

중복기생균 *Ampelomyces quisqualis* 94013의 배양적 특성이상엽* · 류재당 · 김홍기¹농촌진흥청 농업과학기술원 식물병리과, ¹충남대학교 농업생명과학대학 농생물학과Cultural Characteristics of a Hyperparasite, *Ampelomyces quisqualis* 94013Sang Yeob Lee*, Jae Dang Ryu and Hong Gi Kim¹Division of Plant Pathology, National Institute of Agricultural Science and Technology,
Rural Development Administration, Suwon 441-707, Korea¹Department of Agricultural Biology, Chungnam National University, Daejeon 305-764, Korea
(Received on October 8, 2005)

Ampelomyces quisqualis 94013 (AQ94013), a hyperparasite, was selected as an effective biological control agent against cucumber powdery mildew. Optimal temperature for mycelial growth of AQ94013 was 26°C, and the optimal pH was 6.5. Conidia of AQ94013 were more produced on potato dextrose agar (PDA) in darkness than under alternating cycles of 12 hr fluorescent light and 12 hr darkness. Temperature range for spore germination of the fungus was 10~35°C, and optimal temperature was 20°C. Conidial germination of the fungus began 8 hr after incubation at 24°C. Germination rate of conidia at concentration of 5×10^5 spores/ml and 5×10^6 spores/ml was higher than at concentration of 5×10^7 spores/ml. The best source of carbon and nitrogen for mycelial growth of the fungus were dextrin and neopeptone, respectively.

Keywords : *Ampelomyces quisqualis* 94013, Biological control, Cucumber powdery mildew, Hyperparasite, Spore germination

흰가루병은 세계적으로 11,800여종의 식물에서 발생하고 있으며(Braun, 1987; Koji, 1986; Spencer, 1978), 우리나라에서는 약 300여종의 식물에서 발생하고 있다(한국 식물병리학회, 2004; Shin과 Kyeung, 1994). 흰가루병은 일반적으로 약간 건조한 조건에서 많이 발생하며, 특히 시설재배에서 일조부족, 고온, 환기불량, 밀식재배, 질소비료 과용 등의 요인과 함께 농촌 인력의 부족으로 인한 포장관리의 부실 등으로 급격히 증가하여 포장전체에 만연되고 있다(Shin과 Kyeung, 1994; Spencer, 1978). 특히 시설재배 포장에서는 흰가루병균이 분생포자의 형태로 생존이 가능하며, 분생포자가 식물체에 부착하여 발아가 시작된지 5일 내지 6일이면 한 세대가 경과하여 다시 분생포자가 형성된다(Endo, 1989). 분생포자세대로 전환된 흰가루병균은 이후 병반을 매우 빠른 속도로 형성하여 식물체에 피해를 입힌다.

흰가루병은 식물의 광합성과 호흡을 저해하여 동화작용과 증산작용을 감소시킨다(Wright 등, 1990). 흰가루병으로 인한 오이의 피해는 주당 평균 흰가루병의 병반면적율이 20%일 때 경제적 손실이 발생한다고 보고되었으나(Verhaar와 Hijwegen, 1993), 네덜란드에서는 흰가루병의 병반면적율이 50%일 때 오이수량이 35% 감소된다고 하였다(Belanger 등, 1998). 또한 하루에 주당 흰가루병 병반면적율이 1%일 때에는 대략 0.02%의 수량이 감소된다는 보고가 있다(Belanger 등, 1998). 한편 계속되는 농약사용으로 흰가루병균의 약제저항성이 유발되는 등 약효가 저하되고(Asari 등 1994; Erickson과 Wilcox, 1997; Lyr 등 1996; 中澤靖彦 등, 1994; 中澤靖彦, 1995), 무분별한 약제사용과 남용으로 특히 신선채소를 이용하는 소비자들은 농산물의 잔류농약에 의한 피해를 입기도 한다. 따라서 흰가루병 방제에 효율적이며 보다 안전한 농산물 생산을 위한 방제기술 개발이 필요하게 되었다.

