

흰가루병 생물적 방제용 중복기생균 *Ampelomyces quisqualis* 94013의 대량배양이상엽* · 김용기 · 김흥기¹농촌진흥청 농업과학기술원 식물병리과, ¹충남대학교 농업생명과학대학 농생물학과Mass Cultivation of A Hyperparasite, *Ampelomyces quisqualis* 94013 for Biological Control of Powdery MildewSang Yeob Lee*, Yong Ki Kim and Hong Gi Kim¹Plant Pathology Division, 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 November 19, 2007)

An isolate of *Ampelomyces quisqualis* 94013(AQ94013) was selected as an effective agent for biological control against cucumber powdery mildew. In order to develop mass production technique, six cereal media made with barley, rice, millets and brown rice, sorghum and rice seed were tested. Among them, barley medium was the best for the growth and conidial production of AQ94013. Optimum temperature for the mass production of AQ94013 was 25°C and followed by 20°C and 30°C. Light radiation inhibited conidial production of AQ94013 since number of conidia formed on barley medium under continuous light or 12 hrs alternative light were much less than cultured in darkness. The conidia produced on the medium at 30°C maintained the parasitic ability to *Sphaerotheca fusca* for 30 days. A culture method of AQ94013 in barley liquid medium with adding barley powder(40 g/l) in darkness for five days at 25°C using a 30 l-fermenter was very effective for mass production of conidia.

Keywords : *Ampelomyces quisqualis*, Biological control, Cucumber, Hyperparasite, Mass culture, Powdery mildew

*Ampelomyces quisqualis*는 자연상태에서 많은 흰가루병균의 무성세대와 유성세대에 감염하는 기생균이다. 흰가루병균에 기생하는 이 균은 흰가루병에 기생하는 생물적 방제균으로 가능성이 있다고 많이 보고를 하였다(Hijwegen 등, 1984; Holstein, 1996; Kiss, 1993, 2004; Szejnberg 등, 1989). 그러나 *A. quisqualis*는 배지상에서 매우 천천히 자라는 균으로 알려져 있고, 다량의 포자를 수확하기가 매우 어렵다고 하였다(Sundheim 등, 1982; Szejnberg 등, 1989). Jarvis와 Slingsby(1977)는 감자포도당고체배지에서 *A. quisqualis*의 포자형성이 잘 되었다고 보고하였으며, Beuther 등(1983), Phillip과 Kirchoff(1983)는 *A. quisqualis*의 액체배양을 하면서 1% malt와 0.2% yeast

extract로 조성한 배지를 사용하였다. Galper 등(1985)은 *A. quisqualis*의 분생포자각(병자각)이 Emmons(1930)가 명명한 vesicular cell로부터 형성되는 것으로 보고하였다. 그 후로는 V8 juice 배지를 이용하는 등 기존에 보고된 배양법(Gu, 1998; Philipp 등, 1990; Puzanova, 1977; Szejnberg 등, 1990)은 기초적인 실험을 위한 배양에 불과하여 경제성이 있는 대량 배양기술의 개발이 절실히 필요한 실정이다(Hofstein 등, 1994).

국내에서 오이 흰가루병에 생물적 방제 효과가 우수하여 선발한 AQ 94013균주는 26°C에서 31일간 배양해도 균사가 41.8 mm 밖에 성장하지 못할 정도로 생육이 매우 느린 균이다(Lee 등, 2005). 그리고 이 균을 배지에 치상한 부분과 31일 후에 자란부분에서 분생포자각이 형성되지만 치상부위의 분생포자각내의 분생포자(병포자)는 노화되어서 흰가루병균에 기생력이 매우 저조하여 실내실험을 비롯한 포장실험 등에 필요한 신선하며 기생력이 높

*Corresponding author

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

E-mail) lsyl1111@rda.go.kr

은 *A. quisqualis* 94013균주의 대량 배양이 필요하여 보리를 비롯한 8종의 곡류를 사용하였고, 추가로 배양온도별 포자형성과 형성된 포자의 오이 흰가루병균에 대한 기생력을 조사하였다. 대량배양용 유기물로 선발한 보리짚을 분말하여 첨가량별 액체배지를 제조하여 플라스크 및 발효조에서 배양하여 적정 첨가량을 구명하였다.

