

뽕나무 버섯 균사체의 생리·생태학적 연구

崔美子·李址烈*

서울女子大學 大學院 家政學科

Physiological and Ecological Studies on Mycelia of *Armillariella mellea*

Mi-Ja Choi and Ji-Yul Lee*

Department of Home Economics, Graduate School, Seoul Woman's University, Seoul 130-02, Korea

Abstract: To study physiological and ecological characters of the secondary mycelia of *Armillariella mellea*, it was cultivated on the various media. It was grown very well on the malt extract medium compared with its growth on yeast extract medium, potato dextrose medium and Hamada medium. The temperature of 27°C gave the best condition for it to grow. The highest rate of growth was shown in medium of pH 6. Heteroauxin of 5 ppm concentration showed an increase as 26.2% in growth in compared with the control group. Gibberellin 10ppm, Tomatoton of 10,000 dilution and Adoton of 5,000 dilution showed positive effect. It was shown that the use of above hormones in appropriate concentration brought the effect of growth, but overuse of them brought inhibitory effect. Under the same condition of 200ppm concentration, vitamin A gave the highest growth of 18.2% than that of the control used.

Keywords: Basidiomycetes, *Armillariella mellea*, Physiology, Ecology, Growth, Media, Heteroauxin, Gibberellin, Tomatoton, Adaton, Vitamins.

건강 영양소의 급원이 될 수 있는 뽕나무 버섯 (*Armillariella mellea*)은 송이목, 송이과, 뽕나무버섯 속에 속하는 것으로서(김 외 1980, Singer 1975), 사물 또는 반사물에 기생하는 목재 부후균이며, 균사체는 주로 백색을 띠고(宇則 1978), 습할 때 황갈색 내지 오리브색을 띠며, 활엽수 고목에 발생하는 식용 버섯이다. 세계적으로 널리 분포되고, 봄·가을에 각종 나무의 자른 그루, 고목, 생목의 뿌리부분의 줄기 등에 다수, 군생 또는 속생하며, 난과 식물의 천마와 균근을 만드는 것으로도 유명하다(Zhang *et al.* 1980) 또, 지극히 광범위한 쌍자엽 및 침엽수림에 뽕나무병(根朽病)을 일으켜 무서운 병원균으로 세계적으로 알려지기도 했다(이 1982). 이와 같은 뽕나무 버섯의

생육에 대하여서는 감자한천 배지, 맥아 배지에서 잘 자란다는 것이 알려져 있을 뿐(宇田川 1978), 생리·생태적 성질에 대한 연구가 아직 많이 행하여 지지 않고 있다.

저자들은 건강 식생활에 보탬을 줄 *Armillariella mellea*의 효율적인 종균 배양을 할 목적으로 이 버섯의 2차균사를 배지, 온도, pH별에 대한 생육의 생태학적 성질을 연구하고, 나아가서 gibberellin, Heteroauxin, Tomatoton, Adoton 등의 식물 성장호르몬과 Vit·A, Vit·B₁, Vit·B₂, Vit·C, Vit·D₂, Vit·E, folic acid 등의 비타민류를 농도별로 각종 배지에 첨가하여 배양하면서, 생리학적 성질을 연구하였다.

* Present address: Jeonju College of Education, Jeonju 520, Korea

재료 및 방법

사용 균주

1978년 강원도 양양군 오색약수터 근처에서 채집한 뽕나무버섯의 포자로 부터 육성한 *Armillariella mellea*의 2차균사를 공시 균주로 사용했다.

배지

*Armillariella mellea*의 생리·생태적 성질을 조사하기 위한 각종 배지의 조성은 아래와 같다.

1) 고체 배지—균사의 집락 반경 측정용으로 다음과 같은 배지를 사용하였다.

1. 감자 포도당 한천배지 (potato dextrose agar, P·D·A·) potato 250g, dextrose 20g, agar 20g, distilled water 1l, pH=6.0. 상법에 의하여 조제하였다.

2. 효모 한천배지 (yeast extract agar) yeast extract 3g, peptone 5g, glucose 20g, agar 20g, distilled water 1l, pH=6.0.