이를 위해 흰가루병 중복기생균의 일종으로 흰가루병 방제용 우수 균주로 선발한 *Ampelomyces quisqualis* 94013 균주를 보다 효율적으로 사용하기 위하여 중복기생균의

*Corresponding author

Phone) +82-31-290-0425, Fax) +82-31-290-0406

E-mail) lsy1111@rda.go.kr

배양적 특성에 대하여 조사하였다. 배양적 특성조사는 균사생장과 병자각형성에 미치는 온도, pH와 배양기의 종류에 대한 영향조사, 그리고 포자발아에 미치는 온도, 배양기간 및 포자농도에 따른 포자발아의 영향을 조사하였으며, 이 선발 중복기생균의 균사생장에 대한 여러 탄소원과 질소원의 영향에 대하여 보고하고자 한다.

재료 및 방법

온도와 pH. *A. quisqualis* 94013(AQ94013) 선발균주의 균사생육 온도범위를 조사하기 위하여 감자한천배지(PDA)에서 배양한 균총을 직경 5 mm 코르크보러로 떼어내어 V8 juice agar 배지에 옮긴 다음, 온도가 5, 10, 15, 20, 22, 24, 26, 28, 30, 32, 35°C로 조절된 항온기에서 31일간 배양한 후 균총의 직경을 측정하였다. 균사생육이 가능한 pH 범위를 조사하기 위하여, pH 3.0부터 0.5 간격으로 9.0까지 조절된 PDA에 온도실험에서와 같이 균총을 옮긴 다음, 25°C 항온기에서 20일간 배양 후 균총을 측정하였다. 온도와 pH 실험은 처리당 3반복으로 실험하였다.

배양기와 광. 공시 중복기생균의 균사생장 및 포자형성을 촉진하는 배양조건을 찾기 위하여, 쌀겨배지 등 10종 배지를 사용하여 3반복으로 암조건 및 20 W 형광등이 12시간 주기로 조사되는 조건으로 나누어 25°C 항온기에서 37일간 배양한 후 균사생장길이와 병자각 형성 정도를 조사하였다. 또한 PDA배지에 포자현탁액(6.0×10^6 spores/ml)을 0.2 ml씩 5반복으로 분주하여 유리병으로 도말 후 10, 15, 20, 24, 28, 30, 32°C 항온기에서 형광등을 12시간 주기로 조사하여 7일간 배양 후 페트리디쉬당 10 ml씩 멸균수를 분주하여 포자수를 hemacytometer를 이용하여 3반복으로 수행하였다.

포자발아. 배양온도 및 배양일수가 공시균주의 포자발아에 미치는 영향을 알아보기 위해 직경 9 cm 페트리디쉬내 물한천배지(WA)와 PDA에 포자현탁액(2.0×10^7 spores/ml)을 0.25 ml씩 분주하였다. 분주 후 멸균된 유리병으로 도말한 다음, 4, 10, 15, 20, 25, 30, 35°C에서 1일, 2일, 3일, 4일간 배양하였다. 또한 배양시간별 발아율을 조사하기 위하여 상기와 같이 처리한 배양기를 24°C 항온기에서 5, 8, 11, 13, 16, 20, 24, 26, 48시간 배양 후 조사하였다.

포자농도가 발아에 미치는 영향을 알아보기 위하여, 포자농도를 5.0×10^5 spores/ml부터 5.0×10^7 spores/ml까지 8단계 농도로 조절하여 물한천배지에 페트리디쉬당 0.25 ml씩 분주한 다음, 멸균된 유리병으로 도말하여 25°C에서 24시간 및 48시간 배양한 후에 조사하였다. 포자발아율 및 형태조사는 100개씩 3반복으로 실시하였다.

영양원. 시험 중복기생균의 영양원 이용을 조사하기 위하여 Czapek Dox agar배지에 탄소원 27종, 질소원 28종을 각각 1%와 2%씩 첨가하고 PDA배지에서 배양된 시험균주의 균총을 직경 5 mm 코르크보러로 떼어내어 각각의 배지에 5반복으로 실시하였다. 24°C 항온기에 탄소원첨가 배양기는 43일 배양 후, 질소원첨가 배양기는 50일간 배양 후 균총직경을 조사하였다.