재료 및 방법

***Ampelomyces quisqualis* 94013균주(AQ94013).** 팔 흰가루병균(*Sphaerotheca phaseoli*)에서 분리한 흰가루병균의 기생균 AQ94013은 오이 흰가루병 방제효과가 가장 우수한 균주로 선발하였으며, 이 AQ94013균주를 PDA 배지에 배양하여 10°C에 보관하면서 실험에 사용하였다.

곡립배지종류. 쌀, 보리짚 등 6종의 곡류배지를 공시하여 250 ml 삼각플라스크에 곡류를 50 g씩 담고 멸균수를 20 ml를 첨가하여 2회 멸균 후 AQ94013의 포자현탁액(7.0×10^6 /ml)을 3 ml씩 접종한 다음, 24°C 배양기에서 15일간 배양 후 형성된 포자수를 조사하였다.

AQ94013의 적정 배양온도 및 기간구명. 보리짚배지에서의 배양온도 및 배양기간별 포자형성량을 조사하기 위하여 멸균한 보리짚 100 g이 담긴 500 ml 삼각플라스크에 공시균주의 포자현탁액(1.3×10^7 포자/ml)을 1 ml씩 접종하여 20, 25와 30°C의 항온기에서 각각 7일, 10일, 14일간 배양 후에 형성된 포자수를 조사하였다.

AQ94013의 접종 적정농도 구명. 접종농도와 배양온도별 포자형성량을 조사하기 위하여 보리짚배지에 공시균주의 포자현탁액을 1×10^3 포자/ml부터 1×10^7 포자/ml까지 조절하여 5단계로 1 ml씩 접종한 다음, 20°C, 25°C, 30°C의 항온기에서 각각 14일간 배양 후에 형성된 포자수를 조사하였다.

보리짚곡립배지의 광처리가 AQ94013 포자형성에 미치는 영향 조사. 멸균한 보리짚 100 g이 담긴 500 ml 삼각플라스크에 공시균주의 포자현탁액(2.0×10^7 포자/ml)을 1 ml씩 접종하여 배양온도를 30°C로 하고 암처리와 형광등(20 W)이 12시간 주기로 조사되는 항온기에서 12일 배양 후 각각 형성된 포자수를 조사하였다.

AQ94013의 포자형성량 조사. 배양하여 포자형성한 곡류를 1 g씩 3반복으로 정량하여 10 ml 멸균수가 담긴 시험관에 넣고 30분간 진탕 후 hemacytometer를 이용하여 처리구당 5반복씩 조사하였다.

보리짚곡립배지에서 배양한 포자의 흰가루병균에 대한 기생력 평가. 보리짚배지에서 배양 온도 및 기간별로 배양된 배양물로부터 포자현탁액(6.0×10^6 포자/ml)을 조제

하여 오이 흰가루병균에 대한 기생력을 검정하였다. 오이 재배는 온실에서 바로커상토와 원예용장기육묘용 상토를 1:1(v/v) 비율로 혼합하여 직경 10 cm 포트에 담은 후 온성백다다기오이를 파종하여 제 3 본엽 출아 시기에 이병된 식물체로부터 수거한 흰가루병균(*Sphaerotheca fusca*)을 접종하여 7일 후 병반이 형성된 오이식물체에 중복기생균의 포자현탁액 농도(1×10^6 포자/ml)로 분무처리한 다음, 제 1 본엽을 직경 2.5 cm 크기로 잘라내어 직경 9 cm의 유리페트리디쉬에 살균수를 적신 여과지 3매를 깔고, 잘라낸 오이잎을 넣었다. AQ94013균주를 처리한 오이잎 절편을 사래에 4매씩 균주당 3 페트리디쉬씩 처리한 다음, 25°C 항온기에서 형광등을 14시간 주기로 비추면서 처리 8일 후 해부현미경(40배)하에서 흰가루병의 병반면적을 조사하였다.