3. 맥아 한천배지 (malt extract agar MEA) (양 1982) 45°C의 물 2~3l에 분쇄한 엿기름 500g을 넣고 60~65°C로 유지하면서 6~12시간 당화시킨 후 가재로 걸러, 거른 물에 달걀 흰자를 넣고 20분간 끓인 후, 여과지로 여과한 여액을 당도계로 당도를 11° 내외로 되게 맞추었다 (malt extract 액).

이 malt extract액 1l에 agar 20g을 첨가한 후 pH를 6.0으로 조절했다.

4. 하마다 한천배지 (Hamada agar)

glucose 20g, $FeC_6H_5O_7$ 5mg, $(NH_4)_2C_4H_4O_6$ 1g, $ZnSO_4 \cdot 7H_2O$ 4.4mg, KH_2PO_4 1g, $MnSO_4$ 5mg, $MgSO_4 \cdot 7H_2O$ 0.5g, $CaCl_2$ 55.5mg, $C_6H_5NO_2$ 0.5mg, 증류수 1l, folic acid 0.5mg, agar 20g pH=4.5

2) 액체 배지—균사의 건조 증량 측정용으로

감자 배지 (potato medium), 효모 배지 (yeast extract medium), 맥아 배지 (malt extract medium), 하마다 배지 (Hamada medium) 등을 사용하였으며, 성분은 앞에서 말한 각각의 고체 배지에서 agar 20g을 넣지 않은 것이다.

생장 조절제

1) 식물 성장 호르몬제

본 시험에 사용된 식물 성장 호르몬은 다음과 같다.

1. Gibberellin용액 (전진 농약 제품의 gibberellin)

Gibberellin을 100ml의 멸균수에 녹여 각 25ppm, 50ppm, 100ppm, 500ppm, 1,000ppm, 1,500ppm, 2,000

ppm의 용액을 만들었다.

2. Heteroauxin용액 (I·A·A·, Merck제품)

I·A·A·를 100ml의 멸균수에 녹여 25ppm, 50ppm, 100ppm, 500ppm, 1,000ppm, 1,500ppm, 3,000ppm의 용액을 만들었다.

3. Tomatoton (東洋化學 제품)

Tomatoton을 100ml의 멸균수에 넣어 2,000배액, 1,500배액, 1,000배액, 500배액, 100배액, 25배액을 만들었다.

4. Adoton (대한농약 제품)

Adoton을 100ml의 멸균수에 넣어 1,000배액, 500배액, 300배액, 200배액, 100배액, 50배액, 25배액을 만들었다.

2) 비타민제

1. Vit·A (Sigma제품, G·R, retinyl acetate)

400mg을 100ml의 증류수에 넣고 homogenizer로 현탁시킨 후 121°C에서 15분간 고압 증기 멸균시켜 녹였다.

2. Vit·B₁·HCl (純精化學 제품, G·R·)

400mg을 100ml의 멸균수에 녹였다.

3. Vit·B₂ (東京化成 제품, G·R·)

400mg을 100ml의 멸균수에 녹였다.

4. Vit·C (Merck제품, G·R·)

400mg을 100ml의 멸균수에 녹였다.

5. Vit·D₂ (Sigma제품, G·R·)

400mg을 100ml의 멸균수에 녹였다.

6. Vit·E (Sigma제품, G·R·)

400mg을 100ml의 멸균수에 녹였다.

7. Folic acid (Kokusan제품, E·P·)

400mg을 100ml의 멸균수에 녹였다.

균사 배양

1) 고체 배양

지름 9cm 페트리 접시에 9ml의 한천 배지와 앞에서 제시한 각 농도의 식물 성장 호르몬제 1ml를 넣어 고화(固化)시켰다. 다음에 지름 1cm의 점종기로 페트리 접시에 균일한 두께로 배양한 균사체를 배지 중앙에 접종하였다. 접종 후 20°C, 27°C, 36°C의 항온기에서 5일간 배양하였다.

2) 액체 배양

100ml삼각 플라스크에, 18ml의 배지와 앞에서 제시한 각 농도의 식물 성장 호르몬제 2ml씩을 넣었다.

비타민의 경우엔, 19ml의 배지에 각종 비타민류의 수용액 1ml를 넣었다.

