

Ampelomyces quisqualis 94013의 오이 흰가루병균 기생에 영향을 미치는 환경조건과 기주범위

이상엽* · 류재당 · 김흥기¹

농촌진흥청 농업과학기술원 식물병리과, ¹충남대학교 농업생명과학대학 농생물학과

Environmental Factors Affecting Parasitism to Cucumber Powdery Mildew Fungus, *Sphaerotheca fusca* by *Ampelomyces quisqualis* 94013 and Its Host Range

Sang Yeob Lee*, Jae Dang Ryu and Hong Gi Kim¹

Division of Plant Pathology, National Institute of Agricultural Science and Technology,
Rural Development Administration, Suwon 441-707, Korea

¹Department of Agricultural Biology, Chungnam National University, Daejeon 305-764, Korea

(Received on October 8, 2005)

An isolate of *Ampelomyces quisqualis* 94013 was selected as an effective parasite for biological control against cucumber powdery mildew. Temperature range for the parasitism of *A. quisqualis* 94013 against cucumber powdery mildew was 12~30°C, and optimal temperature for that 20~28°C. In 20~35% humidity of the greenhouse, parasitic ability of *A. quisqualis* 94013 against *Sphaerotheca fusca* was not good. Inoculation tests revealed that *A. quisqualis* 94013 can parasitize on six species of *Sphaerotheca* in the 12 crops and *Erysiphe cichoracearum* in tomato. As host range of *A. quisqualis* 94013 was broad and it may be used effectively as a bio-control agent for powdery mildew of 13 crops.

Keywords : *Ampelomyces quisqualis* 94013, Biological control, Cucumber powdery mildew, Host range, Parasitism

작물의 집약적 재배 및 시설재배화로 인하여 흰가루병은 노지재배 보다 온실재배에서 발생이 증가하는 경향을 보이고 있다(Shishkoff 등, 1996). 그리고 최근 소비자의 안전농산물에 대한 인식이 고조되어 유기화학합성농약 보다 환경친화적인 방제법에 관하여 필요성이 증가되고 있는 실정이다. 이러한 상황에서 국내외적으로 흰가루병균에 기생하는 곰팡이 중복기생균(hyperparasite)을 이용한 많은 생물학적 방제연구가 계속적으로 시도되고 있다. 흰가루병 방제에 이용 가능성이 높은 *Ampelomyces quisqualis*는 1852년에 처음으로 명명되었으며(Cesati, 1852; Sutton, 1980), 완전세대는 *Cicinnobolus cesatii* De Bary로 밝혀졌다(De Bary, 1870). *A. quisqualis*는 자낭각이나 병자각의 형태로 월동한다는 보고가 있으며(Kranz, 1981; Yarwood,

1939), 유럽의 여러 나라에서는 다양한 기주의 흰가루병균과 식물이 보고되어 있을 뿐만 아니라(Belsare 등, 1980; Blumer, 1993; Clare, 1964; Cvjetkovic 등, 1980; Diop-Bruckler 등, 1987; Hanlin 등, 1984; Hijwegen 등, 1986; Gadoury 등, 1991; Griessler 등, 1987; Kiss 등, 1994; Nagy 등, 1990; Puzanova, 1991; Rao 등, 1997; Sachan, 1977; Sundheim, 1981; Tsay 등, 1991; Tzean 등, 1991; Whitesides, 1994; Shin 등, 1994a, 1994b), 시설재배가 주종을 이루고 있는 이스라엘, 네덜란드, 독일, 노르웨이, 헝가리, 러시아, 미국 등에서는 사과흰가루병(Odintsova, 1975), 포도흰가루병(Falk 등, 1992, 1995a, 1995b), 장미흰가루병(Hajlaoul 등, 1991), 딸기흰가루병(Nelson 등, 1995), 오이흰가루병(Philipp, 1978; Sundheim 등, 1982; Szejnberg 등, 1989), 당근흰가루병(Szejnberg 등, 1985) 등에 대한 처리방법과 기생효과의 증진을 위한 연구가 진행되어 왔다.