결과 및 고찰

온도와 pH. AQ94013는 5~32°C에서 성장하였으나 최적 균사생육 온도범위는 20~30°C였다(Table 1). 또한 26°C에서 균사의 생육은 가장 양호하였다. 병자각은 20~30°C에서 형성되었고, 26°C에서 가장 많은 병자각이 형성되었다. 이 균은 26°C에서 31일간 배양하여 균사가 41.8 mm 밖에 성장하지 못할 정도로 생육이 매우 느린 균이다. 이 균은 균사가 생육을 하면서 바로 병자각을 형성하므로 균총이 갈색 또는 흑갈색으로 보인다. Shin과 Kyeung(1994)도 이 균이 25일간 배양하여 균사가 37.6 mm 성장하였으며, 최적 생육온도가 26°C라고 보고하였다. Kiss와 Vajna(1994)의 배양실험에서도 같은 경향을 보였으며, Philipp과 Crüger(1978), Sundheim(1986), Szejnberg 등(1989)은 이 균의 균사생장 최적온도가 20~25°C라고 보고하였다.

AQ94013의 pH별 균사생장 정도를 조사한 결과, pH 3.0~9.0에서 성장하였으며, pH 3.0을 제외하고는 pH별 균사생육에는 큰 차이가 없었으나, pH 6.5에서 가장 잘 자랐다(Fig. 1). 이는 Shin(1994)이 보고한 결과와 일치하였다.

Table 1. Mycelial growth and pycnidial formation of *Ampelomyces quisqualis* 94013 at different temperatures

Temperature (°C)	Diameter of colony (mm) ^a	Formation of pycnidia ^b
5	8.2 h ^c	-
10	20.0 g	-
15	26.5 f	-
20	31.5 d	+
24	39.8 b	+
26	41.8 a	+++
28	36.7 c	++
30	29.0 e	++
32	7.6 h	-
35	5.0 i	-

^aMeasurement was made 31 days after cultivation on V8 juice agar.

^b+++ , abundantly produced; ++ , moderately produced; + , rarely produced; - , no formation.

^cIn a column, means followed by a common letter are not significantly different at the 1% level by DMRT.

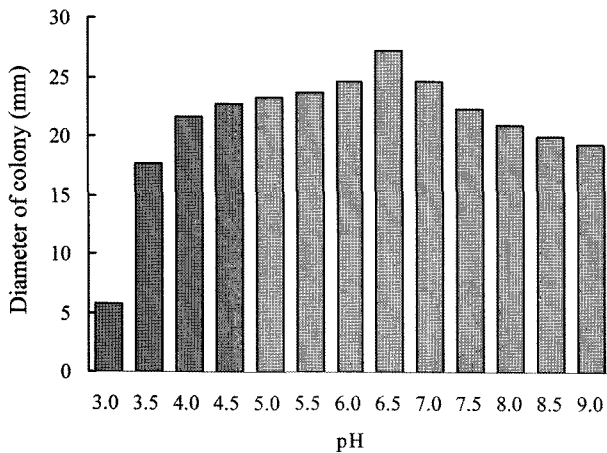


Fig. 1. Mycelial growth of *Ampelomyces quisqualis* 94013 incubated on potato dextrose agar with different pH for 20 days at 25°C.

배양기와 광. AQ94013의 병자각 형성을 촉진하는 배지를 선발하고자 암배양과 형광등 조사배양으로 나누어 실험한 결과, 12시간 형광등을 조사한 것 보다 암배양이 대부분 균사생장을 촉진하였으나, 포자형성에는 별 차이가 없었다(Table 2). 균사생장은 V8 juice agar에서 가장 빨랐고, 병자각형성은 Leoninan agar, PDA, V8 juice agar에서 많이 형성되었다. 그러나 제조방법의 복잡성 등을 고려하면 PDA가 이용하기에 보다 편리하였다. 한편 이와 같은 한천평판배지는 30일 정도 장기간배양을 하여야 하고, 이에 따라서 배양기간에 따른 포자 성숙도의 차이가 심하여 한 페트리디쉬내에서도 병포자의 모양과 활성에 차이가 인정되었다.