처리한 *A. quisqualis* 균에 의해서 감염된 오이 흰가루병균을 자세히 관찰하면 흰가루병균의 분생자경이 비정상적으로 구부러져 있으며 분생자경의 밑부분에 *A. quisqualis* 균의 갈색내지 황백색의 분생포자각이 형성되어 흰가루병균의 균총이 갈색 내지 흑갈색으로 나타나는데 흰가루병균의 균총이 갈변한 면적을 제외한 순수 흰가루병반의 면적을 조사하였다.

AQ94013의 액체배양시 보리짚분말 적정농도구명. 보리짚분말을 물 1 l당 10 g, 20 g, 40 g, 60 g, 80 g의 비율로 250 ml 삼각플라스크에 100 ml씩 넣은 다음, 멸균 후 포자현탁액(3.0×10^5 포자/ml)을 1 ml씩 접종하여 25°C에서 150 rpm으로 10일간 진탕배양 후 포자수를 hemacytometer로 조사하였다. 피펫을 사용하여 보리짚분말액체배지의 배양물 5 ml를 채취하여 균질기로 마쇄한 다음, 1 ml를 9 ml 멸균수가 담긴 시험관에 희석하여 처리당 5반복으로 포자수를 조사하였다.

보리짚분말 배지를 이용한 AQ94013의 발효조 배양. 60 mesh체로 거른 보리짚분말을 1 l당 20 g의 비율로 첨가하여 12 l의 액체배지를 제조하여 30 l 발효조(한국발효기, KF-30L)에 넣은 다음 멸균 후, pH를 6.5로 조절하고, 멸균한 배지에 포자현탁액(1.0×10^8 포자/ml)을 220 ml 넣은 다음, 25°C에서 (산소량: 3 l/min, 200 rpm) 7일간 배양하였다. 그 후 20 ml의 배양물을 채취하여 플라스크배양에서와 같은 방법으로 포자수를 조사하였다.

결과 및 고찰

곡립배지종류. 보리짚을 비롯한 6종의 곡립배지에서 AQ94013을 접종한 후 25°C에서 15일간 암상태에서 배양하여 포자형성량을 조사한 결과, 보리짚배지에서는 $2.6 \times$

Table 1. Sporulation of AQ94013 on various cereal media

Cereal	No. of spores ($\times 10^7/g$) ^{a)}
Barley	2600 a ^{b)}
Rice	2200 a
Millet	34 b
Unpolished rice	2.8 b
Sorghum	2.4 b
Rice seed	0.36 b

^{a)}Two-ml of spore suspension ($5.0 \times 10^7/ml$) of AQ94013 was inoculated on each medium. Measurement was made after 15 days' incubation at 25°C in darkness. ^{b)}In a column, means followed by a common letter are not significantly different at the 1% level by DMRT.

$10^{10}/g$ 개, 쌀배지에서는 $2.2 \times 10^{10}/g$ 의 포자가 형성되었으나 기장, 현미, 수수와 범씨에서는 보리배지에서 보다 매우 적은 $10^6 \sim 10^8/g$ 포자가 형성되었다(Table 1). AQ94013을 보리쌀배지에서 배양한 경우에는 보리쌀 표면이 흑갈색으로 변하였고 확대하여 보면 AQ94013의 흑갈색이 분생포자각이 서로 뭉쳐서 형성되어 있었다(Fig. 4D, E). 그리고 AQ94013 포자의 수거과정에서 쌀배지 자체가 물에 잘 풀리므로 사용하는데 불편한 반면에 보리쌀배지는 순수하게 포자를 수거할 수 있었다. 그러므로 보리쌀배지를 이용하는 것이 이 균의 포자형성이나 포자수거의 용이성을 고려할 때 보다 효율적인 것으로 생각된다.

AQ94013의 적정 배양온도 및 기간. 보리쌀배지에서 배양일수를 달리하여 AQ94013을 배양 후 포자형성량을 조사한 결과, 20°C와 25°C에서 배양한 경우에는 7일 후부터 10^8 이상의 포자가 형성되었다(Fig. 1). 14일간 배양 온도별 포자형성량을 조사한 결과, 20°C 처리구에서는 2.1×10^8 개, 25°C 처리구에서는 2.3×10^8 개이며, 30°C 처리구에서는 1.6×10^8 개 포자를 형성하였다. 그리고 32°C에서