*A. quisqualis*는 많은 작물의 흰가루병 방제를 위한 미생물농약의 대상으로 그 가능성이 연구되어 왔는데, 붉은

*Corresponding author

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

E-mail) lsy1111@rda.go.kr

토끼풀흰가루병(Yarwood, 1932), 사과흰가루병(Odintsova 등, 1975), 포도흰가루병(Falk 등, 1995a, 1995b), 장미흰가루병(Hajlaoul 등, 1991), 딸기흰가루병(Nelson 등, 1995), 오이흰가루병(Sundheim 등, 1982; Szejnberg 등, 1989), 당근흰가루병(Szejnberg 등, 1985) 등 많은 작물의 흰가루병 방제에 효과가 인정되었다.

본 연구에서 오이 흰가루병균에 대하여 증복기생균으로 알려진 일종인 *Ampelomyces quisqualis* 94013균주를 이용하여 기생력에 영향을 미치는 온도와 습도에 대한 조사와 이 균주의 생물적방제로 활용 가능한 기주범위에 대하여 연구한 결과를 보고하고자 한다.

재료 및 방법

시험균주 배양 및 오이품종. 본 시험에 사용한 균주는 *Ampelomyces quisqualis* 94013(AQ94013)로서 갈변된 팔흰가루병균(*Sphaerotheca phaseoli*)에 기생하고 있는 병자각에서 병포자를 단포자분리하여, PDA사면배지에 배양한 후에 15°C 배양기에 보관하면서 사용하였다. 본 균주의 배양은 100 g 보리짚을 500 ml 삼각플라스크에 넣고, 2회에 각각 20분씩 멸균한 다음 *A. quisqualis* 94013의 포자현탁액(5.0×10^6 /ml)을 5 ml를 접종하여 25°C 항온기에서 배양 9일 후에 멸균수를 넣어서 멸균된 3점의 거즈로 걸러 병포자를 수확하여 실험에 사용하였다. 오이는 은성백다다기품종으로 온실에서 직경 9 cm 비닐포트에 바로 크상토를 이용하여 오이를 재배하여 사용하였다.

온도의 영향. 오이 흰가루병균(*Sphaerotheca fusca*)에 대한 *A. quisqualis* 94013의 기생력에 온도가 미치는 영향을 조사하기 위하여 오이흰가루병균에 1% 미만 감염된 잎을 직경 3.5 cm 크기로 잘라서 *A. quisqualis* 94013의 포자현탁액(5.0×10^6 /ml)을 분무처리한 다음, 여과지 3매를 멸균수로 적서 유리페트리디쉬에 깔고, 그 위에 *A. quisqualis* 94013의 포자현탁액을 처리한 잎조각을 올려 놓았다. 처리한 직경 90 mm 유리페트리디쉬를 12, 15, 20, 24, 28, 30, 32°C로 조절한 항온기에 8반복으로 넣고, 20 W 형광등을 매일 14시간씩 조사하였다. 처리 8일 후에 해부현미경(40배)으로 오이 흰가루병균에 기생한 *A. quisqualis* 94013의 갈색내지 흑갈색의 병자각이 있어 흰가루병균의 균총이 갈변한 면적을 조사하였다.

습도의 영향. 상대습도 25~35%인 온실에서는 은성백다다기오이의 제1본엽에 흰가루병균을 붓으로 처리구당 5주씩 접종한 5일 후에 *A. quisqualis* 94013의 포자현탁액(5.0×10^6 /ml)을 분무하였다. 대조약제는 오이 흰가루병 방제 농약으로 등록되어 있는 웨나리유제(4,000배)를 사

용하였다. 흰가루병균 접종후 5일, 7일, 10일과 14일에 흰가루병균에 *A. quisqualis* 94013에 감염되어 갈변되는 양은 흰가루병의 병반면적을 조사하였다.