Shin과 Kyeong(1994)은 12시간 주기로 형광등을 조사한 처리구가 암배양보다 병자각 형성이 촉진되었다고 하였으나, 본 연구에서는 광처리구와 암처리구간에 병자각 형성량에 있어서 차이가 없었다. Sztejnberg 등(1989)은 Czapek Dox agar에서의 병자각형성은 25°C에서 가장 많았다고 하였으며, 포자농도가 높을수록 포자형성량이 많아 본 실험결과와 같은 경향을 나타냈다. 그들은 또한 저농도에서의 포자는 vesicular cell을 형성하지 않고 직접 발아하여 균사가 형성된다고 보고하였으며, 고체배지 synthetic mucor배지, bran extract배지, PDA순으로 병자각 수가 적게 형성되었다. 한편 Fernandes 등(1996)은 malt extract 배지에서 *A. quisqualis*의 포자형성이 양호하다고 보고한 바 있다.

Sundheim(1986)은 V8 juice agar에 *A. quisqualis*의 포자 현탁액을 접종하여 22°C에서 형광등과 근자외선광을 조사하면 포자형성이 촉진된다고 하였다. 그러나 본 실험에서는 PDA에 AQ94013의 포자를 도말하여 온도별로 7일간 배양후 조사한 결과, 광조건보다 암조건에서 2배 정도 포자형성량이 많았으며, 30°C에서 가장 많은 포자가 형성되었다(Table 3). 암처리구에서는 병자각이 흑색을 띠었으며, 광처리구에서는 배지가 옅은 갈색이었으며, 포자형성량도 적었다. 이 결과는 균총을 치상하여 병자각 형성 정도를 조사한 결과와 상반되는 것 같으나 포자를 배지 위에 도말한 경우에 포자발아를 저지하거나 병자각의 성숙을 지연시키는 것으로 추정된다. 이상의 결과로 추론해보면 이 균주는 식물체상에서 햇빛이 강하게 내리는 조건보다 약하거나 없을 때가 생육에 유리할 것으로 생각된다.

Table 2. Mycelial growth and pycnidial formation of *Ampelomyces quisqualis* 94013 on various media under fluorescent light and in darkness

Medium	Diameter of colony (mm) ^a		Formation of pycnidia ^a	
	Darkness	Light ^b	Darkness	Light ^b
Rice polish agar	38.0 de ^c	37.2 e ^c	+ ^d	+
Wheat bran agar	40.3 c	39.7 cd	+	++
Elliott's agar	40.0 cd	21.3 h	-	-
Glucose mineral agar	14.0 ij	13.3 j	-	-
Macrophomina sporulation agar	30.3 g	30.0 g	-	-
Septoria nodorum sporulation agar	16.0 i	6.3 k	-	+
Leoninan agar	34.0 f	21.5 h	+++	+++
Neopeptone glucose agar	40.3 c	41.0 c	++	++
V8 juice agar	52.2 a	50.5 a	+++	+++
Potato dextrose agar	46.0 b	44.0 b	+++	+++

^aExamined 37 days after incubation at 25°C.

^bAlternating cycles of 12 hr fluorescent light and 12 hr darkness.

^cIn a column, means followed by a common letter are not significantly different at the 1% level by DMRT.

^d+++ , abundantly produced; ++, moderately produced; +, rarely produced; -, no formation.

Table 3. Effect of temperature and fluorescent light on sporulation of *Ampelomyces quisqualis* 94013 incubated for 7 days on potato dextrose agar

Temperature (°C)	No. of spore ($\times 10^6/ml$) ^a	
	Fluorescent light/ dark ^b	Darkness
10	0.3 c ^c	0.2 d ^c
15	0.4 c	0.5 d
20	1.0 c	8.7 c
24	2.5 c	8.7 c
28	21.4 b	42.6 b
30	27.2 a	101.4 a
32	0.8 c	0.6 d

^aAverage of three replications.

^bAlternating cycles of 12 hr fluorescent light and 12 hr darkness.

^cIn a column, means followed by a common letter are not significantly different at the 1% level by DMRT.