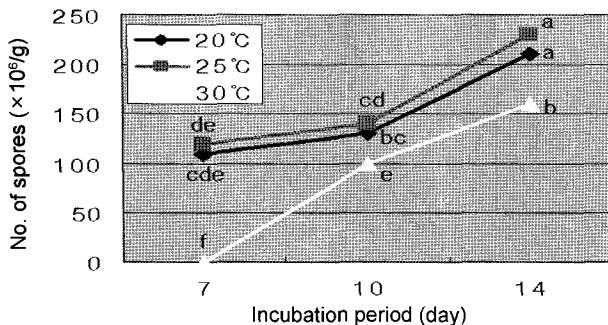


Fig. 1. Sporulation of AQ94013 cultured in barley medium in 500ml-flasks at different temperatures; ^{a)}One-ml of spore suspension ($1.3 \times 10^7/ml$) of AQ94013 was inoculated on each barley medium in 500 ml-flasks. ^{c)}In a column, means followed by a common letter are not significantly different at the 5% level by DMRT.

는 거의 포자가 형성되지 않았다(테이타 미세시). 또한 배양일수가 늘어나면서 포자형성량이 증가되었으나, 장기간 배양하였을 때에는 후막포자같은 균사가 형성되었으며 (Fig. 4C), 25°C에서 가장 많은 포자가 형성되어 이 온도가 포자형성을 위한 최적 온도로 생각되었다.

AQ94013의 적정 접종농도. 보리쌀배지에 AQ94013의 포자 접종농도를 $1 \times 10^3 \sim 1 \times 10^7$ 으로 조절하여 배양한 결과, 포자의 접종농도가 높을수록 많은 양의 포자가 형성되었다(Fig. 2). 25°C에서 12일간 배양하였을 때, 1×10^3 포자 접종구는 $4.0 \times 10^7/g$ 의 포자, 1×10^4 포자 접종구는 $7.0 \times 10^7/g$ 의 포자, 1×10^5 포자 접종구는 $1.0 \times 10^8/g$ 의 포자, 1×10^6 포자 접종구는 $1.3 \times 10^8/g$ 의 포자, 1×10^7 포자 접종구는 $2.3 \times 10^8/g$ 의 포자를 각각 형성하였다. 포자를 대량으로 얻기 위한 배양에서도 여러 가지 조건이 필요하지만, 저농도로 접종하여 배양하는 것보다는 고농도의 포자현탁액으로 접종하여 배양하는 것이 배양일수를 단축시키는 한 가지 방법으로 생각되었다.

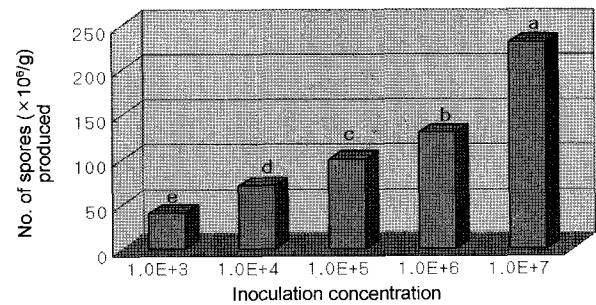


Fig. 2. Sporulation of AQ94013 cultured on barley medium inoculated with spore concentrations; ^{a)}In a column, means followed by a common letter are not significantly different at the 5% level by DMRT.

AQ94013의 포자형성에 있어서 광처리 효과. 보리쌀배지를 이용하여 AQ94013을 형광등 조사구와 암배양구로 구분하여 30°C에서 10일간 배양 후 포자형성량을 조사한 결과, 광처리구보다 암배양구에서 약 9.5배 정도 많은 포자가 형성되었으며 (Table 2), 암배양에서 배양된 보

Table 2. Sporulation of AQ94013 on barley medium under alternative fluorescent light and darkness

No. of spores ($\times 10^7/ml$) produced ^{a)}	
Light/Darkness ^{b)}	Darkness
2.4 b ^{c)}	22.9 a

^{a)}One-ml of spore suspension ($2.0 \times 10^7/ml$) of AQ94013 was inoculated on barley medium and cultured for ten days at 30°C. ^{b)}Alternating cycles of 12 hr fluorescent light and 12 hr darkness. ^{c)}In a column, means followed by a common letter are not significantly different at the 1% level by DMRT.

