

농약이 오이흰가루병 방제용 증복기생균 *Ampelomyces quisqualis* 94013의 군사생장 및 포자발아에 미치는 영향

이상엽* · 이상범¹ · 김용기 · 김흥기²

농촌진흥청 농업과학기술원 식물병리과, ¹농촌진흥청 연구개발국 연구정책과,
²충남대학교 농과대학 농생물학과

요약 : 흰가루병 방제를 위하여 다양한 작물에서 발생한 흰가루병균을 채집하여, 흰가루병균에 기생되어 있는 *Ampelomyces quisqualis*를 분리하여 오이흰가루병방제에 우수균주로 선발된 *A. quisqualis* 94013(AQ 94013)에 대하여 오이에 등록되어 있는 살균제와 살충제가 AQ94013의 군사생장 및 포자발아에 미치는 영향을 조사하였다. 그리고 AQ94013이 기생력을 증진시킬 수 있는 전착제를 선발하기 위하여 전착제와 혼용 시험을 수행하였다. AQ94013의 포자발아 및 군사생장정도는 공시한 34종의 살균제를 첨가한 배지에서 검정한 결과, 흰가루병약 triadimefon, pyrazophos, 노균병약 dimethomorph, kasugamycin+copper oxychloride, dichlofluanid + copper oxychloride, copper hydroxide, tribasic copper sulfate, 이외에 잿빛곰팡이병약 iprodione, vinclozolin, procymidon과 공시한 11종의 살충제중에서 imidacloprid, teflubenzuron, bifenthrin, ethofenprox, deltamethrin, phenthoate이 AQ94013의 포자발아와 군사생장에 영향을 적게 미쳤다. 오이흰가루병균에 대한 *A. quisqualis* 94013의 기생력을 증진하는 전착제는 mineral oil 로서 방제효과를 7.9% 향상시켰다.(2004년 2월 28일 접수, 2004년 3월 24일 수리)

Key words : *Ampelomyces. quisqualis* 94013, biocontrol, fungicides, insecticides, powdery mildew, spray stickers.

서론

흰가루병은 시설내에서 재배되는 여러 작물에서 피해를 주고 있다. 흰가루병은 식물의 광합성과 호흡을 저해하여 동화작용과 증산작용을 감소시킨다(Wright 등, 1990). 흰가루병 방제를 위해서 식물추출물, 수용성실리컨, 염류, 베이킹소다, 점토, 오일과 합성세제, wilt pruf나 vapor guard와 같은 증발억제제 등을 사용하는 생합리적 방법(bio-rational method)이 최근에 시도되고 있으나(Belanger 등, 1998; Pasini 등, 1997), 흰가루병 방제는 주로 농약에 의존하고 있는 실정이다. 농약을 연용할 경우 흰가루병균의 약제저항성이 유발되는 등 약효가 저하되고(Asari 등 1994; Erickson 등, 中澤靖彦 등, 1994; 中澤靖彦, 1995), 무분별한 약제사용과 남용으로 특히 신선과채류를 이용하는 소비자들은 농산물의 잔류농약에 의한 피해를 입기도 한다.

*연락처

최근 친환경적인 작물병해를 방제하기 위하여 미생물을 이용하는 생물적 방제연구의 관심이 증대되고 있다. 특히, 그중에서 흰가루병의 피해를 막기 위하여 방제효과가 우수한 유용미생물 *Ampelomyces quisqualis*는 증복기생균(hyperparasite)으로 식물병에 발생하는 흰가루병균에 기생하는 불완전균류로 흰가루병균을 죽여서 흰가루병의 발생을 억제시킨다. 이 곰팡이를 작물 흰가루병의 생물적 방제에 이용하기 위한 시도는 유럽의 여러 나라에서는 다양한 기주 흰가루병에 대하여 시설재배가 주종을 이루고 있는 이스라엘, 네덜란드, 독일, 노르웨이, 헝가리, 러시아, 미국 등에서는 사과흰가루병, 포도흰가루병(Falk 등, 1995b), 장미흰가루병(Hajlaoul 등, 1991), 딸기흰가루병(Nelson 등, 1995), 멜론흰가루병, 오이흰가루병(Philipp, 1978; Szejnberg 등, 1989), 당근흰가루병(Szejnberg 등, 1985) 등에서 연구가 진행되어 왔다. 본 연구에서 공시한 *Ampelomyces quisqualis*94013는 이스라엘에서 선발한 균주가 제품화되어 미국에서 포도흰가루병에 사용되고 있는 것 보다 효과가 우수하여, 오이흰가루병

방제용의 미생물농약으로 2004년에 등록될 예정이다.

