

## 왕호장근(*Reynoutria sachalinensis*)을 이용한 배지에서의 느타리 균사 생장 효과

박원목\* · 김영호<sup>1</sup> · 고한규  
고려대학교 자연자원대학 농생물학과  
<sup>1</sup>경기도 농촌진흥원 버섯연구소

### The Effect of *Reynoutria sachalinensis* on Mycelial Growth of *Pleurotus ostreatus*

Won Mok Park\*, Young Ho Kim<sup>1</sup> and Han Gyu Ko

Department of Agricultural Biology, College of Natural Resources,  
Korea University, 136-701, Korea

<sup>1</sup>Kyonggi Provincial Rural Development Administration, Mushroom Institute,  
Kwang ju 464-870, Korea

**ABSTRACT:** It is possible to cultivate *Pleurotus ostreatus* on the crush medium of *Reynoutria sachalinensis*. The crush of leaves and stems of *Reynoutria sachalinensis* with water (1:8 W/V) enhanced mycelial growth of *P. ostreatus*. That mycelial growth of *P. ostreatus* on the crush medium was accelerated three times as fast as that on malt extract agar (MEA), and mycelial compactness was denser than that of on MEA. The same result was obtained on mixture of saw dust and the crush of leaves and stems in test tube and bottle. The addition of rice bran and the crush to saw dust was best for mycelial growth. Regardless of pH (4.5, 6.5 and 8.5), *P. ostreatus* could suppress the growth.

**KEYWORDS:** Mycelial growth, *Pleurotus ostreatus*, *Reynoutria sachalinensis*, *Trichoderma* sp.

느타리 버섯의 인공재배 방식은 초기에 원목을 이용하여 재배하기 시작하였으며(Flack, 1917), Block 등 (1958)에 의해 톱밥을 이용한 재배방법을 시도하였고, 그후 볏짚을 이용한 대량재배법이 개발되어 연중 재배가 가능하게 되었다. 외국의 경우 다양한 기질과 첨가물의 개발이 되어져 왔는데 아일랜드는 가축분과 볏짚의 배합을 통해 재배법(Dawson, 1978) 및 멕시코는 농업부산물인 coffee pulp를 이용하고(Martinez-Carrera, 1989) 오스트레일리아는 coffee seed hull과 톱밥의 적정 혼합 비율을 이용하며(Cho 등, 1981) 파키스탄은 textile waste를 이용하여 느타리 버섯 재배의 수확량을 증가시켰다는 보고를 하였다(Khanna-Paud, 1981).

국내에서는 1970년대에 원목을 이용한 재배방법이 시도되었으며, 다양한 ligno-cellulose 폐기물을 이용한 재배법이 시도되었는데, 제지 부산물을 이용한 재배법을 보고하였고(조 등, 1995), 볏짚과 폐면을 이용한 재배방법이 개발되어졌다(차 등, 1989). 그러나 원목재배는 원목의 가격이 비쌌뿐만아니라 재배기간도 길며 자금회전이 느리다. 또한 볏짚은 벼수확시 볏짚회수가 어려우며 가격이 상승되었고 폐면의 이용은 수요가 급증하면서 가격이 상승하여 중국에서 수입되기에 이르렀고 더우기 이들 수입폐면은 이물질이 섞여 있어 버섯재배 기질로의 이용에 많은 문제점을 야기시켰다.

왕호장근(*Reynoutria sachalinensis*)은 마디풀과 다년생 잡초로서 예부터 뿌리와 줄기는 한방에서 완화, 이뇨 및 통경제로 사용되어 왔으며 어린

\*Corresponding author

줄기는 식용으로 이용되어온 자원 식물이다(이영노, 1996). 외국에서는 왕호장균(*Reynoutria sachalinensis*) 추출액 성분이 오이 흰가루병(*Sphaerotheca fuliginea*)의 방제성과를 보고하였다(Daayf 등, 1995). 또한 왕호장균 추출액 처리시 fungitoxic phenolic compound의 생성이 촉진됨을 보고하였고(Schneider 등, 1994). 왕호장균 추출액이 오이나 담배의 조직에서 chitinase,  $\beta$ -1,3-glucanase peroxidase, polyphenol oxidase, phenylalanine ammonia lyase의 활성을 높여 저항성을 유도시킨다고 보고하였다(Schneider 등, 1994).