리쌀의 표면에 AQ94013의 분생포자각과 균사체가 형성되어 흑갈색으로 나타내어 형광등 조사구(Fig. 4F-1)에서 보다 많은 분생포자각이 형성됨을 알 수 있었다(Fig. 4F-2).

배양온도 및 배양일수별 AQ94013의 오이 흰가루병균에 대한 기생성. AQ94013의 보리쌀배지에서 배양온도 및 배양일수별 오이 흰가루병균에 대한 감염활성을 조사한 결과, 20°C에서 배양한 경우에는 보통 16일간 포자의 활성이 유지되고, 25°C에서 배양한 경우에는 12일까지 포자의 활성이 유지되었다(Table 3). 30°C에서 배양한 경우에는 포자의 활성이 매우 높고, 30일간 활성이 유지되어 실험에 사용할 때는 30°C에서 배양하여 사용하는 것이 바람직하다고 사료된다. 포자형성량을 고려할 때는 25°C에서는 다른 온도에서보다 포자형성이 빨리 이루어지나 포자의 활성은 일찍 소실되는 것으로 나타나 25°C에서 대량배양 후 포장적용시에는 보통 12일 이내에 사용하는 것이 적합할 것으로 여겨진다.

Table 3. Viability of AQ94013 spores to infect *Sphaerotheca fusca* on cucumber leaves at different temperatures

Incubation period (day)	Hyperparasited lesion area of spore produced at different incubation temperatures ^{a,b)}		
	20°C	25	30
7	+++ ^{c)}	+++	+++
10	+++	+++	+++
12	+++	+	+++
14	++	-	+++
16	+	-	+++
21	-	-	++
30	-	-	+

^{a)}Spore suspension ($5 \times 10^6/ml$) of AQ94013 was treated onto cucumber leaves infected with *S. fusca*. ^{b)}Infection area was examined after 8 days' treatment at 25°C. ^{c)}+++ : above 71%; ++ : 11~70%; + : below 10%; - : no infection.

보리쌀분말첨가량에 따른 포자형성량 정도. 대량배양시 보다 손쉬운 포자수거를 위해서는 고체배지보다 액체배양이 유리하기 때문에 효과적인 배양조건을 찾아보고자 하였다. 보리쌀액체배지를 보리쌀분말의 양을 다르게 넣고 제조하여 AQ94013의 포자현탁액(5.0×10^6 포자/ml)을 접종한 다음, 25°C에서 10일간 진탕 배양 후 포자수를 조사한 결과, 보리쌀분말의 함량이 10 g, 20 g, 60 g과 80 g를 첨가한 구에서는 모두 10^7 포자/ml가 형성되었으나, 보리쌀분말 40g를 첨가한 액체배지에서 1.4×10^8 포자/ml가 형성되어 보리쌀분말의 적정함량이라고 사료되었다(Fig. 3). 보리쌀분말액체배지에서 배양한 AQ94013균주는 균사체내에 원형 내지 타원형의 분생포자각이 형성되었으며(Fig. 4A), 하나의 분생포자각을 떼어내어 광학현미경으로 관찰하면 분생포자각으로부터 분생포자의 덩어리가 밖으로 ooze처럼 흘러나온다(Fig. 4B).

Philipp 등(1990)와 Szejnberg 등(1990)은 감자포도당액체배지를 이용하여 1×10^6 포자/ml 수확하였고, Gu(1998)는 50%의 당근액체배지를 이용하여 25°C 7일간 배양하여 $2.4 \times 10^7/ml$ 의 포자를 형성시켰는데, 저자들은 보리쌀분말액체배지를 이용하여 보다 많은 포자를 얻을 수 있었다(Fig. 4A,B). 본 실험결과, AQ94013은 고체인 보리쌀배지보다는 보리쌀분말액체배지에서 포자형성량이 떨어지는 것으로 나타났으나, 보리쌀분말액체배지는 조제방법이 간편하고, 포자수확도 용이하므로 소규모 포장실험을 위한 대량배양시에는 매우 편리할 것으로 여겨진다.