기주범위. 7종의 흰가루병균에 의하여 병이 발생한 4.5엽기의 식물체에 *A. quisqualis* 94013 포자현탁액(5.0×10^6 /ml)을 경엽에 분무처리하였다. 시험작물은 은성백다다기오이, 금싸라기참외, 코리아멜론, 금메달수박, 애호박, 박, 여홍딸기, 서광토마토, 흑마장가지, 콩, 팥, 레드산드리아장미, 봉선화로서 3반복으로 처리한 식물체는 25°C, 습도 60%인 생육상에서 24시간 동안 처리한 다음, 꺼내어 온실의 그늘에서 10일간 방치 후에 흰가루병균에 대한 *A. quisqualis* 94013의 기생여부를 각각의 식물체별로 처리된 잎을 3반복으로 채취하여 현미경으로 관찰하여 조사하였다. 그리고 작물에 대한 안전성은 처리 후 5일부터 15일까지 식물체의 경엽에 대하여 *A. quisqualis* 94013의 병원성을 3반복으로 조사하였다.

결과 및 고찰

온도의 영향. AQ94013균주의 포자현탁액(5.0×10^6 /ml)을 오이흰가루병에 감염된 잎에 처리한 후 온도별로 기생 정도를 조사한 결과, 12~30°C에서 AQ94013의 흰가루병균에 대한 기생력이 나타났다(Table 1). 특히 20~28°C에서는 흰가루병균이 AQ94013에 의해 100% 감염되었으며, 20°C보다 낮은 온도에서는 기생력이 급격히 감소하였다. 30°C에서는 60%의 기생율이 나타났으나 흰가루병균의 활력이 크게 감소되었고, 32°C에서는 흰가루병균이 사멸되었다. AQ94013의 오이흰가루병균에 대한 기생력을 전자현미경과 광학현미경으로 조사한 결과에서 오이 흰가루병균의 균사에 AQ94013이 흰가루병균의 균사를

Table 1. Parasitism of *Ampelomyces quisqualis* 94013 to *Sphaerotheca fusca* on cucumber leaves at different temperatures

Temperature (°C)	% infection area ^a
12	5 d ^b
15	10 c
20	100 a
24	100 a
28	100 a
30	60 b
32	0 e

^aInvestigation was made eight days after spraying the spore suspension (5.0×10^6 /ml) of *A. quisqualis* 94013 onto cucumber leaves infected with *S. fusca*.

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

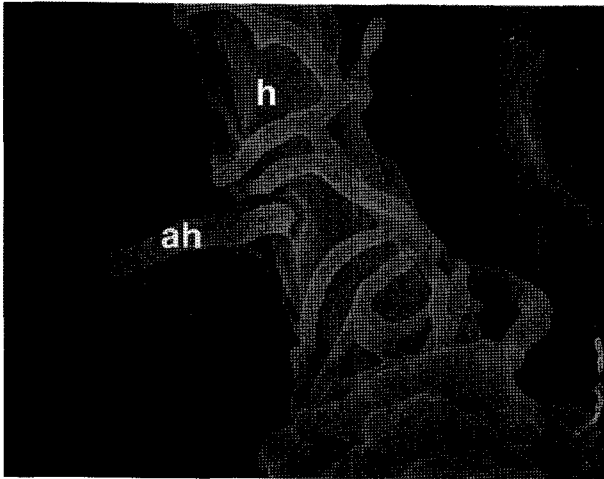


Fig. 1. Hyphae (ah) of *Ampelomyces quisqualis* 94013 coiled on and penetrated into the hypha (h) of *Sphaerotheca fusca*.