농약이 *Ampelomyces quisqualis* 94013에 미치는 영향은 흰가루병균의 생물적 방제의 효율적인 사용을 위하여 매우 중요하다. 외국에서는 생물적 방제제로 사용되는 미생물의 처리방법개발과 기생효과의 증진을 위한 연구가 보고되고 있다(Philipp, 1978; Szejnberg 등, 1989; Falk 등, 1995b). 노지재배에 비하여 온실조건은 낮에는 고온건조하며, 저녁에는 기온이 떨어지고 습하게 되어 흰가루병을 비롯한 병해와 해충이 폭발적으로 대발생되기도 한다. 이와 같은 경우에는 중복기생균의 생육에 영향을 적게 미치는 살균제와 살충제를 선별하여 교호살포하는 방법 등을 제시되고 있다. 따라서 유기합성농약을 최소한으로 사용하면서 중복기생균의 기생력을 높이는 방법인 종합적 병해충 관리 프로그램을 개발하여 환경친화형 농업으로의 전환을 도모하기도 하였다(Feldman, 1993; Falk, 1995). *A. quisqualis*의 포자발아와 흰가루병균 침입단계에서 고낮은 습도조건에서도 효과를 나타내도록 하기 위하여 액체paraffin을 이용하는 등 다양한 연구가 이루어져 왔다(Philipp 등, 1986).

본 시험은 흰가루병 방제에 효과가 우수한 중복기생균 *Ampelomyces quisqualis* 94013를 보다 효율적으로 사용하기 위하여 오이의 주요병해로 흰가루병, 잭빛곰팡이병, 노균병 등, 주요해충 진딧물, 온실가루이, 총채벌레 등의 방제하기 위하여 사용하는 농약과 전작제에 대하여 *A. quisqualis* 94013의 포자발아, 군사생장 및 기생력에 미치는 영향을 조사하고자 실시하였다.

재료 및 방법

시험균주

흰가루병균에 기생한 병자각에서 단포자분리하여 흰가루병 생물적 방제용으로 선별한 중복기생균 *Ampelomyces quisqualis* 94013(AQ94013)은 동결건조하여 냉장고에 보관하면서 사용하였다.

살균제 및 살충제

흰가루병균의 중복기생균 AQ94013에 대한 살균제와 살충제의 영향을 알아보기로 주로 오이에 등록되어 있는 살균제 표 1과 같이 흰가루병약 트리어드메폰수화제 등 13종, 노균병약 디메쏘모르프수화제 등

Table 1. List of fungicides used in this study

Control target	Fungicide	Dilution (×)
Powdery mildew	Triadimefon WP	2,000
	Pyrazophos EC	1,000
	Chinomethionat WP	2,000
	Triforine WP	800
	Bitertanol WP	2,500
	Myclobutanil WP	1,500
	Hexaconazole SC	2,000
	Triadimenol WP	1,000
	Fenarimol EC	4,000
	Polyoxin B WP	1,000
	Fenarimol+mancozeb WP	500
	Fenbuconazole WP	1,000
	Difenoconazole WP	1,000
	Benomyl WP	1,500
	Downy mildew	Dimethomorph WP
Kasugamycin WP		1,000
Fosetyl-AI+mancozeb WP		500
metalaxyl+mancozeb WP		800
Dichlofluanid WP		600
Dichlofluanid+copper oxychloride WP		2,000
Tribasic copper sulfate WP		1,000
Bithianon WP		500
Fosetyl-AI WP		500
Mancozeb WP		600
Folpet WP		500
Copper hydroxide WP		1,000
Procymidone+mancozeb WP		500
Oxadixyl+propineb WP		500
Cymoxanil+mancozeb WP		500
Gummy stem blight	Iprodione WP	1,000
	Vinclozolin WP	1,000
	Propineb WP	400
Gray mold	Procymidone WP	1,000
	Diethofencarb+carbendazim WP	2,000