AQ94013의 발효조 배양. AQ94013의 실용화를 위하여 30l발효조(한국발효기)가 이용하여 최적 pH 6.5로 조절한 보리액체배지에서 AQ94013을 배양일수별로 포자형성량을 조사하였다. 배양 4일 후에 배지의 색이 흑갈색으로 변하면서 분생포자각이 성숙되기 시작하여 5.6×10^5 포자/ml를 형성하였고, 배양 5일 후에는 대부분의 분생포자

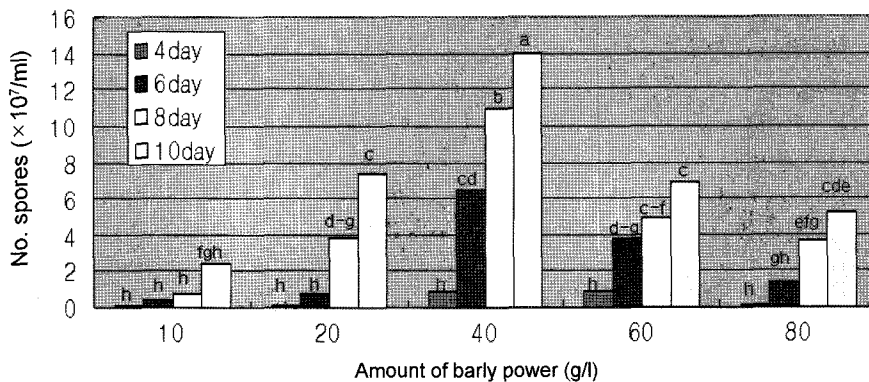


Fig. 3. Sporulation of AQ94013 in barely liquid medium amended with different volumes of barely powder in 500 ml-flasks; ^{a)}One-ml of spore suspension ($5.0 \times 10^6/ml$) of AQ94013 was inoculated in each 100 ml-barely liquid medium in 500 ml-flasks and shaking-cultured by 150 rpm at 25°C. ^{b)}In a column, means followed by a common letter are not significantly different at the 5% level by DMRT.

Table 4. Sporulation of AQ94013 in barley liquid medium cultures in 30 l-fermenters

No. of spores per milliliter produced after incubation ^{a)} of			
4 days	5	6	7
5.6×10 ⁸ b ^{a)}	1.2×10 ⁸ a	2.0×10 ⁸ a	2.2×10 ⁸ a

^{a)}220ml of spore suspension (1.0×10⁸/ml) of AQ94013 was inoculated in 12l-barley liquid medium in a 30l-fermenter and shaking-cultured by 200 rpm at 25°C. ^{b)}In a column, means followed by a common letter are not significantly different at the 1% level by DMRT.

각이 성숙되어 1.2×10⁸ 포자/ml를 형성하였다(Table 4). 그 후로 배양일수가 경과되면서 포자형성수도 증가되었지만, 경제적인 배양일수는 5일이라고 판단되었다.

*Ampelomyces quisqualis*의 배양에 관한 연구는 Davydove 등(1985), Hofstein과 Fridlender 등(1974), Puzanova(1977) 등 많은 연구자들이 수행하였으나 발효조 배양은 Philipp 등(1990)이 PDB배지를 이용하여 10일간 배양 후에 10⁶

포자/ml를 수확하였다는 보고가 있을 뿐이고, 산업화를 위한 대량배양에 관한 연구는 개발회사의 중요한 노하우로 밝혀지지 않고 있는 실정이다.

AQ94013의 최적 배양조건 확립은 앞으로 이 균을 이용한 흰가루병 방제의 미생물제제화를 위한 배양기술 확립으로 실용화에 큰 영향을 미칠 것으로 보여 매우 중요한 의미가 있다고 생각된다.