접종은 점종기로 고체 배양에서와 같은 방법으로 접

중해서 20°C, 27°C 36°C의 항온기에서 5일간 배양하였다.

조사방법

아래의 각 순서대로 2개씩 배양하여 3회씩 반복해서 실시하고 평균치를 산출하였다.

고체 배지의 경우에는 10ml의 고체 배지에서 5일간 배양한 균사체 집락의 직경을 측정하였고, 액체 배지의 경우에, 20ml의 액체 배지에서 5일간 배양하고, 여과지의 건조 중량을 측정한 후, 균사체를 여과하여 65°C에서 항량이 될 때까지 건조시켜 20분간 방냉 시킨 후 전체 중량을 칭량하여 그것에서 여과지 무게를 뺀 순수한 균사체의 건조 중량을 구하여 비교 하였다.

결과 및 고찰

최적 배지

Yeast extract agar, potato dextrose agar, Hamada agar, malt extract agar에 균사를 접종해서 27°C에서 5일간 배양시켜 생육율을 관찰한 결과는 Table I과 같다. 처음 접종한 건조 중량은 61~65mg이었는데, 5일간 배양 후의 건조 중량은 malt extract medium, yeast extract medium, potato dextrose medium, Hamada medium에서 각각 276.2mg, 250.9mg, 155.7mg, 109.3mg을 나타내어, 이것을 malt extract 배지에서 자란 건조 중량에 대한 백분율로 나타내면, yeast extract 배지에서 90.8%, potato dextrose가 배지에서 56.4%, Hamada 배지에서 39.6%로 나타나,

Table I. The dry weight of mycelia in various media and the growth ratio in malt extract medium.

Media	Dry weight (mg)	Growth ratio to dry weight of mycelia in malt extract medium (%)
Malt extract medium	276.2	100.0
Yeast extract medium	250.9	90.8
Potato dextrose medium	155.7	56.4
Hamada medium	109.3	39.6

Incubated at 27°C for 5 days.

malt extract medium, yeast extract medium, potato dextrose medium, Hamada medium 순으로 잘 자란 것을 알 수 있다.

최적 온도

20°C, 27°C, 36°C에서 각각 배양한 결과는 Table II와 같다. 36°C와 27°C에서 자란 집락의 크기는 같으나 36°C에서는 밀도가 27°C에 비해 매우 낮고, 20°C에서는 같은 기간 동안에 지름 6cm 정도(페트리 지름 9cm 중) 밖에는 자라지 못했다. 이것을 27°C에서 자란 건조 중량에 대한 백분율로 나타내면, Table II에서와 같이 20°C에서 46.9%밖에는 자라지 못하고, 36°C에서는 온도가 너무 높아서 균사가 잘 자라지 못하여 73.8%를 나타낸 것으로 27°C가 적은이라 생각된다.

Table II. The dry weight and size of colony at various temperature on malt extract agar medium.

Temperature (°C)	Dry weight (mg)	Size of colony (diameter, cm)	Growth ratio to 27°C(%)
20	130.3	6	46.9
27	277.9	9	100.0
36	205.0	9	73.8

It was incubated on malt extract agar medium.

최적 pH

pH를 pH 1부터 pH 12까지 조절된 맥아 배지에서 배양한 결과는 Fig. 1와 같다. 대체로 pH4로부터 pH 7 사이의 배지에서 잘 자라나 그 중 pH6에서 가장 잘

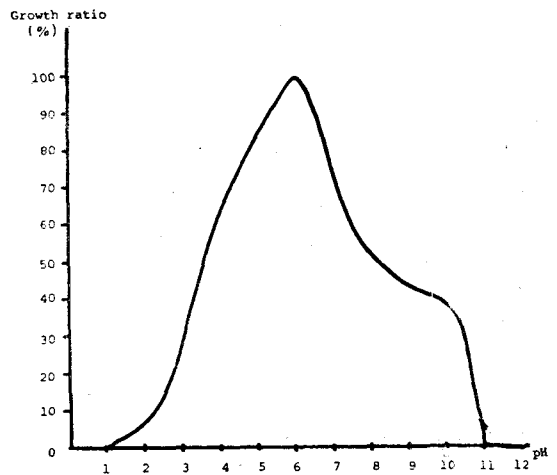


Fig. 1. The growth ratio in the media of various pH to that of medium of pH 6.