느타리버섯 재배에서 균상에 주로 발생하는 *Trichoderma* spp.의 피해가 크다. 더우기 변이균주가 전국적으로 다발생되고 있어, 수량감소의 원인이 되고 있으며 이 균의 방제가 시급히 요구된다(Albert 등, 1991).

본 실험에서 사용한 왕호장균(*Reynoutria sachalinensis*)은 국내에서 자라는 잡초 중 단위 면적당 생체중이 높으며 병해충이 적은 특성이 있으므로 이를 느타리 재배 대체기질로써의 이용 가능성을 알아보았고, 본 식물의 마쇄된 배지에서 성장되는 균사의 특성 및 생육에 관한 시험과 더불어 *Trichoderma* sp. 생육과의 관계도 조사하였다.

## 재료 및 방법

### 균주 및 배양

본 실험에서 이용한 느타리(*Pleurotus ostreatus* ASI 2180)균주는 원형 느타리로서 농업과학기술원 응용미생물과에서 분양받았다. 균주 보관용 배지로는 Potato dextrose agar(PDA)를 사용하였다. 푸른곰팡이(*Trichoderma* sp.)균주는 고려대학교내 느타리재배사에서 분리 동정하여 PDA배지에 보관하여 실험균주로 이용하였다. 배양실험은 10일간 전배양시킨 느타리 균종(직경 4 mm)을 중앙에 접종하여 28°C항온기에서 10일간 배양시킨 후 균사취락의 밀도를 관찰하고 반경을 측정하였으며, 모든 실험은 5반복으로 시행되었다.

### 왕호장균(*Reynoutria sachalinensis*)마쇄 배지

왕호장균(*R. sachalinensis*)의 잎과 줄기 100 g에 증류수 400 ml(1:4 W/V)을 넣고 homogenizer로 3분간 분쇄 시킨 후, 0.1M HCl과 NaOH로 pH 6.0으로 교정하여 2%의 agar를 넣어 고압살균기(autoclave)에서 121°C, 30분간 살균하였다. 마쇄액 농도별 시험은 본 마쇄액에 증류수를 첨가하여 1/2, 1/4, 1/8 및 1/16 W/V로 제조하였으며, 산도별 효과는 상기 마쇄액에 0.1 M HCl과 NaOH로 각각 pH 4.5, 6.5, 및 8.5로 조절하였다. 여기에 2%의 agar를 넣어 제조하였다.

### 톱밥과 왕호장균(*Reynoutria sachalinensis*)의 혼합 배지

톱밥 120 g, 톱밥 108 g+왕호장균 12 g(10%), 톱밥 84 g+왕호장균 36 g(30%), 톱밥 96 g+왕호장균 12 g(10%)+미강 12 g(10%), 톱밥 108 g+미강 12 g(10%)에 각각 증류수 230 ml 넣고 충분히 혼합하여 배지의 수분함량이 65%로하여 Test tube(길이 200 mm, 내경 25 mm)에 각각 70 g을 충전한후 알루미늄 호일로 마개를 만들어 고압살균기로 121°C, 60분간 살균하였다. 각각 처리별 배지에 전배양된 느타리 균사체 절편(직경 4 mm)을 3개씩 접종후 28°C 항온기에서 배양하여 균사의 성장 길이를 측정하였다.

### 느타리 균사와 *Trichoderma* sp. 균주의 대칭 배양

왕호장균 마쇄액은 증류수로 1/4 및 1/8 (W/V)로 희석하고 각각 pH 4.5, 6.5, 8.5로 교정한 후, agar 2%를 가해 제조된 배지를 90 mm petri dish에 부어 굳은 후, petri dish 가장자리로부터 10 mm 지점에 각각 느타리균사와 *Trichoderma* sp.균사를 대칭 배양하여 느타리균사에 의한 푸른곰팡이 균사의 성장억제를 조사하였다.