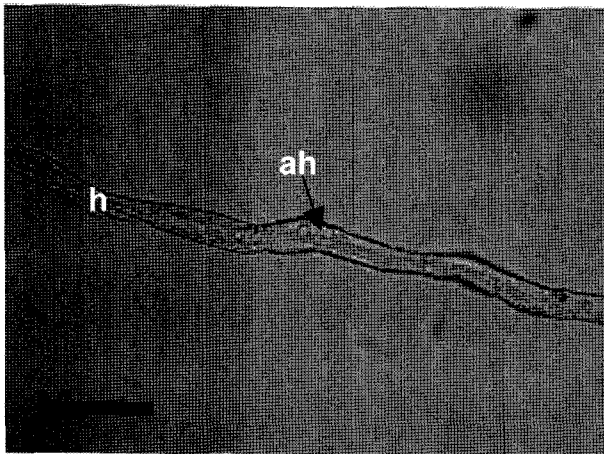


Fig. 2. Hypha (ah) of *Ampelomyces quisqualis* 94013 parasitized into a hypha (h) of *Sphaerotheca fusca* (Scale bar=30 μ m).

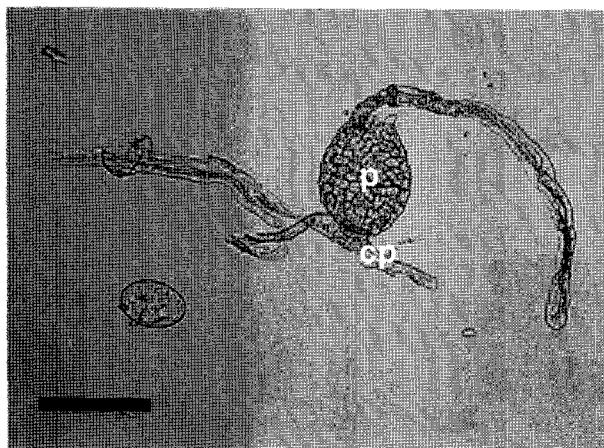


Fig. 3. A pycnidium (p) of *Ampelomyces quisqualis* 94013 developed in the basal part of a conidiophore (cp) of *Sphaerotheca fusca* (Scale bar=60 μ m).

둘러싸고 흰가루병균의 균사를 뚫고 침입하여(Fig. 1), 흰가루병균의 균사내부에 AQ94013균사가 기생한 모습(Fig. 2)이며, 결국에는 흰가루병균의 분생자경 밑부분에 AQ94013의 병자각이 형성되면서 흰가루병균을 죽인다(Fig. 3, Lee 등, 2001). AQ94013의 포자발아 최적온도는 20~26°C로 중복기생균의 기생에 미치는 온도와 포자발아온도와 관련이 있는 것으로 생각되었다. 중복기생균이 흰가루병균에 침입할 때 온도가 결정적인 역할을 하는데, Yarwood (1932)는 *Erysiphe polygoni*에 대한 *A. quisqualis*의 감염 최적온도는 25°C로 보고되었다. 이 외에 온도가 기생력에 미치는 영향에 대한 연구보고는 없다.

낮은 습도에서의 처리효과. 유리온실에서 상대습도가 20~35%이고, 온도가 25~35°C되는 시기에 AQ 94013의 포자현탁액, 웨나리물유제, 무처리로 구분하여 흰가루병의 발생후에 처리한 결과, 흰가루병 발생후 처리한 구에서는 포자현탁액의 농도가 높을수록 흰가루병 발생이 적었지만 무처리와 비교했을 때 처리효과는 별로 없었다(Table 2). 이상의 결과로 미루어 AQ94013의 포자발아에 습도가 기생력을 발휘하는데 매우 중요하다고 생각된다. Kranz(1978)는 중복기생균의 감염에 관계하는 요인으로는 습도와 온도 이외에 포자의 성숙도, 집중농도, 집중시기 등이 중요하였으며, Yarwood(1932)는 중복기생균의 흰가루병균에 대한 침입은 일시적으로 높은 습도를 필요로 한다고 보고되었다.

