **4**: 1-66.
- Lee, J.Y. (1982): The propagation of *Gastrodia elata* by using rhizomorph of *Armillaria mellea*. *Seoul Woman's Univ. R. D. R. S.* **7**: 39-45.
- Lopez-real, J.M. and Swift, M.J. (1975): The formation of pseudosclerotia ("zone line") in wood decayed by *Armillaria mellea* and *Stereum hirsutum*. *Trans. Brit. Mycol. Soc.* **64**: 473-481.
- Melin, E. (1953): Physiology of mycorrhizal relations in plant. *An. Rev. Pl. Physiol.* **4**: 325-346.
- Morrison, D.J. (1975): Ion uptake by rhizomorphs of *Armillaria mellea*. *Can. J. Botany*. **53**: 48-51.
- Morrison, D.J. (1976): Vertical distribution of *Armillaria mellea* rhizomorphs in soil. *Trans. Brit. Mycol. Soc.* **66**: 393-399.
- Ono, K. (1965): *Armillaria* root rot in plantations of Hokkaido. Effects of topography and soil conditions on its occurrence. *Bulletin of the Government Forest Experimental Station, Meguro*. **229**: 1-219.
- Ono, K. (1978): Effect of soil conditions on the occurrence of *Armillaria* root rot of the Japanese larch. *Bulletin of the government Forest Experimental Station, Meguro*. **229**: 1-219.
- Pentland, G.D. (1967): Ethanol produced by *Aureobasidium pullulans* and its effect on the growth of *Armillaria mellea*. *Can. J. Microb.* **13**: 1613-1639.
- Redfern, D.B. (1973): Growth and behaviour of *Armillaria mellea* rhizomorphs in soil. *Trans. Brit. Mycol. Soc.* **61**: 569-581.
- Redfern, D.B. (1978): Infection by *Armillaria mellea* and some factors affecting host resistance and the severity of disease. *Forestry*. **51**: 120-135.
- Rishbeth, J. (1968): The growth rate of *Armillaria mellea*. *Trans. Brit. Mycol. Soc.* **51**: 575-586.
- Rishbeth, J. (1972): The production of rhizomorphs by *Armillaria mellea* from stumps. *Eur. J. For. Path.* **2**: 193-205.
- Rishbeth, J. (1978): Effect of soil temperature and atmosphere on growth of *Armillaria* rhizomorphs. *Trans. Brit. Mycol. Soc.* **70**: 213-220.
- Smith, A.M. and Griffin, D.M. (1971): Oxygen and the ecology of *Armillaria elegans* Heim. *Aust. J. Biol. Soc.* **24**: 231-262.
- Swift, M.J. (1968): Inhibition of rhizomorph development by *Armillaria mellea* in Rhodesian forest soils. *Trans. Brit. Mycol. Soc.* **51**: 241-247.
- Watling, R. (1982): The genus *Armillaria*-nomenclature, typication, the identity of *Armillaria mellea* and species differentiation. *Trans. Brit. Mycol. Soc.* **78**: 271-285.
- Zhang, W.J. and Li, B.F. (1980): The biological relationships of *Gastrodia elata* and *Armillaria mellea*. *Acta Botanica Sinica*. **22**: 57-62.
- 홍재식, 김동환(1981): 담자균이 생산하는 효소에 관한 연구 제 1보. 조효소의 생산에 관하여. 한국농화학회지. **24**: 7-14.



홍재식, 박용환, 정기래, 김명곤(1984) : *Pleurotus sajor-caju*의 재배에 관한 연구(1). 배양조건 및 화학 성분변화. 한국균학회지. **12** : 93-98.  
차동열(1981) : 야생 식용버섯의 인공재배검토. 한국균학회지. **9** : 123-128.  
최미자, 이지열(1983) : 뽕나무버섯 균사체의 생리, 생

태학적 연구, 한국균학회지. **11** : 79-84.  
김삼순, 김기주(1981) : 야생버섯의 인공재배 가능성 검토. 한국산업미생물학회지. **9** : 109-116.  
이지열, 홍순우(1985) : 한국동식물도감. 제 28권 고등 균류편(버섯류). 문교부.

**Accepted for Publication 12 October 1990**