15종, 덩굴마름병균약 이프디온수화제 등 3종, 잭빛곰팡이병약 프로시미돈수화제 등 2종과 표 2와 같이 살충제 진딧물약 이미다클로프리드수화제 등 3종, 목화바둑명나방약 테프론벤주론액상수화제 등 4종, 온실가루이약 텔타메스린유제 등 3종, 오이총채벌레약 피프로닐액상수화제를 등록된 희석배수를 기준으로 기준량과 배량을 PDA배지에 각각 첨가하여 직경 88mm의 페트리디쉬에 분주하여 이용하였다. 25℃의

Table 2. List of insecticides used in this study

Control target	Insecticide	Dilution (×)
Aphid	Immidacloprid WP	1,000
		2,000
	Espenvalerate · malathion EC	500
		1,000
		1,500
Cotton caterpillar	Teflubenzuron SC	500
		1,000
	Bifenthrin WP	500
		1,000
	Ethofenprox WP	500
		1,000
		500
		1,000
White fly	Deltamethrin EC	500
		1,000
	Phenthoate EC	500
		1,000
		1,000
Thrip	Methidathion EC	500
		1,000
		1,000
Thrip	Fipronil SC	500
		1,000

향온기내에서 PDA배지에 20일간 배양한 공시 AQ94013의 균총을 직경 5 mm 코르크보러로 떼어내어 농약이 첨가된 PDA배지에 이식하여 6반복으로 24℃의 향온기에서 20일간 배양후 균총의 직경을 측정하였다. 또한 상기 배양기에 포자현탁액(3.0×10^7 /mL)을 도말하여 24℃의 향온기에서 3일간 배양후 처리당 100개씩 3반복으로 광학현미경을 이용하여 400배로 검경하였다. 포자발아율은 포자크기의 1/2이상 발아한 포자만을 측정하여 발아율을 조사하였다.

전착제

중북기생균 AQ94013의 기생력을 증진시키기 위하여 일반적으로 사용하는 표 3과 같이 polyoxy ethylene alkyl ether을 비롯한 9종의 전착제를 각각 중북기생균 포자현탁액(4.0×10^6 /mL)에 상용배수로 첨가하였다. 오이재배는 온실에서 TKS2와 원예장기육묘용상토를 1:1 (volume/volume)로 혼합하여 직경 12cm 포트에 오이(은성백다다기)를 과중하여 흰가루병균이 발생하기 시작하는 본엽 2엽기에 처리구당 10주씩 처리하여 11일

후에 본엽 1엽의 흰가루병 병반면적율을 조사하였다.

Table 3. List of spreader stickers used in this study

Spread sticker	Dilution(×)
Mineral oil	2,000
Water	-
Spreader sticker ^R	4,000
Pinolene Nufilm 17	2,000
Polyoxyethylene alkyl aryl ether	2,000
Amoblen	1,000
Agrimax 3	1,000
Silxane EC	3,000
Mix power	3,000
Need	1,000

결과 및 고찰

살균제

A. quisqualis 94013에 대한 살균제의 영향을 조사하고자 흰가루병약 등 34종의 약제를 첨가한 PDA배지 상에서 AQ94013의 균사생장 및 포자발아정도를 조사한 결과, 흰가루병약 14종중에서 triadimefon과 pyrazophos 처리시에도 AQ94013의포자가 99%이상 발아하였으며, 무처리에 비해서 균사도 1/3정도 성장하였다 (표 4). 노균병약 15종 중에서는 dimethomorph, kasugamycin+ copper oxychloride, dichofluanid + copper oxychloride, tribasic copper sulfate, copper hydroxide처리시에 포자가 96%이상 발아하였으며, 균사는 무처리에 비하여 1/4 ~ 1/3정도 성장하였다. 기타 iprodione와 vinclozolin처리시에도 포자가 85%이상 발아하였고, 무처리에 비하여 균사가 1/5 ~ 1/3정도 성장하였다. procymidone과 diethofencarb + carbendazim 처리시에는 포자가 70%이상 발아하였으며, 균사는 무처리에 비하여 1/5 ~ 1/3정도 성장하였다. 본 시험에서는 오이를 재배할 때 다른 병해 방제농약을 사용할 것을 가정하여 공시 AQ94013균주와의 혼용가능성을 조사한 바, AQ94013은 생물농약으로서의 우수한 성질을 보유하고 있었다.