온도와 습도의 조건에 대하여 오이흰가루병균의 발아 조건 및 발병조건과 비교하면, Endo T.(1989)는 오이흰가루병균(*Sphaerotheca fusca*)의 포자발아온도는 15~30°C로 발아최적온도는 25°C이며, 이것은 AQ94013의 포자발아 최적온도는 20~26°C이며 오이 흰가루병균에 대한 기생적온이 20~28°C으로 오이 흰가루병균 기생에 효과적이라고 할 수 있다. 그리고 Endo T.(1989)는 오이 흰가루병균 포

Table 2. Suppressive effect of powdery mildew on cucumber leaves by treatment with *Ampelomyces quisqualis* 94013 in the greenhouse under low humidity

No. of spores/ml	% lesion area at days after treatment ^a			
	5	7	10	14
10 ⁷	1.9 ab ^b	3.0 ab	10.5 b	34.6 b
10 ⁶	4.4 ab	6.3 b	11.9 b	41.9 b
10 ⁵	5.6 b	7.4 b	22.2 c	44.1 b
Fenarimol EC	0.3 a	0.4 a	0.1 a	7.9 a
Control	2.3 ab	4.1 ab	13.1 b	47.5 b

^a*A. quisqualis* 94013 was treated five days after inoculation with *S. fusca*.

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

자의 발아는 99%~35%의 습도범위에서 발아를 하지만 99%에서 최고의 발아율을 나타냈으며, 95% 이하에서는 포자발아율이 9% 이하로 감소한다고 하였다. 또한 Endo T.(1989)는 80% 습도조건에서 흰가루병의 발병온도는 25°C에서 최적이었으며, 25°C에서 접종 5일 후에 습도 75% 이하에서 발병하기 시작하여 6일 후에는 95%~85%에서도 발병한다고 하였다. 이와 같이 낮은 습도조건에서 흰가루병이 발생함으로 AQ94013의 포자발아를 촉진하기 위해 포자의 발아소요시간을 고려할 때 습도가 유지될 수 있는 일몰 2시간전에 처리한다든지 oil과 같은 전착제나 증발억제제를 포자현탁액과 같이 혼용하면 습도를 높일 수 있을 것으로 생각된다.

기주범위. AQ94013의 흰가루병균에 대한 기주범위를 조사한 결과, *Sphaerotheca*와 *Erysiphe*속균에는 기생성이 있었다(Table 3). *A. quisqualis*는 기주범위가 넓어 기주특이성이 없는 것으로 보고되어(Philipp 등, 1979; Sundheim 등, 1988), 많은 종류의 흰가루병 방제에 이용 가능성이 많음을 시사하고 있는데(Anahosur 등 1980; Hanlin 등, 1984; Hawksworth 등, 1981; Shin 등, 1994a), 본 조사 결과에서 AQ94013은 국내의 주요 작물인 오이, 호박, 참외, 멜론, 수박, 박과 가지에 기생하는 흰가루병균 *Sphaerotheca fusca*, 딸기에 기생하는 *S. humuli*, 콩에 *S. glycines*, 팔에 *S. phaseoli*, 장미에 기생하는 *S. pannosa*와 봉선화에 기생하는 *S. balsaminae*와 같이 *Sphaerotheca*속 6종과 토마토에 기생하는 *Erysiphe cichoracearum*에 대하여 기생성을 나타내어 흰가루병균간의 기주특이성이 없는 것으로 나

타났다. 이 균을 이용한 흰가루병의 생물학적 방제의 광범위한 기주적용 가능성을 확인할 수 있었다.