### 중균 배양

톱밥 100 g, 톱밥 90 g+왕호장균 10 g, 톱밥 90 g+미강 10 g, 톱밥 80 g+왕호장균 10 g+미강 10 g, 톱밥 70 g+왕호장균 20 g+미강 10 g, 톱밥 60 g+왕호장균 30 g+미강 10 g을 각각 처리별로 혼합하였고, 배지의 수분함량이 65% 정도 물을 가한 후 배양병(길이 130 mm, 내경 70 mm)에 충전하여

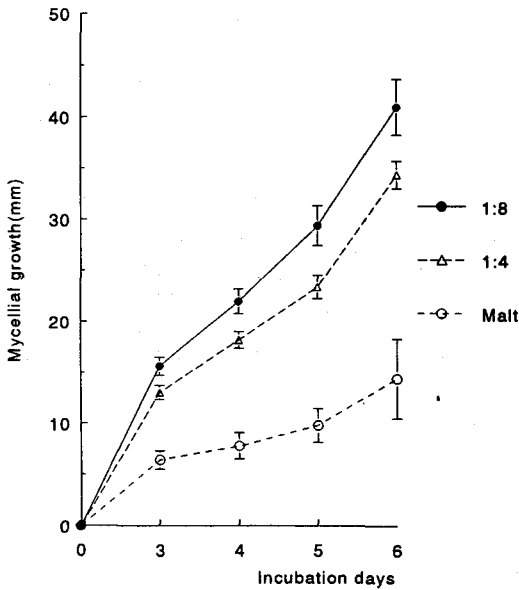


Fig. 1. Effect of *R. sachalinensis* agar media on mycelial growth of *P. ostreatus*.

- Malt; malt extract agar
- △--- 1:4 ; *R. sachalinensis* diluted 1/4
- 1:8 ; *R. sachalinensis* diluted 1/8

고압살균기로 121°C, 1시간 30분 살균하였다. 각각 처리별 배지에 전배양된 느타리 균사체 절편(직경 4 mm)을 10개씩 접종후 28°C 항온기에서 배양하여 균사의 성장 길이를 측정하였다.

## 결 과

### 왕호장균(*Reynoutria sachalinensis*)마쇄 배지

한천배양기에서 왕호장균을 증류수로 1/4 및 1/8로 희석제조하여 느타리 균사 절편을 접종한 결과, 6일후에는 왕호장균 한천배양기의 1/8에서 균사 생장은 41.0 mm이었고, 1/4에서는 34.4 mm이었고, malt extract agar에서는 14.4 mm로 나타났으며, 1/8의 균사생장이 malt extract agar보다 3배정도의 균사생장을 보였으며(Fig. 1), 균총의 밀도도 치밀하였다.

왕호장균 한천배양기의 최적 산도 실험에서 pH 4.5 교정하였을 때 마쇄액농도가 1/2, 1/4, 1/8 및 1/16에서의 균사생장은 접종 6일후 23.13, 31.0, 32.13 및 29.0 mm이었고, pH 6.5일때 각각의 희석비

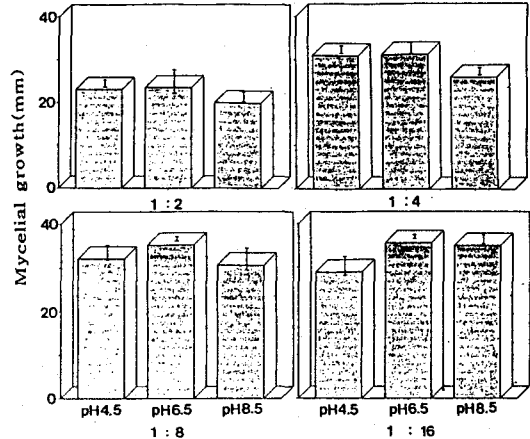


Fig. 2. Effect of dilution and pH of *R. sachalinensis* agar media on mycelial growth of *P. ostreatus*.

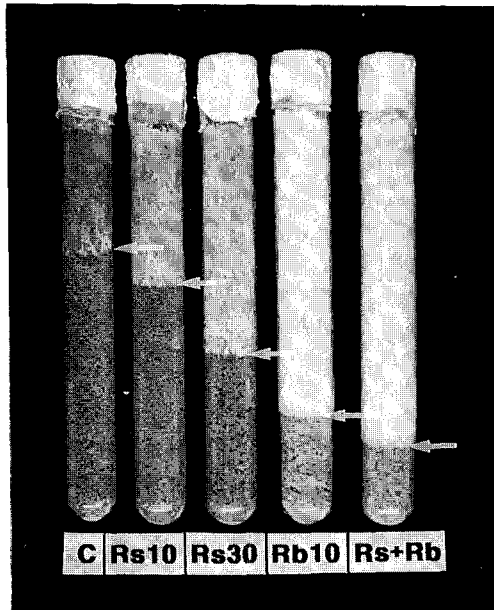
- 1:2 ; *R. sachalinensis* diluted 1/2
- 1:4 ; *R. sachalinensis* diluted 1/4
- 1:8 ; *R. sachalinensis* diluted 1/8
- 1:16 ; *R. sachalinensis* diluted 1/16

율에 대해 균사생장은 23.5, 31.25, 35.25 및 35.63 mm이었으며, pH 8.5에서는 20.0 26.0 30.63 및 35.0 mm로 나타났다. 최적 산도 pH 6.5에서 가장 우수하였다.