*A. quisqualis*는 triforine, dinobuton과 pyrazophos, nitrothal-isopropyl, bupirimate, benlate, sulfur, triadimefon, flurotrimazole fosetyl-Al, propineb, copper hydro-

Table 4. Mycelial growth and spore germination of *Ampelomyces quisqualis* 94013 on PDA with different fungicides

Control target	Fungicide	Dilution (×)	Diameter of colony (mm) ^{a)}	% spore germination ^{b)}
Powdery mildew	Triadimefon WP	2,000	9.3	99.5
	Pyrazophos EC	1,000	13.0	99.0
	Chinomethionat WP	2,000	10.0	0
	Triforine WP	800	5.0	0
	Bitertanol WP	2,500	5.0	14.0
	Myclobutanil WP	1,500	5.0	5.3
	Hexaconazole SC	2,000	5.0	15.3
	Triadimenol WP	1,000	5.0	0.5
	Fenarimol EC	4,000	5.0	0.6
	Polyoxin B WP	1,000	5.0	0
	Fenarimol+mancozeb WP	500	5.0	0
	Fenbuconazole WP	1,000	5.0	20.0
	Difenoconazole WP	1,000	5.0	0
	Benomyl WP	1,500	5.0	16.0
	Downy mildew	Dimethomorph WP	1,000	10.0
Kasugamycin WP		1,000	8.7	100
Fosetyl-AI+mancozeb WP		500	5.0	0
metalaxyl+mancozeb WP		800	5.0	0
Dichlofluanid WP		600	5.0	0
Dichlofluanid+copper oxychloride WP		2,000	16.3	96.3
Tribasic copper sulfate WP		1,000	7.2	99.7
Bithianon WP		500	5.3	0
Fosetyl-AI WP		500	5.0	0
Mancozeb WP		600	5.0	0
Folpet WP		500	6.8	0
Copper hydroxide WP		1,000	18.4	99.3
Procymidone+mancozeb WP		500	5.0	0
Oxadixyl+propineb WP		500	6.4	0
Cymoxanil+mancozeb WP		500	5.0	0
Gummy stem blight	Iprodione WP	1,000	6.4	85.7
	Vinclozolin WP	1,000	9.2	92.3
	Propineb WP	400	5.0	0
Gray mold	Procymidone WP	1,000	8.9	70.0
	Diethofencarb+carbendazim WP	2,000	5.0	77.3
	Control		31.3	99.3

^{a)}, ^{b)} Measured after 20 days and three days of incubation at 24°C, respectively.

xide, copper oxychloride, myclobutanil과 같은 약제에 내성을 가지고 있는 것으로 알려져 있어(Philipp과 Cruger, 1979; Sundheim과 Amundsen, 1982; Szejnberg, 1989; Shishkoff, 1996), 교호살포하면 흰가루병 방제에 더욱 효과적일것으로 판단되며, 흰가루병 방제를 비롯한 기타 병해의 종합적 방제 프로그램에 응용하면 유기합성 농약사용을 감소시킬 수 있을 것으로 사료 된다(Feldman, 1993; Falk, 1995). 또한, Philipp과

Crüger(1979)는 온실에서 흰가루병균에 대한 *A. quisqualis*의 포자현탁액 처리농도, 처리간격, 처리시기 등과 처리전의 관수, 환기와 그늘 등의 포장조건에 대한 연구를 수행하여 흰가루병이 폭발적으로 대발생할 경우에는 중복지생균의 생육에 영향이 적게 미치는 dinobuton과 pyrazophosh와 같은 살균제를 동시에 같이 살포하는 방법 등을 제시했다. Sundheim과 Amundsen(1982)은 *A. quisqualis*와 농약의 교호살포를

위하여 11종의 약제에 대하여 검정한 결과, 살균제중에서 다른 약제보다 *A. quisqualis*의 기생성을 적게 억제한 triforine, nitrothal-isopropyl bupirimate을 선발하였으나, 본 시험에 공시한 AQ94013은 triforine에 의해 균사생육이 완전히 억제되었고, 포자발아도 전혀 되지 않아 균주간의 이들 약제에 대한 저항성이 있어서 차이가 있음을 알 수 있었다. 또한 Sundheim과 Amundsen(1982)은 온실에서 매주 *A. quisqualis*의 포자 현탁액을 처리하거나 triforine의 사용배수를 1/3로 희석하여 증복기생균과 혼합처리한 구에서 오이수량이 50%이상 증가하였다고 보고하였다. 그리고 흰가루병 방제약제인 pyrazophos, ditalimfos, sulphur, triadimefon, flurotrimazole은 100ppm에서 균사생장을 억제하지 않았으며, 오이흰가루병균에 대한 기생성을 100% 나타냈다고 하였다. 그 외에도 fosetyl-Al, propineb, copper hydroxide, copper oxychloride를 첨가하여 검정한 결과에서도 *A. quisqualis*가 80~97%의 기생성을 나타냈다 (Sztejnberg, 1989). Sztejnberg(1989) 등은 흰가루병약