적 요

오이 흰가루병균의 생물적 방제제로 선발한 중복기생균 *Ampelomyces quisqualis* 94013의 오이 흰가루병균에 대한 기생력을 온도와 습도에 대하여, 그리고 mineral oil 등 10종의 전착제와 혼용하였을 때 기생력 증진효과를 검토하였다. 또한 *A. quisqualis* 94013균주의 기주범위에 대하여 오이, 호박, 참외, 멜론, 수박, 박, 딸기, 가지, 토마토, 콩, 팔, 장미에 기생하는 흰가루병균 *Sphaerotheca*속 6종, *Erysiphe*속 1종에 대하여 조사하였다. 오이 흰가루병균에 대하여 *A. quisqualis* 94013의 기생이 가능한 온도 범위는 12~30°C이고, 기생 최적온도는 20~28°C이었다. *A. quisqualis* 94013균주는 20~35%의 저습도에서 오이흰가루병균에 대하여 기생력이 저조하였다. 또한, *A. quisqualis* 94013의 기주범위조사에서 오이, 멜론, 수박, 참외, 박, 딸기, 토마토, 가지, 장미 등 12종의 작물을 침해하는 흰가루병균 *Sphaerotheca*속 6종, *Erysiphe*속 1종에 대하여 기생성이 있어 기주특이성이 없는 것으로 나타났다.

참고문헌

- Anahosur, K. H., Siddaramaiah, A. L., Hiremath, R. V., Kulkarni, S. and Govindan, R. 1980. A new record of mycoparasite on the conidial state of *Phyllactinia corylea* (Pers.) Karst. *Current Research* 9: 85.
- Belsare, S. W., Moniz, L. and Deo, V. B. 1980. Some new host records for the hyperparasite *Ampelomyces quisqualis* Ces. from India. *Biovigyanam* 6: 77-78.
- Blumer, S. 1993. Die Erysiphaceen Mitteleuropas mit besonderer Berücksichtigung der Schweiz. Beitr. Krypt. Schweiz VII. pp. 483.
- Cesati, V. 1852. *Ampelomyces quisqualis* Ces. *Botanische Zeitung* 10: 301-302.
- Clare, B. G. 1964. *Ampelomyces quisqualis* (*Cicinnobolus cesatii*) on Queensland Erysiphaceae. Univ. Queensland Papers, Dept. Bot. 4: 147-149.
- Cvjetkovic, B. and Mandic, R. 1980. Powdery Mildew (*Erysiphe cruciferarum*) and its hyperparasite *Ampelomyces quisqualis* Ces. *Zastita belja* 31: 373-377 (In Serbian).
- De Bary, A. 1870. *Eurotium*, *Erysiphe*, *Cicinnobolus*, nebst Bemerkungen über die Geschlechtsorgane der Ascomyceten. In: *Beiträge zur Morphologie und Physiologie der Pilze*, ed. by A. De Bary and M. Woronin, pp. 1-95. Verlag von C. Wenter, Frankfurt A. M., Germany.
- Diop-Bruckler, M. and Molot, P. M. 1987. Interet de queleues

Table 3. Parasitism of *Ampelomyces quisqualis* 94013 to powdery mildew fungi on host plants in the greenhouse

Powdery mildew fungus	Host plant	Parasitism ^a	Phytotoxicity ^b
<i>Sphaerotheca fusca</i>	Cucumber, Melon, Pumpkin, Oriental melon	+	-
	Watermelon, Gourd, Eggplant		
<i>S. balsaminae</i>	Balsamine	+	-
<i>S. humuli</i>	Strawberry	+	-
<i>S. pannosa</i>	Rose	+	-
<i>S. phaseoli</i>	Red bean	+	-
<i>S. glycines</i>	Bean	+	-
<i>Erysiphe cichoracearum</i>	Tomato	+	-

^aInvestigation was made seven days after treatment with spore suspension (5.0×10^6 /ml) of *A. quisqualis* 94013. + : positive.

^bInvestigation was made five, seven and 14 days after treatment with spore suspension (5.0×10^6 /ml) of *A. quisqualis* 94013. - : negative.