희석 비율 실험에서는 마쇄농도 1/2의 pH 4.5, 6.5 및 8.5에서 23.13, 23.5 및 20.0 mm이었고, 마쇄농도 1/4에서는 31.0, 31.25 및 26.0 mm이었고, 1/8 마쇄농도에서는 32.13, 35.25 및 30.63 mm이었으며, 1/16에서는 29.0, 35.63 및 35.0 mm이었다. 최적 희석 비율은 1/8로 나타났으며, 균사밀도의 치밀도도 1/16보다 뛰어났다. 따라서 최적 산도는 pH 6.5이며 마쇄액 희석농도는 1/8이었다(Fig. 2).

### 톱밥과 왕호장균(*Reynoutria sachalinensis*)의 혼합 배지

Test tube에 톱밥, 왕호장균 마쇄액, 미강을 충전하여 느타리 균사를 배양한지 15일후 톱밥 120 g, 톱밥 108 g+왕호장균 12 g(10%), 톱밥 84 g+왕호장균 36 g(30%), 톱밥 96 g+왕호장균 12 g(10%)+미강 12 g(10%), 톱밥 108 g+미강 12 g(10%)에서의 균사생장은 각각 36.0, 51.4, 61.6, 95.6 및 87.75 mm이었다. 균사생장과 균사밀도가 톱밥 96g+왕



**Fig. 3.** Mycelial growth of *P. ostreatus* in saw dust with tissue crush of *R. sachalinensis*.  
 C; Distilled water  
 Rs10; *R. sachalinensis*: Saw dust (10 g : 90 g)  
 Rs30; *R. sachalinensis*: Saw dust (30 g : 70 g)  
 Rb10; Rice bran: Saw dust (10 g : 90 g)  
 Rs + Rb; *R. sachalinensis*: Saw dust: Rice bran (10 g : 80 g : 10 g)

**Table 1.** Mycelial growth of *P. ostreatus* in saw dust with crushed tissue of *R. sachalinensis* in test tube in 15 days

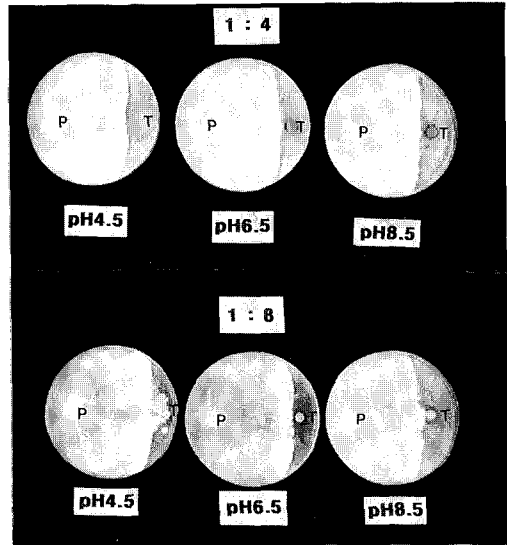
Substrate	Mycelial growth (mm)	Compactness
Control <sup>1</sup>	30.00±2.91	+ <sup>2</sup>
Rs 10	51.40±2.96	+
Rs 30	61.60±6.34	++
Rb 10	87.75±2.06	+++
Rs + Rb	101.20±4.92	+++

<sup>1</sup>Control: Distilled water, Rs 10: *R. sachalinensis* 10%, Rs 30: *R. sachalinensis* 30%, Rb 10: Rice bran 10%, Rs + Rb: *R. sachalinensis* 10% + Rice bran 10%

<sup>2</sup>+: Thin, ++: Medium, +++: Dense

호장근 12 g(10%) + 미강 12 g(10%)에서 가장 우수하게 나타났다(Fig. 3 및 Table 1).