포자발아온도. 포자현탁액(2.0×10^7 spores/ml)을 물한 천배지(WA)에 0.25 ml씩 도말하여 24시간 동안 배양 후에 온도별 포자발아를 조사한 결과, 4°C에서는 발아되지 않았으며, 10°C에서는 1% 발아하였다(Fig. 2). 또한 32°C에서는 1.4% 발아하였고, 35°C 이상에서는 전혀 발아되지 않았다. 최적 발아온도는 20~28°C이었다. PDA배지에서 실험한 결과, 10°C까지는 발아되지 않았고 15°C에서 5.4% 발아되었으며, 35°C에서 0.2%만이 발아되었다. 전체적으로 포자발아는 10~35°C에서 가능하였으며, 20°C에서 발아의 최적온도이었다. 이러한 결과로 볼 때 AQ94013을 처리할 때 포장의 온도조건이 기생력에 큰 영향을 미칠 것으로 생각된다. Szejnberg 등(1989)은 최적 포자발아온도가 20°C라고 보고하였으나, 본 실험결과에서는

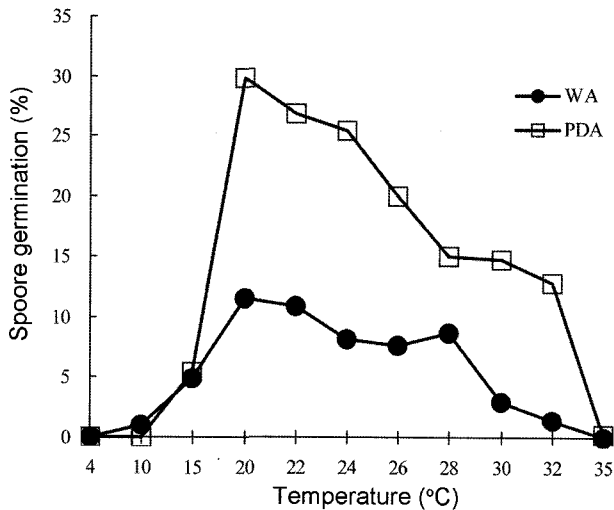


Fig. 2. Spore germination of *Ampelomyces quisqualis* 94013 on WA and PDA at different temperatures.

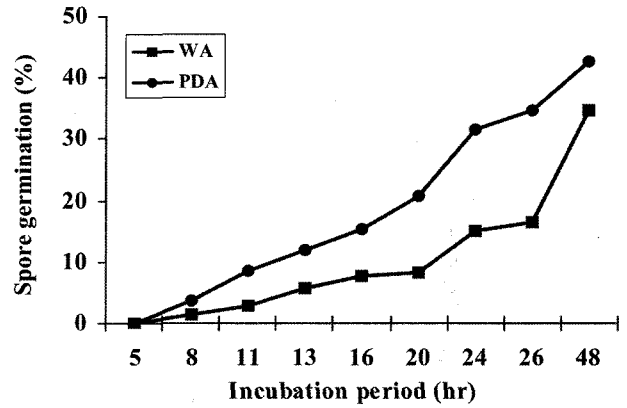


Fig. 3. Spore germination of *Ampelomyces quisqualis* 94013 at different spore concentrations on WA and PDA at 25°C.

AQ94013의 포자발아 최적온도가 배지에 따라서 차이가 있었지만, 20~28°C이므로 어느 정도 온도변화가 있는 환경조건에서도 이 균의 정착이 잘 이루어지리라 생각된다.

포자발아에 미치는 배양시간. 포자현탁액(2×10^7 spores/ml)을 도말후 24°C에서 5시간 동안 배양하였으나 포자가 전혀 발아되지 않았으며, 8시간 배양 후에는 WA에서 1.3%, PDA에서 3.6% 발아되었으며, 배양시간이 경과됨에 따라서 발아율이 증가하였다(Fig. 3). 48시간 배양 후 WA에서는 포자발아율이 24.8%이고, PDA배지에서는 42.5%였다. Szejnberg 등(1989)은 포자발아 적온인 20°C에서 배양 1일 후에 포자가 전혀 발아되지 않았고, 배양 2일 후부터 발아하기 시작하여 발아율이 증가하다가 배양 4일 후에는 90% 발아하였다고 보고하였다.