pyrazophos, ditalimfos, sulphur, triadimefon, myclobutanil, flurotrimazole과 이외의 살균제 fosetyl-Al, propineb, copper hydroxide를 선발하여 종합적 병해관리 프로그램을 개발하여 환경친화형 농업으로의 전환을 모색하였다(Falk, 1995; Feldman, 1993).

살충제

AQ94013에 대한 살충제의 영향을 조사한 결과, 진딧물약 immidacloprid, 목화바둑명나방약 teflubenzuron, bifenthrin, ethofenprox처리시에는 AQ94013의 포자가 96%이상 발아되었으며, 균사는 무처리에 비해서 3/5 ~ 5/6정도 성장하였다. 온실가루이약제인 deltamethrin 과 phenthoate의 기준량처리시에는 포자가 80%이상 발아하였고, 균사는 무처리에 비하여 1/2 ~ 2/3정도 성장하였다. 총체벌레약제인 fipronil의 기준량처리시 에 포자가 97.3% 발아하였으며, 균사가 1/4정도 성장 하였다(표 5).

이상의 결과에서 언급한 살균제와 살충제는 *A.*

Table 5. Mycelial growth and spore germination of *Ampelomyces quisqualis* 94013 on PDA with different insecticides

Control target	Insecticide	Dilution (x)	Diameter of colony (mm) ^{a)}	% spore germination ^{b)}
Aphid	Immidacloprid WP	1,000	24.0	100
		2,000	25.0	100
	Espenvalerate · malathion EC	500	5.0	9.0
		1,000	10.0	53.0
	Profenofos EC	750	5.0	0.6
		1,500	5.0	1.2
Cotton caterpillar	Teflubenzuron SC	500	10.0	100
		1,000	26.7	100
	Bifenthrin WP	500	12.7	100
		1,000	18.3	100
	Ethofenprox WP	500	13.0	98.0
		1,000	20.5	96.0
	B.T WP	500	7.4	72.7
		1,000	8.3	91.7
White fly	Deltamethrin EC	500	21.5	25.0
		1,000	23.7	98.0
	Phenthoate EC	500	12.0	33.3
		1,000	14.5	79.3
	Methidathion EC	500	5.0	0
		1,000	7.0	0
Thrip	Fipronil SC	500	7.3	95.0
		1,000	8.3	97.3
	Control		31.3	99.3

^{a), b)} Measured after 20 days and three days of incubation at 24°C, respectively.

quisqualis 94013의 생육에 미치는 영향이 적은 농약과 함께 사용하더라도 중복기생균의 흰가루병에 대한 기생력을 유지할 수 있을 것으로 생각된다.

전착제

중복기생균 AQ94013을 처리할 때 포자가 현탁액에 잘 희석되고, 작물체에서 습도를 오래 유지시켜 주는 전착제를 선발하기 위하여 온실조건에서 포자현탁액에 전착제를 첨가하여 흰가루병이 발생한 오이잎에 처리하여 시험한 결과, mineral oil을 제외한 대부분의 전착제는 물에 희석할 경우 보다 흰가루병 방제 효과가 감소되었으며, AQ94013의 기생력을 떨어뜨렸다(표 6).