**느타리 균사와 *Trichoderma* sp. 균주 대칭 배양**  
 왕호장근 마쇄액 한천배양기를 희석비율 1/4, 1/8,



**Fig. 4.** Mycelial growth of *P. ostreatus* against *Trichoderma* sp. on different levels of dilution and pH of *R. sachalinensis* agar media.  
 P; *P. ostreatus*, T; *Trichoderma* sp.  
 1 : 4; *R. sachalinensis* diluted 1/4  
 1 : 8; *R. sachalinensis* diluted 1/8

pH는 각각 4.5, 6.5, 8.5로 제조하여 느타리균사와 푸른곰팡이병 균사를 대칭배양한 10일 후 결과는 희석비율 1/8, pH 4.5에서 느타리 균사생장이 76 mm로 *Trichoderma* sp.의 접종원을 덮을 정도로 월등한 균사생장을 볼 수 있었으며 *Trichoderma* sp.의 균사생장이 억제되었다(Fig. 4). 산도에 관계없이 왕호장근 한천배양기에서 *Trichoderma* sp.의 균사생장이 느타리균사에 의하여 억제됨을 관찰하였다.

**종균 배양**

톱밥, 왕호장근 및 미강을 이용한 종균 배양 결과, 톱밥 80 g + 왕호장근 10 g + 미강 10 g 배지에서 균사생장은 79.25 mm로 가장 우수하였으며, 톱밥 70 g + 왕호장근 20 g + 미강 10 g, 톱밥 60 g + 왕호장근 30 g + 미강 10 g 톱밥 90 g + 미강 10 g, 톱밥 90 g + 왕호장근 10 g의 순서로 균사생장이 우수한 반면, 대조구인 톱밥 100 g 배지에서 31.75 mm로 균사생장이 가장 늦었다. 또한 균사밀도는 왕호장근과 미강을 혼합한 배지에서 대체로 우수하였다(Fig. 5).

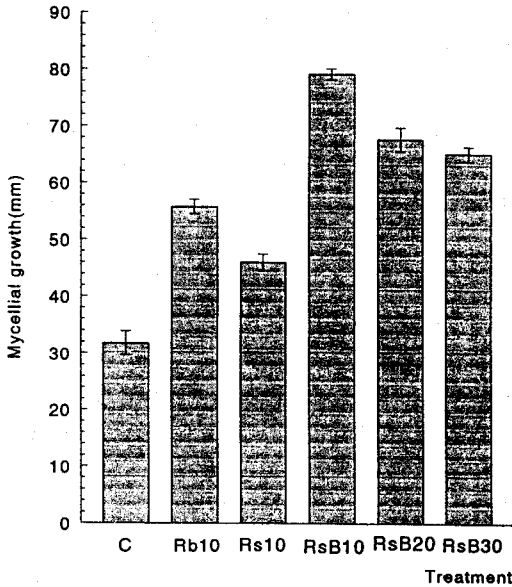


Fig. 5. Mycelial growth of *P. ostreatus* on different levels of *R. sachalinensis* tissue for making spawn.

C; Distilled water

Rb10; Rice bran: Saw dust (10 g : 90 g)

Rs10; *R. sachalinensis*: Saw dust (10 g : 90 g)

RsB10; *R. sachalinensis*: Saw dust: Rice bran (10 g : 80 g : 10 g)

RsB20; *R. sachalinensis*: Saw dust: Rice bran (20 g : 70 g : 10 g)

RsB30; *R. sachalinensis*: Saw dust: Rice bran (30 g : 60 g : 10 g)

## 고 찰

왕호장균은 국내 산야에서 잘 자라는 마디풀과 다년생 잡초로써 단위 면적당 Biomass가 매우 높으므로 저렴한 버섯재배의 첨가 기질로써 이용가능성을 시험하였다. 대조구인 malt extract agar보다 왕호장균 마쇄액 1/4 희석 한천배양기에서 느타리 균사 생장이 우수하였으며 1/8 희석 배지에서는 대조구보다 3배나 균사생장이 빨랐으며 균층의 밀도도 매우 높았다. 또한 느타리 균사가 대조구에서 10일정도 성장해야 90 mm이나, 왕호장균 배지(1/8)에서는 6일을 전후하여 모두 덮었다. 이는 Park 등 (1995)의 느타리 균사배양을 위한 새로운 합성 배지인 Park의 배지보다도 월등한 결과이다. 왕호장

균은 다양한 탄소원, 질소원 및 무기염류를 함유하고있어 느타리 균사 생장을 촉진시킨다. 그러나 왕호장균의 어떤 구성성분이 느타리균사 생장을 촉진하는 것인지 대해서는 부수적인 실험이 수행되어야 한다.