포자농도별 포자발아. 포자농도를 $5 \times 10^5/ml$, $5 \times 10^6/ml$, $5 \times 10^7/ml$ 로 나누어 25°C에서 24시간 및 48시간 동안 배양하여 조사한 결과, 포자농도 $5.0 \times 10^5/ml$ 처리구에서

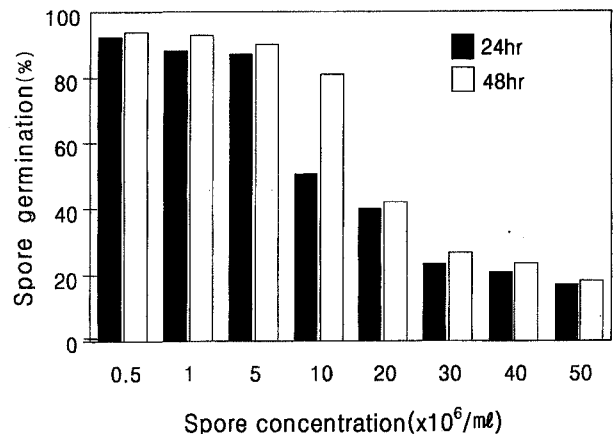


Fig. 4. Spore germination during incubation of spore suspension of *Ampelomyces quisqualis* 94013 on WA at 24°C.

는 발아율이 90% 이상이였으나 5.0×10^7 spores/ml 처리 구에서는 발아율이 17.3%였다. 따라서 포자농도가 높을 수록 포자발아율이 감소되는 경향을 나타냈다(Fig. 4). 이러한 결과는 Szejnberg 등(1989)과 Gu(1997)의 포자농도 별 발아실험 결과와 일치하였다. 또한 포자발아율은 WA에서도 같은 경향을 보여 높은 포자농도에서는 포자간의 확산성 자기억제(diffusible self-inhibitor)에 의해서 발아율이 감소되는 것으로 여겨진다. 따라서 본 중복기생균을 처리할 때는 고농도보다는 포자발아율이 높은 5.0×10^5 /ml이나 5.0×10^6 /ml의 포자농도로 처리하는 것이 흰가루병균에 대한 AQ94013의 기생력을 증가시킬 수 있을 것으로 생각된다.

Table 4. Effect of carbon source on mycelial growth of *Ampelomyces quisqualis* 94013 on Czapek Dox agar

Carbon source	Diameter of colony (mm) ^a	
	1%	2%
Dextrin	31.0 a ^b	30.0 a ^b
D-Mannitol	23.0 a	17.0 a
D(+)-Cellobis	23.0 a	18.0 a
Sucrose	22.0 a	20.0 a
Esculin	21.0 a	12.0 a
β-D(+)-Glucose	15.0 a	18.0 a
D(-)-Fructose	14.0 a	16.0 a
D-Sorbitol	14.0 a	19.0 a
myo-Inositol	14.0 a	9.0 a
D(+)-Galactose	13.0 a	18.0 a
Inulin	13.0 a	14.0 a
Starch	13.0 a	10.0 a
D(+)-Glucose	12.0 a	17.0 a
α-Lactose	12.0 a	11.0 a
L(-)-Sorbose	12.0 a	8.0 a
Fumaric acid	11.0 a	10.0 a
D(-)-Ribose	10.0 a	10.0 a
D(+)-Xylose	10.0 a	8.0 a
Dextrose	10.0 a	21.0 a
D(+)-Raffinose	9.0 a	13.0 a
Citric acid	9.0 a	6.0 a
D(+)-Mannose	8.0 a	12.0 a
L(+)-Arabinose	8.0 a	11.0 a
Maltose	7.0 a	8.0 a
L(+)-Ascorbic acid	7.0 a	5.0 a
D-Galacturonic acid	6.0 a	5.0 a
Arbutin	5.0 a	5.0 a
Control	7.0 a	

^aMeasured 43 days after incubation at 24°C.

^bIn a column, means followed by a common letter are not significantly different at the 5% level by DMRT.