It was incubated at malt extract medium at 27°C.

자라며, 이 점을 중심으로 해서 pH6보다 높아져서 알칼리쪽으로 기울거나 pH6보다 낮아져서 산쪽으로 갈수록 점차로 생장율이 감소 현상을 보이고 있다. 특히, pH1과 pH11, pH12에서는 자라지 못하고 점종량 그대로의 무게를 나타내었다. 이것으로 강산, 강 알칼리에서는 균사가 생장할 수 없음을 알 수 있다.

식물 성장 호르몬의 첨가 영향

1) Gibberellin

각 농도별 생육 결과는 Table III과 같다. 10ppm에서 가장 잘 자랐고 150ppm, 200ppm의 농도에서는 차츰 생장 억제 현상을 보였다. 10ppm군은 대조군(식

Table III. Effect of gibberellin on growth of *Armillariella mellea*.

Gibberellin concentration	Dry weight (mg)	Growth ratio to control (%)
Control	267.0	100.0
2.5ppm	260.3	97.5
5	276.4	103.5
10	334.7	125.4
50	310.0	116.1
100	289.4	108.4
150	254.6	95.4
200	245.5	91.9

Malt extract medium of pH6.0 was used. It was incubated at 27°C.

물 생장 호르몬을 첨가하지 않은 것)의 125.4%로 상당한 증가를 나타냈고, 150ppm에서 94.5%, 200ppm에서 91.9%로 다소 감량을 보인 것은 고농도의 gibberellin이 생장의 억제효과를 나타낸 것으로 생각된다.

2) Heteroauxin(I·A·A·)

각 농도별 생육율은 Table IV와 같이 5ppm에서 가장 잘 자랐고, 50ppm 이상에서는 상당한 억제 효과를 하고 있음을 볼 수 있다. 대조군에 대한 백분율을 나타내면, 5ppm에서 대조군의 126.2%를 나타냈다.

Fig. 2은 gibberellin과 Heteroauxin 첨가를 비교해 볼 수 있는 것으로 대체로 gibberellin의 유효 범위가 Heteroauxin의 유효 범위보다 넓다고 할 수 있다. 즉, I·A·A·는 최적농도인 5ppm보다 농도가 높으면 높을수록 급격한 생육감소를 보이기 때문이다. 최적 농도에서는 Heteroauxin에서 26.2% 증가가, gibberellin 10ppm에서 25.4%보다 큰 것을 볼 수 있다.

Table IV. Effect of Heteroauxin on growth of *A. mellea*.

Heteroauxin concentration	Dry weight (mg)	Growth ratio to control (%)
Control	273.9	100.0
2.5ppm	300.3	109.6
5	345.7	126.3
10	295.4	107.8
50	251.1	91.7
100	240.5	87.8
150	221.4	80.8
300	174.8	63.8

Malt extract medium of pH6.0 was used. It was incubated at 27°C.

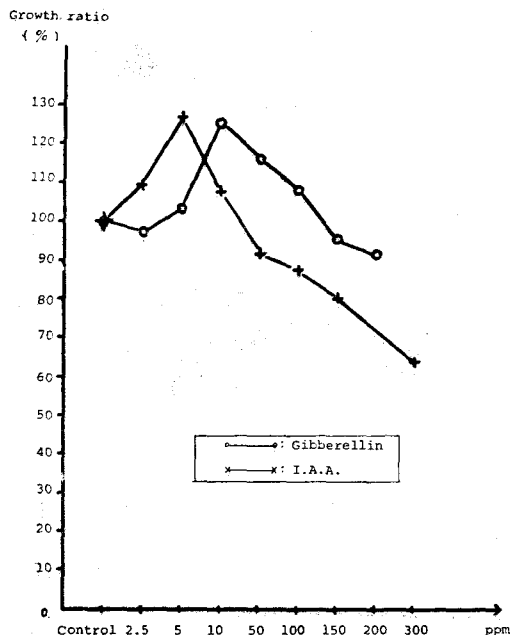


Fig. 2. The growth ratio to control in various concentration of gibberellin and I.A.A.