왕호장균 한천배양기의 최적 산도 및 희석비율을 알아본 결과 대체적으로 느타리 균사의 생장이 약 산성인 pH 6.5에서 생육이 왕성하였으며 이는 Chang 등 (1989)의 결과와 동일하다. 희석비율은 1/2보다 1/4, 1/8의 배지에서 느타리균사의 생장이 우수하였으며 1/16일 경우 균사의 생장은 뛰어났지만 균사밀도는 낮았고 1/2의 경우 그와 반대의 현상을 나타냈다. 왕호장균의 구성물질이 균사의 밀도 및 균사생장에 밀접한 영향을 미치는 것으로 사료된다. 본 실험에서는 pH 6.5, 희석비율 1/8이 느타리 균사생장에 가장 적합하였다. 왕호장균과 톱밥을 혼합하여 만든 배지를 시험관에 충전시키고 균사를 배양한 실험에서는 증류수만을 넣은 배지보다 왕호장균을 넣은 배지에서 느타리 생장이 우수하게 나타났으며 왕호장균 10%, 30%를 넣은 배지에서 대조구의 느타리 균사 생장보다 1.5 내지 2배의 균사 생장을 보였다. 이는 왕호장균 한천배양기에서의 결과와 유사하다. 왕호장균 10%+미강 10%에서 가장 균사생장이 빨랐으며 균사밀도도 매우 월등하게 나타났었다.

왕호장균 한천배양기의 희석비율 1/4, 1/8와 pH 4.5, 6.5, 8.5에서 느타리 균사와 *Trichoderma* sp.를 대칭배양한 결과는 산도와 관계없이 느타리 균사생장이 월등하게 나타났으며 *Trichoderma* sp.의 균사생장을 억제하였다. Park(1996)의 보고에 의하면 *Trichoderma* sp.의 균사생장은 pH 4, 5인 산성에서는 느타리 균사의 생육을 억제하며 pH 6, 7, 8의 약산성내지 중성 및 알칼리성에서는 느타리 균사 생육이 우수하다고 하였다. 그러나 왕호장균을 이용한 배지에서는 그와 다른 결과를 보였다. 즉, pH 4.5인 산성에서도 느타리균사가 *Trichoderma* sp.균사를 억제하였다. 이는 일반 버섯재배농가에서 느타리 균사를 신속히 균상에 활착시켜 균상을 선점한다면 유해미생물에 의한 피해를 줄일 수 있다는 사실과 유사한 현상으로 사료된다.

최근 *Trichoderma* sp. 변이균주의 발생으로 수

량감소를 초래하여 예방에 더욱 주력하고 있고 이들의 방제에는 재배사 및 재배기질의 살균이 필요하며 병발생시 생석회를 뿌려 산도를 높힘으로써 방제가 유효하다. 하지만 왕호장균 배지에서는 산도와 관계없이 *Trichoderma* sp.의 생육을 억제 한다는 것을 관찰할 수 있었다. 왕호장균을 이용한 푸른곰팡이병 방제의 연구가 수행되어야 한다고 생각한다.

최근 Daayf 등 (1995)은 왕호장균(*Reynoutria sachalinensis*)의 추출액을 이용하여 이루어진 오이 흰가루병(*Sphaerotheca fuliginea*)의 방제성도가 Benomyl보다 우수하다고 보고하였으며, Schneider, 등 (1994)은 오이나 담배에 왕호장균(*Reynoutria sachalinensis*)의 추출액을 처리 할 경우 *Pseudomonas fluorescens*나 *Stachybotrys chartarum*의 처리보다 chitinase,  $\beta$ -1,3-glucanase peroxidase, polyphenol oxidase, phenylalanine ammonia lyase의 activity를 증가시켜 유도 저항성을 발현시킨다고 보고하였다.

왕호장균, 톱밥, 미강을 혼합하여 종균 배양병에 충전한 후 느타리 균사를 접종한 결과, 톱밥 + 왕호장균 1 0% + 미강 10%의 배지에서 균사활착이 대조구보다는 4 내지 5일 빨랐으며, 2배 이상의 균사 성장을 보였고 균사의 밀도도 가장 우수하였다. 이는 느타리 종균을 제조할 경우 빠른 균사활착으로 종균 완성일을 단축시켜 경제적으로 유리할 것으로 사료된다.