탄소원. 탄소원은 세포의 구조를 유지하며 탄수화물 등의 합성에 필요하며, 산화물은 에너지원으로 진균의 생존에 필수적이다. AQ94013의 탄소원 이용을 조사하기 위하여 Czapek Dox agar에 dextrin 등 27종의 탄소원을 첨가하여 43일간 배양 후 조사한 결과, dextrin, D-mannitol, D(+)-cellobios, sucrose, esculin을 1% 첨가한 배양기에서 2%첨가한 것 보다 균사생장이 빨랐으며, 특히 탄소원 중에서 dextrin을 가장 잘 이용되는 것으로 나타났으나 통계적 유의차는 없었다(Table 4).

질소원. AQ94013이 진균의 amino acid, purine, nucleic

Table 5. Effect of nitrogen source on mycelial growth of *Ampelomyces quisqualis* 94013 on Czapek Dox agar

Nitrogen source	Diameter of colony (mm) ^a	
	1%	2%
Neopeptone	46.0 a ^b	42.0 a ^b
Casein enzymatic hydrolysate	41.0 b	27.0 ab
L-Asparagine	33.0 bc	29.0 ab
L-Proline	23.0 bc	27.0 ab
Gelatin	20.0 bc	22.0 ab
L-Valine	20.0 bc	12.0 ab
Glycine	18.0 bc	15.0 ab
L-Serine	16.0 bc	16.0 ab
L-Alanine	16.0 bc	21.0 ab
L-Arginine	16.0 bc	16.0 ab
DL-Citrulline	15.0 bc	13.0 ab
L-Aspartic acid	14.0 bc	13.0 ab
DL-Phenylalanine	13.0 bc	16.0 ab
L-Glutamic acid	13.0 bc	12.0 ab
Ca(NO ₃) ₂ · 4H ₂ O	13.0 bc	11.0 ab
L-Threonine	12.0 bc	12.0 ab
6-Benzylaminopurine	11.0 bc	11.0 ab
L-Isoleucine	10.0 bc	12.0 ab
L-Histidine	10.0 bc	10.0 ab
Tris(hydroxymethyl)aminomethane	10.0 bc	11.0 ab
L-Tyrosine	10.0 bc	7.0 b
L-Leucine	9.0 bc	8.0 ab
(NH ₄) ₂ · SO ₄	9.0 bc	11.0 ab
L-Tyrosine	8.0 bc	9.0 ab
KNO ₃	6.0 c	6.0 b
NaNO ₃	5.0 c	7.0 b
Urea	5.0 c	5.0 b
C ₉ H ₁₁ NO ₃	5.0 c	5.0 b
Control	6.0 c	6.0 b

^aMeasured 50 days after incubation at 24°C.

^bIn a column, means followed by a common letter are not significantly different at the 5% level by DMRT.

acid, chitin, vitamin 합성에 필요한 영양소를 요구한다. 질소원이 이용됨을 알아보기 위하여 탄소원 이용실험과 같은 방법으로 neopeptone 등 28종의 질소원을 공시하여 50일간 배양 후 조사한 결과에서, 공시 질소원 중에서 neopeptone, casein enzymatic hydrolysate, L-asparagine, L-proline을 1% 첨가한 배양기에서 2% 첨가한 것 보다 균사생장이 빨랐으며, 이들 중에서 AQ94013은 neopeptone을 가장 잘 이용하는 것으로 통계적인 유의차가 인정되었다(Table 5).

적 요

Ampelomyces quisqualis 94013는 중북기생균으로 흰가루병 생물적 방제용 우수균주로 선발하여, 이 균의 효율적 이용을 위한 배양적 특성을 조사하였다. *A. quisqualis* 94013의 균사생육 적온은 26°C이였으며, 균사생육 최적 pH는 6.5였다. 감자한천배지(PDA)배양시 광조건(형광등 12시간주기)보다는 암조건에서 더 많은 포자를 형성하였다. 이 균의 포자발아 온도범위는 10~35°C이고, 최적온도는 20°C이였다. 포자발아는 24°C에서 8시간 배양 후 시작되었으며, 포자발아율은 포자현탁액의 농도가 5×10⁷/m보다 5×10⁵/m나 5×10⁶/m에서 높았다. 이 균은 탄소원으로는 dextrin을, 질소원으로는 neopepton을 가장 잘 이용하였다.