3) Tomatoton

각 농도별 생육율은 Table V과 같다. 육안으로서는 거의 비슷하여 구별하기 어려우나, 건조 중량으로 구별해 보면 다소 차이가 있어, Table V과 같이 10,000배액에서 약간 많이 자란 것을 볼 수 있다. 대조군에 대한 백분율은 10,000배액에서 118.8%로 이들 중 제일 큰 증가를 나타내었다.

Table V. Effect of Tomatoton on growth of *A. mellea*.

Tomatoton concentration	Dry weight (mg)	Growth ratio to control (%)
Control	272.9	100.0
20,000 X	252.3	92.5
15,000	301.6	110.5
10,000	324.3	118.8
5,000	292.8	107.3
1,000	291.0	106.6
500	270.1	99.0
250	268.1	98.2

Malt extract medium of pH 6.0 was used. It was incubated at 27°C.

4) Adoton

각 농도별 생육도는 Table VI과 같이 5,000배액에서 가 약간의 증가를 보였고, 고농도인 2,000배액 이상에서는 생장 억제현상으로 상당히 얇게 자랐다. 대조군에 대한 백분율은 5,000배액에서 108.7%로 약간의 증가를 보일 뿐, 대체로 효과가 없는 호르몬으로 생각된다.

Table VI. Effect of Adoton on growth of *A. mellea*.

Adoton concentration	Dry weight (mg)	Growth ratio to control (%)
Control	270.3	100.0
10,000 X	273.5	101.2
5,000	293.7	108.7
3,000	265.2	98.1
2,000	246.0	91.0
1,000	238.1	88.1
500	234.9	86.9
250	209.2	77.4

Malt extract medium of pH 6.0 was used. It was incubated at 27°C.

Fig. 3은 Tomatoton과 Adoton 첨가를 비교하여 볼 수 있는 것으로 Tomatoton 10,000배액에서 108.7%를 보여 Adoton보다는 Tomatoton이 성장율이 좋은 호르몬이라 생각할 수 있다. Adoton의 경우 대조군에 비해 5,000배와 10,000배의 농도에서 증가하였을뿐 나머지 시험군은 감소를 나타냈다.

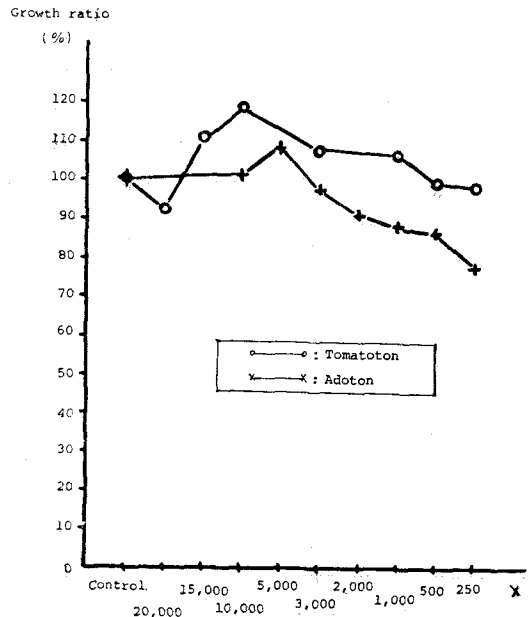


Fig. 3. The growth ratio to control in the various concentration of Tomatoton and Adoton.

비타민의 첨가 영향

각종 비타민 첨가농도를, Booth에 의한 thiamin 첨가농도를 참고로 200ppm으로 고정하여 실험한 결과는 Table VII와 같다.

Table VII. Effect of vitamins on growth of *A. mellea*.

Vitamins	Dry weight (mg)	Growth ratio to control (%)
Control	266.1	100.0
Vit.A	314.6	118.2
Vit.B ₁	276.5	103.9
Vit.B ₂	227.3	85.4
Vit.C	249.1	93.6
Vit.D ₂	288.9	108.6
Vit.E	285.0	107.1
Folic acid	272.9	102.6

Vit.A의 영향이 가장 커 118.2%를 보였고 Vit.D₂ Vit.E도 증가 효과를 보였다. 즉 수용성 비타민에서는 별로 효과를 보지 못하고, 지용성 비타민에서 증가량을 보였다. 특히, 뽕나무 버섯 자체가 함유하고 있는 Vitamin A첨가에서 가장 많은 증가량을 보인 것은 흥미있는 일이다.