- hyperparasites dans la lutte contre *Leveillula taurica* et *Sphaerotheca fuliginea*. *Bulletin OEPP* 17: 593-600.
- 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
- Epton, H. A. S. and Hamed El Nil, Y. F. 1993a. Improved hyperparasitism in *Ampelomyces quisqualis*, biocontrol agent of cucumber powdery mildew. Abstracts of the 6th Int. Congr. Plant Pathol., Montreal, p. 64.
- Epton, H. A. S. and Hamed El Nil, Y. F. 1993b. Improvement in the hyperparasitic activity of *Ampelomyces quisqualis* in the biocontrol of powdery mildew of cucumber. *IOBC/WPRS Bulletin* 16: 86-89.
- Falk, S. P., Cortesi, P., Gadoury, D. M. and Pearson, R. C. 1992. Survival of *Ampelomyces quisqualis* in parasitized cleistothecia of *Uncinula necator*. *Phytopathology* 82: 1119 (Abstr.).
- Falk, S. P., Gadoury, D. M., Cortesi, P., Pearson, R. C. and Seem, R. C. 1995a. Parasitism of *Uncinula necator* cleistothecia by the mycoparasite *Ampelomyces quisqualis*. *Phytopathology* 85: 794-800.
- Falk, S. P., Gadoury, D. M., Pearson, R. C. and Seem, R. C. 1995b. Partial control of grape powdery mildew by the mycoparasite *Ampelomyces quisqualis*. *Plant Disease* 79: 483-490.
- Gadoury, D. M., Pearson, R. C. and Seem, R. C. 1991. Reduction of the incidence and severity of grape powery mildew by *Ampelomyces quisqualis*. *Phytopathology* 81: 122 (Abstr.).
- Griessler, B. and Bedlan, G. 1987. *Ampelomyces*, a parasite of peppermint powdery mildew. *Pflanzenschutz* 3: 5.
- Hajlaoul, M. R. and Belanger, R. R. 1991. Comparative effects of temperature and humidity on the activity of three potential antagonists of rose powdery mildew. *Neth. J. Pl. Path.* 97: 203-209.
- Hanlin, R. T. and Tortolero, O. 1984. *Brasiliomyces*, a new host for *Ampelomyces*. *Mycotaxon* 21: 459-462.
- Hawksworth, D. L. 1981. A survey of the fungicolous conidial fungi. In: *Biology of Conidial Fungi*, ed. by G. T. Cole and B. Kendrick, Vol. 1: 171-244. Academic Press, London, UK.
- Hijwegen, T. 1986. Biological control of cucumber powdery mildew by *Tilletiopsis minor*. *Neth. J. Plant Pathol.* 92: 93-95.
- Kiss, L. and Vajna, L. 1994. New approaches in the study of the genus *Ampelomyces*. Abstracts of the 3rd EFPP Conference, Poznan, 83 pp.
- Kranz, J. 1981. Hyperparasitism of biotrophic fungi. In: *Microbial Ecology of the Phylloplane*, ed. by J. P. Blakeman, pp. 327-352. Academic Press, London, UK.
- Nagy, Sz. Gy. and Vajna, L. 1990. *Ampelomyces* species on powdery mildew fungi from Hungary. *Mikol. Kozl.* 29: 103-112 (In Hungarian).
- Nelson, M. D. and Gubler, W. D. 1995. Evaluation of biological and chemical agents for control of strawberry powdery mildew, *Sphaerotheca macularis* f. sp. *fragariae*. *Phytopathology* 85: 1041 (Abstr.).
- Odintsova, O. V. 1975. Role of hyperparasite, *Cicinnobolus cesatii* deBary, in suppressing powdery mildew on apple trees. *Mikologija i Fitopatologija* 9: 337-339.
- Philipp, W. D. 1978. *Ampelomyces quisqualis* mycoparasitism on powdery mildew of cucumber. Abstracts of the 3rd Int. Congr. Plant Pathol., Munchen, p. 201.