적 요

Ampelomyces quisqualis 94013(AQ94013)는 오이 흰가루병에 대한 생물적 방제를 위하여 효과적인 기생균으로 선발되었다. AQ94013균의 대량배양기술을 개발하기 위하여 보리쌀, 쌀, 기장, 현미, 수수, 벼씨의 6종의 곡류를 이용하여 실험하였다. 그중에서 보리쌀은 AQ94013의 생장과 포자형성에 가장 좋은 배지였다. 대량배양의 최적은

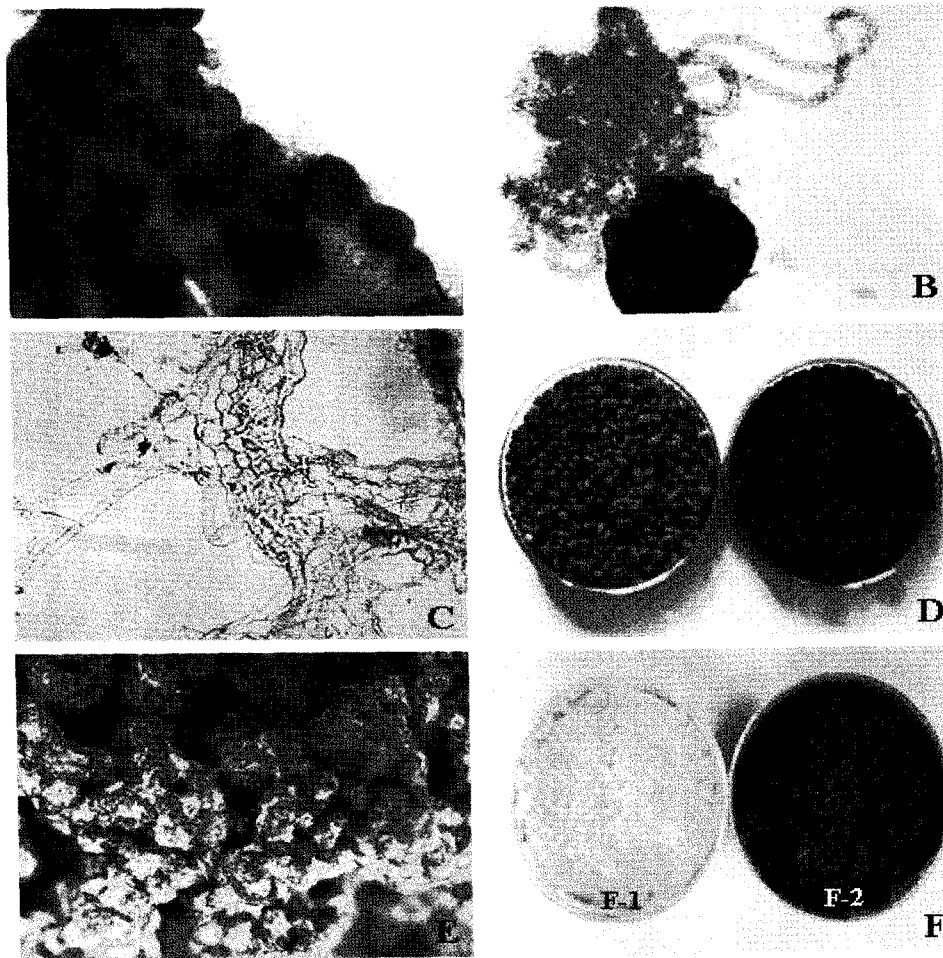


Fig. 4. Cultural and mycological characteristics of AQ94013 on various media; (A) pycnidia of AQ94013 produced in liquid culture, (B) a conidial ooze from a pycnidium, (C) hyphae produced after long-term incubation in a liquid medium, (D&E) cultural features of AQ94013 on barley medium, (F) cultural features of AQ94013 on PDA under alternating cycles of 12 hr fluorescent light and 12 hr darkness (F-1) and in darkness (F-2).

도는 25°C이였으며, 20°C와 30°C 순이었다. 암배양 보다 광을 하루에 12시간 주기로 조사한 보리쌀배지에서 포자 수가 적어서 광은 AQ94013의 포자형성을 억제하였다. 그러나 30°C에서 형성된 포자는 오이 흰가루병균(*Sphaerotheca fusca*)에 대하여 30일간 기생력을 유지하였다. 보리 AQ94013의 배양방법은 30l-발효조를 이용하여 쌀분말(40 g/l)을 첨가한 보리쌀분말액체배지에서 25°C에서 5일간 암배양이 포자대량배양에 매우 효과적이었다.