## 적 요

왕호장균(*Reynoutria sachalinensis*)은 국내에서 자라는 마디풀과에 속하는 다년생 잡초로써 단위 면적당 Biomass가 매우 높으므로 버섯재배의 첨가 기질로써 이용가능성을 시험하였다. 대조구인 malt extract agar보다 왕호장균 1/4 희석 배지에서 느타리 균사 생장이 우수하였으며 1/8 희석 배지에서는 대조구보다 3배나 균사생장이 빨랐으며 균층의 밀도도 매우 높았다. 또한 느타리 균사가 왕호장균 한천배양기의 최적 산도 및 희석비율을 알아 본 결과 pH 6.5, 희석비율 1/8이 느타리 균사생장에 가장 적합하였다. 왕호장균, 톱밥 및 미강을 각각

혼합하여 균사생장을 비교하여 본 결과 왕호장균을 넣은 배지에서 느타리 생장이 우수하게 나타났으며 1.5 내지 2배의 균사생장을 보였다.

왕호장균 한천배양기의 희석비율 1/4, 1/8와 pH 4.5, 6.5, 8.5에서 느타리 균사와 *Trichoderma* sp.의 대칭배양에서 산도 및 희석농도와 관계없이 느타리 균사생장이 월등하게 나타났으며 *Trichoderma* sp.의 균사생장을 억제하였다.

왕호장균, 톱밥, 미강을 혼합하여 종균 제조시 톱밥 + 왕호장균 10% + 미강 10%의 배지에서 균사활착이 대조구보다는 4내지 5일 빨랐으며 2배 이상의 균사생장을 보였고 균사의 밀도도 가장 우수하였다.

## 참고문헌

- Albert, E., J.J. Peng, and Z.C. Chen. 1991. A survey of pathogenic fungi and weed moulds of cultivated mushrooms in Taiwan. *Mush. Sci.* 13: 425-429.
- Block, S.S., G. Tsao, and L. Han. 1958. Production of mushroom from saw dust. *J. Agric. Food Chem.* 6: 923-927.
- Chang, S.H., and P.G. Miles. 1989. Edible mushrooms and their cultivation. CRC Press. pp. 120.
- Cho, K.Y., N.G. Nair, P.A. Bruniges, and P.B. New. 1981. The use of cotton seed hulls for mushroom in Austria. *Mush. Sci.* 11: 679-690.
- Dawson, W.M. 1978. The use of cattle slurry as a mushroom compost material. *Mush. Sci.* 10: 105-113.
- Daayf, F., A. Schmitt, and R.R.B langer. 1995. The effects of plant extracts of *Reynoutria sachalinensis* on powdery mildew development and leaf physiology of long English cucumber. *Plant Dis.* 79: 577-580.
- Flack, R. 1917. Uber die Waldkultur des austernpilzes auf Laubholzstubben. *Z. Forest-Jagdwes.* 49: 159-165.
- Khanna-Paud Garcha H.S. 1981. Introducing the cultivation of *Pleurotus florida* in the plants of india. *Mush. Sci.* 11: 655-665.

- Martinez-Carrera P. 1989. Simple technology to cultivate *Pleurotus* on coffee pulp in the tropics. *Mush. Sci.* 12: 169-178.
- Park, W.M. 1996. New Synthetic Medium for Cultivation of *Pleurotus ostreatus*. *RDA J. Agri. Sci.* Vol. 38.
- Park, W.M., G.H. Kim, and J.W. Hyeon. 1995. New synthetic medium for growth of mycelium of *Pleurotus* species. *Kor. J. Mycol.* 23(3): 275-283.
- Schneider, S. and W.R. Ullrich. 1994. Differential induction of resistance and enhanced enzyme activities cucumber and tobacco caused by treatment with various abiotic and biotic inducers. *Physiol. Mol. Plant Pathol.* 45: 291-304.
- 이상선. 1991. 전통적인 버섯배지에서 사용되는 미강의 역할. *한국균학회지*, 19(1): 47-53.
- 이영노. 1996. 원색 한국 식물 도감. 교학사. pp. 114.
- 조우식, 윤영석, 박선도, 최부술. 1995. 제지부산물을 이용한 느타리버섯 자실체형성용 엽가 배지 개발. *Kor. J. Mycol.* 23(3): 197-201.
- 차동열, 유창현, 김광포. 1989. 최신 버섯재배기술. 상록사. 수원. pp. 107.