- 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.
- Philipp, W. D. and Hellstern, A. 1986. Biological control of powdery mildew by *Ampelomyces quisqualis* under reduced air humidity. *Z. Pflanzenkrankh. Pflanzensch.* 93: 384-391.
- Philipp, W. D., Grauer, U. and Grossmann, F. 1984. Additional investigations on the biological and integrated control of cucumber powdery mildew under glass by *Ampelomyces quisqualis*. *Z. Pflanzenkrankh. Pflanzensch.* 91: 438-443.
- Puzanova, L. A. 1991. Distribution of hyperparasites from the genus *Ampelomyces* Ces. ex Schlecht. on the powdery mildew fungi in northern Caucasus and their importance in disease control. *Mikologiya-i-Fitopatologiya* 25: 438-442.
- Rao, N. N. R. and Pavgi, M. S. 1997. Two mycoparasites on powdery mildews. *Sydowia* 30: 145-147.
- Sachan, S. N. and Singal, A. P. 1977. New host records of hyperparasite *Cicinnobolus cesatii* on powdery mildews. *Ind. J. Mycol. & Pl. Pathol.* 7: 169.
- Sang Yeob Lee and Hong Gi kim. 2001. Parasitic characteristics of 94013 to powdery mildew fungus of cucumber. *Korean J. Mycology* 29: 116-122.
- Shin, H. D. 1994a. Isolation and identification of hyperparasites against powdery mildew fungi in Korea. *Korean J. Mycology* 22: 355-365.
- Shin, H. D. 1994b. Powdery mildew fungi and their host plants from kangwon province. *Korean J. Mycology* 22: 229-246.
- Shin, H. D. and Kyeung, H. Y. 1994c. Isolation of hyperparasitic fungi to powdery mildews and selection of superior isolates for biocontrol of cucumber powdery mildew. *RDA Journal of Agricultural Science* 36: 141-151.
- Shishkoff, N. and McGrath, M. T. 1996. *In vitro* evaluation of AQ10 biofungicide with the fungicides myclobutanil and triadimefon or with AddQ spray adjuvant for control. *Phytopathology* 86: s53.
- Sundheim, L. 1981. Fungal hyperparasitism. *Vaxtrkyddsnotiser* 45: 57-61 (In Norwegian).
- 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.
- Sundheim, L. and Tronsmo, A. 1988. Hyperparasites in biological control. In: *Biocontrol of Plant Diseases*, ed. by K. G. Mukerji & K. L. Garg, Vol. 1: pp. 53-70. CRC Press, Florida, USA.
- Sutton, B. C. 1980. The Coelomycetes. CMI Kew, Surrey, England.

- Sztejnberg, A. and Mazar, S. 1985. Biocontrol of cucumber and carrot powdery mildew by *Ampelomyces quisqualis*. *Phytopathology* 75: 1301-1302 (Abstr.).
- 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.
- Tsay, J. G. and Tung, B. 1991. *Ampelomyces quisqualis* Ces. ex Schlecht., a hyperparasite of the asparagus bean powdery mildew pathogen *Erysiphe polygoni* in Taiwan. *Trans. Mycol. Soc. ROC.* 6: 55-58.
- Tzean, S. S. and Estey, R. H. 1991. *Geotrichopsis mycopatasitca* gen. et, SP. Nov (Hyphomycetes), A new mycoparasite. *Mycologia* 95: 1350-1354.
- Whitesides, S. K. 1994. Powdery mildew control with the hyperparasitic fungus *Ampelomyces quisqualis*. *Phytopathology* 84: 1170 (Abstr.).
- Yarwood, C. E. 1932. *Ampelomyces quisqualis* on clover mildew. *Phytopathology* 22: 31 (Abstr.).
- Yarwood, C. E. 1939. An overwintering pycnidial stage of *Cicinnobolus*. *Mycologia* 31: 420-422.