시설하우스포장에서 건조할 때 *A. quisqualis*를 처리하면 기생력이 감소되는 것으로 알려져 있는데 (Sztejnberg, 1989), 본 시험에서도 상대습도가 20~35%일때는 예방 및 치료효과 모두 저조하였다(data 미제시). 이러한 조건에서 *A. quisqualis*의 기생력을 증진시키기 위하여 2% 액체파라핀(Philipp, 1984)과 AddQ(Epton, 1993; Shishkoff 등, 1996)의 전착제를 사용하여 방제효과를 증가시킬 수 있다고 보고된 바 있다. 본 시험에서는 mineral oil를 0.05%첨가하였을 때 기생력이 증가되는 것으로 나타났다. Shin 등(1994)은 흰가루병에 대한 방제효과를 증진시키기 위하여 *A. quisqualis*의 포자현탁액에 0.5ppm의 카바액제를 첨가하여 처리하였으며, 다른 연구자들은 *A. quisqualis*의

포자발아와 침입단계에서 상대습도를 80%이상유지시키고, 2%의 액체파라핀을 첨가하여 처리한 결과, 최적의 기생성을 나타냈다(Philipp, 1984; Epton, 1993a). Philipp 등(1986)과 Epton(1993b)등은 *A. quisqualis*의 발아와 침입단계에서 고습도의 필요성을 감소시키고자 액체 paraffin을 첨가하였으며, Shishkoff 등(1996)은 AQ10제품에 AddQ를 첨가하여 흰가루병의 발생을 억제시킬 수 있었다. 오이흰가루병의 생물적 방제제로 선발한 AQ94013의 기생력을 증진시키기 위하여, AQ94013의 포자가 식물체에 처리 4시간후에 포자발아가 시작하여 24시간내에 흰가루병균에 침입·기생하여 결국에는 병원균을 죽인다는 보고(Lee 등, 2001)를 고려할 때 우선 포자발아를 촉진하기 위해 습도가 4시간정도 유지될 수 있는 초저녁에 처리한다든지 mineral oil과 같은 전착제나 증발억제제를 포자현탁액과 같이 혼용하면 습도를 높게 유지할 수 있어 포자발아가 촉진됨에 따라서 기생력이 증진되어 흰가루병의 발생을 억제할 수 있을 것으로 생각된다.

인용문헌

- Asari, S., H. Horie and Y. Nakazawa (1994) Current status in sensitivity of *Sphaerotheca fuliginea* to DMI in Kanto-Tosan District, Japan. Proc. Kanto-Tosan Plant Protec. Soc. 41:69~75.
- Beloanger, R. R., A. J. Dik and J. M. Menzies (1998)

Table 6. Effect of *Ampelomyces quisqualis* 94013 on cucumber powdery mildew by adding different spreader stickers in the spore suspension

Spread sticker	Dilution(×)	% lesion area ^{a)}	% control effect
Mineral oil	2,000	3.6	89.8
Water	-	6.4	81.9
Spreader sticker ^R	4,000	8.2	76.7
Pinolene Nufilm 17	2,000	8.3	76.5
Polyoxyethylene alkyl aryl ether	2,000	10.7	69.7
Amoblen	1,000	18.9	46.5
Agrimax 3	1,000	21.1	40.2
Silxane EC	3,000	21.2	39.9
Mix power	3,000	23.7	32.9
Need	1,000	28.3	19.8
Control	-	35.3	-

^{a)}Lesion area was examined 11 days after treatment.