참고문헌

- Beuther, E., Philipp, W. D. and Grossman, F. 1981. Untersuchungen zum Hyperparasitismus von *Ampelomyces quisqualis* auf Gurkenmehltau (*Sphaerotheca fuliginea*). *Phytopath. Z.* 101: 265-270.
- Davydova, E. P., Rudakov, O. L. and Ganovskaya, L. A. 1985. Spore production of mycophilic fungi, *Ampelomyces quisqualis* Ces. ex Schlecht. in submerged culture. *Mikol. Fitopatol.* 19: 9-11(In Russian).
- Galper, S., Szejnberg, A. and Lisker, N. 1985. Scanning electron microscopy of the ontogeny of *Ampelomyces quisqualis* pycnidia. *Can. J. Microbiol.* 31: 961-964.
- Gu, Y. H. 1998. Liquid culture of *Ampelomyces quisqualis*, a mycoparasite for biological control of powdery mildews. *Ann. Phytopathol. Soc. Jpn.* 64: 458-461.
- Hijwegen, T. and Buchenauer, H. 1984. Isolation and identification of hyperparasitic fungi associated with *Erysiphaceae*. *Neth. J. Plant Pathol.* 90: 79-84.
- Hofstein, R. 1996. *Ampelomyces quisqualis*, a new biofungicide to control powdery mildew in grapes. in Brighton Crop Protection Conference-Pests and Diseases, Vol. 1: 34-40. British Crop Protection Council, Farnham, UK.
- Hofstein, R. and Fridlender, B. 1994. Development of production, formulation and delivery systems. In Brighton Crop Protection Conference-Pests and Diseases, Vol. 3: 1273-1280. British Crop Protection Council, Farnham, UK.
- Jarvis, W. R. and Slingsby, K. 1977. The control of powdery mildew of greenhouse cucumber by water sprays and *Ampelomyces quisqualis*. *Pl. Dis. Repr.* 61: 728-730.
- Kiss, L. and Vajna, L. 1993. Biological control of powdery mildew fungi using their *Ampelomyces* spp. hyperparasites. Abstracts of the 3rd Crop Protection Conference, Keszthely, p. 26(In Hungarian).
- Kiss, L. and Vajna, L. 1995. New approaches in the study of the genus *Ampelomyces*, hyperparasites of powdery mildew fungi. In : Environmental Biotic Factors in Integrated Plant Disease Control (ed. M. Manka), pp. 301-304. Polish Phytopathological Society, Poznan, Poland.
- Kiss, L., Russell J. C., Szentivanyi, O., Xu, X. and Jeffries, P. 2004. Biological and biocontrol potential of *Ampelomyces* mycoparasites, natural antagonist of powdery mildew fungi. *Biocontrol Science and Technology* 14(7): 635-651.
- Lee, S. Y., Ryu, J. D. and Kim, H. K. 2005. Cultural characteristics of a hyperparasite, *Ampelomyces quisqualis*. *Research in Plant Disease* 11(2): 173-178.
- Philipp, W. D. and Kirchhoff, J. 1983. Wechselwirkungen zwischen Triadimefon und dem Mehltauhypersparasiten *Ampelomyces quisqualis* in vitro. *Z. Pflanzenkrankh. Pflanzensch.* 90: 68-72.
- Philipp, W. D., Beuther, E., Hermann, D., Klinkert, F., Oberwalder, C., Schmidtke, M. and Straub, B. 1990. Zur Formulierung des Mehltauhypersparasiten *Ampelomyces quisqualis* Ces. *Z. Pflanzenkrankh. Pflanzensch.* 97: 120-132.
- Puzanova, L. 1977. Method for mass culture of hyperparasites from the genus *Ampelomyces* for the control of powdery mildews of agricultural crops. *Trudy Kubanskogo S. Kh. Inst.* 148: 20-22.
- Sundheim, L. and Amunden, T. 1982. Fungicide tolerance in the hyperparasite *Ampelomyces quisqualis* and integrated control of cucumber powdery mildew. *Acta Agri. Scand.* 32: 349-355.
- Szejnberg, 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.
- Szejnberg, A., Galper, S. and Lisker, N. 1990. Conditions for pycnidial production and spore formation by *Ampelomyces quisqualis*. *Can. J. Microbiol.* 36: 193-198.