참고문헌

- Asari, S., Horie, H. and Nakazawa, Y. 1994. Current status in sensitivity of *Sphaerotheca fuliginea* to DMI in Kanto-Tosan District, Japan. *Proc. Kanto-Tosan Plant Protec. Soc.* 41: 69-75.
- Belanger, R. R., Dik, A. J. and Menzies, J. M. 1998. Powdery mildews recent Advances toward integrated control. In: *Plant-microbe Interactions and Biological Control*. ed. by Boland, G. J. and Kuykendall, D. L. pp. 89-126. Marcel dekker, New York, USA.
- Braun, U. 1987. A Monograph of the *Erysiphales* (Powdery Mildews). Stuttgart, Borntraeger Publisher. 700 pp.
- Endo, T. 1989. Studies on the life-cycle of cucurbit powdery mildew fungus *Sphaerotheca fuliginea* (schlecht). *Poll. Spec. Bull. Fukushima Pref. Agr. Exp. Stn.* 5: 1-106.
- Erickson, E. O. and Wilcox, W. F. 1997. Distributions of sensitivities to three sterol demethylation inhibitor fungicides among populations of *Uncinula necator* sensitive and resistant to triadimefon. *Phytopathology* 87: 784-791.
- Fernandes, M. C., Santtos, A. S. and Santos, D. A. 1996. Cultivation of *Ampelomyces quisqualis* and interference of fungicides in its growth in vitro. *Fitopatologia-Brasillerira* 21: 26-29.
- Gu, Y. H. and Ko, W. H. 1997. Water agarose medium for studying factors affecting germination of conidia of *Ampelomyces quisqualis*. *Mycol. Res.* 101: 422-424.
- Kiss, L. and Vajna, L. 1994. New approaches in the study of the genus *Ampelomyces*. Abstracts of the 3rd EFPP Conference, Poznan, 83 pp.
- Koji Amano. 1986. Host range and geographical distribution of the powdery mildew. Japan societies press, Tokyo, Japan.
- 한국식물병리학회. 2004. 한국식물병명목록 제4판. 779 pp.
- Lyr, H., Russell, P. E. and Sisler, H. R. 1996. Modern fungicides and antifungal compounds. Intercept Limited, Andover, UK.
- 中澤靖彦, 大塚範夫. 1994. ウリ類うどんこ病菌. 植物防疫 48: 36-38.
- 中澤靖彦. 1995. キュウリうどんこ病菌の薬剤感受性. 今月の農業: 114-118.
- Philipp, W. D. and Crüger, G. 1979. Parasitismus von *Ampelomyces quisqualis* auf Echten Mehltaupilzen an Gurten und anderen Gemusearten. *Z. Pflanzenkrankh. Pflanzensch.* 86 : 129-142.
- Shin, H. D. and Kyeung, H. Y. 1994. Isolation of hyperparasitic fungi to powdery mildews and selection of superior isolates for biocontrol of cucumber powdery mildew. *RDA J. Agricul. Sci.* 36: 141-151.
- Spencer, D. M. 1978. The Powdery Mildew. Academic Press. London.
- Sundheim, L. 1986. Use of hyperparasites in biological control of biotrophic plant pathogens. In: *Microbiology of the Phyllosphere*. ed. by N. J. Fokkema and J. Van Den Heuvel, pp.333-347. Cambridge Univ. Press, Cambridge.
- Sztejnberg, A., Galper, S., Mazar, S. and Lisker, N. 1989. *Ampelomyces quisqualis* for biological and integrated control of powdery mildews in Israel. *J. Phytopath.* 124: 285-295.
- Verhaar, M. A. and Hijwegen, T. 1993. Efficient Production of phialoconidia of *Verticillium lecanii* for biocontrol of cucumber powdery mildew *Sphaerotheca fuliginica*. *Neth. J. Path.* 99: 101-103.
- Wright, D. P., Scholes, D., Horton, P., Baldwin, B. C. and Shepphard, M. C. 1990. The relationship between the development of haustoria of *Erysiphe graminis* and the energy status of leaves. In: *In Current Research in Photosynthesis*. Vol. 4. pp. 223-226. ed. by M. Baltscheffsky, Kluwer Academic Publishers. Dordrecht, Netherands.