- Powdery mildews recent advances toward integrated control. In : Plant-microbe Interactions and Biological Control.(Ed. Boland, G. J. and Kuykendall, D, L.). Marcel Dekker, NewYork.
- Epton, H. A. S. and Y. F. Hamed EI Nil (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 Y. F.Hamed EI Nil (1993b) Improvement in the hyperparasitic activity of *Ampelomyces quisqualis* in the biocontrol of powdery mildew of cucumber. IOBC/WPRS Bulletin 16:86~89.
- 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.
- Falk, S. P., D. M. Gadoury, Cortesi, P., R. C. Pearson and R. C. Seem (1995) Parasitism of *Uncinula necator* cleistothecia by the mycoparasite *Ampelomyces quisqualis*. Phytopathology 85:794~800.
- Feldman, K., M. Keren-zur, R. Hofstein and B. Friedlander (1993) *Ampelomyces quisqualis*, an important component of an IPM program for the control of powdery mildew. Abstracts of the 6th Int. Congr. Plant Pathol. Montreal, p. 58.
- Hajlaoul, M. R. and R. R. Belanger (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.
- Lee S. Y. and Kim H. G (2001) Parasitic characteristics of *Ampelomyces quisqualis* 94013 to powdery mildew fungus of cucumber. The Korean J. of Mycology 29(2):116~122.
- 中澤靖彦, 大塚範夫 (1994) ウリ類 うどんこ 病菌. 植物防疫 48(6):36~38.
- 中澤靖彦 (1995) キュウリ うどんこ 病菌の 薬劑 感受性. 今月の 農業(4):114~118.
- Nelson, M. D. and W. D. Gubler (1995) Evaluation of biological and chemical agents for control of strawberry powdery mildew, *Sphaerotheca macularis* f. sp. *fragariae*. Phytopathology 85:1041(Abstr.).
- Pasini, C., D. F. Aquila, P. Curir and M. L. Gullino (1997) Effectiveness of antifungal compounds against rose powdery mildew(*Sphaerotheca pannosa* var. *rosae*) in glasshouses. Crop-Protection 16:251~256.
- 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 G. Crüger (1979) Parasitismus von *Ampelomyces quisqualis* auf Echten Mehltauipilzen an Gurten und anderen Gemusearten. Z. Pflanzenkrankh. Pflanzensch. 86:129~142.
- Philipp, W. D. and A. Hellstern (1986) Biological control of powdery mildew by *Ampelomyces quisqualis* under reduced air humidity. Z. Pflanzenkrankh. Pflanzensch. 93:384~391.
- Philipp, W. D., U. Grauer and F. Grossmann (1984) Additional investigations on the biological and integrated control of cucumber powdery mildew under glass by *Ampelomyces quisqualis*. Z. Pflanzenkrankh. Pflanzensch. 91:438~443.
- Shin, H. D. and H. Y. Kyeung (1994) 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 M. T. McGrath (1996) *In vitro* evaluation of AQ10 biofungicide with the fungicides myclobutanil and triadimefon or with AddQ spray adjuvant for control. Phytopathology 86:53
- Sundheim, L. nd T. Amunden (1982) Fungicide tolerance in the hyperparasite *Ampelomyces quisqualis* and integrated control of cucumber powdery mildew. Acta Agri. Scand. 32:349~355.
- Sztejnberg, A. and S. Mazar (1985) Biocontrol of cucumber and carrot powdery mildew by *Ampelomyces quisqualis*. Phytopathology 75:1301~1302.
- Sztejnberg, A., S. alper, S. Mazar and N. Lisker (1989) *Ampelomyces quisqualis* for biological and integrated control of powdery mildews in Israel. J. Phytopath. 124:285~295.
- Wright, D. P., D. Scholes, P. Horton, B. C. Baldwin

and M. C. Sheppard (1990) In Current Research in Photosynthesis, The relationship between the development of houstonia of *Erysiphe graminis* and

the energy status of leaves. pp.223~226. vol. 4. M. Baltscheffsky, ed. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, Netherlands.

Effect of agrochemicals on mycelial growth and spore germination of a hyperparasite, *Ampelomyces quisqualis* 94013 for controlling cucumber powdery mildew

Sang-Yeob Lee, Sang-Bum Lee¹, Yong-ki Kim and Hong-Gi Kim²(Division of Plant Pathology, National Institute of Agricultural Science and Technology, Rural Development Administration, Suwon 441-707, Korea, ¹Research Policy Planning Division, Research Management Bureau, Rural Development Administration, Suwon 441-707, Korea, and ²Department of Agricultural Biology, Chungnam National University, Daejeon 305-764, Korea)

Abstract : A promising hyperparasite, *Ampelomyces quisqualis* 94013(AQ94013) was selected as a biological control agent to cucumber powdery mildew caused by *Sphaerotheca fusca*. Effect of agrochemicals on mycelium growth and spore germination of AQ94013 and effect of spread stickers on hyperparasitism activity of AQ94013 to powdery mildew pathogen were evaluated. Finally it was confirmed that mycelial growth and spore germination of AQ94013 on potato dextrose agar amended with two fungicides for controlling powdery mildew, triadimefon and pyrazophos; five fungicides for controlling downy mildew, dimethomorph, kasugamycin+copper oxychloride, dichlofluanid+copper oxychloride and tribasic copper sulfate; three fungicides for controlling gray mold, iprodione, vinclozolin and procymidone ; and six insecticides imidacloprid, teflubenzuron, bifenthrin, ethofenprox, deltamethrin and phenthoate were slightly reduced. Addition of mineral oil in the spore suspension of AQ94013 enhanced 7.9% control value to cucumber powdery mildew.

*Corresponding author (Fax : +82-31-290-0406, E-mail : lsy1111@rda.go.kr)