요 약

*Armillariella mellea*의 2차균사를 potato dextrose medium, yeast extract medium, malt extract medium Hamada medium, 등에 배양해서 생리·생태적 성질을 연구했다. 그 결과를 요약하면 아래와 같다.

1. 사용했던 4종의 배지 중에서 malt extract medium에서 가장 잘 자랐고, 그 다음 yeast extract medium, potato dextrose medium 그리고 Hamada medium 순으로 생육율이 높았다.

2. 27°C에서 가장 잘 자랐고, 36°C에서는 집락의 지름이 27°C와 비슷하나 균사의 밀도가 매우 낮았다.

3. pH6에서 가장 높은 생육율을 나타내었다.

4. 식물 성장 호르몬을 첨가한 경우에는 Heteroauxin의 5ppm 농도에서 대조군보다 26.2% 증가로 가장 많은 생육 증량을 보이고, 다음으로 gibberellin 100 ppm, Tomatoton 10,000배액, 그리고 Adoton 5,000 배액의 순서였다. 식물 성장 호르몬을 적당 농도로 사용하면 성장 증량 효과를 얻을 수 있으나, 과량 사용할 경우, 오히려 성장 억제 효과를 나타내었다.

5. Vitamin 첨가경우에 있어 200ppm 농도의 균일한 조건에서 Vit.A 첨가군에서 대조군보다 18.2%의 가장 많은 생육 증량을 보였고, Vit·D₂, Vit·E, Vit·B₁, folic acid, Vti·C 그리고 Vit·B₂의 순으로 그 증가가 나타나 지용성 비타민 첨가 배지에서 상당한 생육율을 나타내었다.

참고 문헌

金鍾協, 朴明三, 徐正垣, 李培威, 李相泰, 李址烈, 李澤柱. (180): 一般微生物學, p.136. 서울 대광출판사.

농촌진흥청 농업 기술 연구소 (1976): 농촌진흥청 농업 기술 연구소 시험연구보고서·양송이편, p.90.

梁且範, 高鎮福, 林鼎漢, 李喜茂, 李鍾甲, 裴貞高, 趙昭南 (1982): 식품미생물학실험서, p.23~27, p.82, 서울 東明社.

宇田川俊一, 椿啓介, 堀江義一, 三浦宏一郎, 箕浦久兵衛, 山崎幹夫, 横山龍夫, 渡邊昌平 (1978): 菌類圖鑑(上), p.120~121, 東京 講談社.

宇田山俊一, 椿啓介, 堀江義一, 三浦宏一郎, 箕浦久兵衛, 山崎幹夫, 横山龍夫, 渡邊昌平 (1978): 菌類圖鑑(下), p.827~829, 東京 講談社.

이지열 (1982): 균학·버섯재배, p.151, p.138~139, p.140, p.162, p.163, p.387, 서울 대광 문화사.

日本植物病理學會編: 日本有用植物病名目録 第1卷(제2판)(1975), 第2卷(1965), 第3卷(1965).

青島清雄 (1975): 微生物の分類と同定(長谷川武治編著) p.139, 東京 東大出版會.

Booth, C. (1971): *Methods in Microbiology*, Vol. 4, p.201, p.51, Common Wealth Mycological Institute, Academic Press Noew York.

Butler, W.H. and Clifford, J.I. (1946): Extraction of aflatoxin from rat liver. *Nature* 206, 1046.

Singer, R. (1975): *The Agaricales in Modern Taxonomy*, (3rd fully revised ed.) p.261, Cramer-Sporn, M.B., Dunlop, N.M., Newton, D.L., & Smith, J.M. (1976): *Prevention of chemical carcinogenesis by vitamin A and its synthesis analogs. (retinoids)*

Zhang, W.-J. and Li B.-F. (1980): The biological relationship of *Gastrodia elata* and *Armillariella mellea*. *Acta. Botania. Cinica.* 22, 57-62,

<Received May 3, 1983>