

*Rhizoctonia solani*에 의한 여름 시금치 잘록병의 방제를 위한 살균제 선발

김병섭* · 윤여순 · 윤철수 · 장현철 · 용영록 · 홍세진

강릉대학교 식물응용과학과

요약 : *Rhizoctonia solani* AG-4에 의하여 발생하는 여름 시금치 잘록병은 매우 중요한 병이다. 이 병을 방제하기 위하여 13종(pencycuron, trifloxystrobin, pyraclostrobin, azoxystrobin, kresoxim-methyl, validamycin, fluazinam, Benlate-T, flutolanil, cyazofamid, hexaconazole, tebuconazole, prochloraz)의 살균제의 약효를 *in vitro*와 *in vivo* 검정을 통하여 평가하였다. *In vitro* 균사생장 억제 시험 결과 pencycuron, pyraclostrobin, validamycin, fluazinam, Benlate-T, hexaconazole, tebuconazole, flutolanil이 병원균의 생장을 크게 억제하였다. 그러나 trifloxystrobin, azoxystrobin, kresoxim-methyl, cyazofamid, prochloraz은 억제 정도가 낮게 나타났다. 살균제들을 관주처리한 유효검정(2,000 mg/L)에서 pencycuron, pyraclostrobin, validamycin, fluazinam, Benlate-T, flutolanil은 97.8%, 84.4%, 93.3%, 95.6%, 91.1%, 86.7%의 생존율을 나타냈고, 2,000 mg/L의 농도로 중차처리하였을 때 pencycuron과 pyraclostrobin은 85.1% 이상의 생존율을 나타내었다.(2005년 2월 3일 접수, 2005년 3월 23일 수리)

색인어 : 살균제 선발, 여름 시금치, 잘록병, *Rhizoctonia solani*.

서 론

시금치(*Spinacia oleracea* L.)는 명아주과에 속하는 자웅이주의 1년생 호냉성 채소로서 우리나라에서 여름철 시금치 생산은 여름철의 고온장일 조건에서 추대 및 개화가 촉진되기 때문에 재배가 어렵다. 시금치는 고온에 약하여 25°C 이상에서 생육이 둔화되기 시작하여 30°C 이상에서는 생육이 정지될 뿐만 아니라 고온다습 등의 불리한 생육조건에서는 병충해, 생리장해, 추대 등이 발생하게 된다(이주성, 1979; 안재동, 1990; Naiki와 Kanoh, 1978). 특히 장마 후의 고온기에서는 평년지 재배가 극히 어렵다(Morita 등, 1988). 여름 시금치 재배시 문제점은 직파시 밀식된 상태이므로 묘가 연약하게 자라거나 생육이 불량하고, 특히 유효기에 발생하는 잘록병과 생육기에 발생하는 시들음병 및 추대는 수량감소를 초래한다(Fig. 1). 따라서 여름철 7, 8, 9월에 단경기가 형성되어 시금치의 값이 크게 폭등한다.

한편 강원 중부산간 및 고랭지 지역은 여름철 서늘한 기후로 호냉성 채소류인 감자, 배추 등의 대표적 생산지로 만약 이곳에서 여름 시금치를 재배를 한다면 이러한 문제점을 어느 정도 극복할 수 있을 것으

로 기대된다. 용 등(2004)은 고랭지 여름 재배용 시금치를 선발하기 위하여 12개 품종을 검토한 결과 내추대성인 품종을 선발할 수 있었다.

그러나 여름 시금치 재배의 문제 중에 하나는 잘록병 및 모마름병 발생으로 입모율을 크게 떨어트려 수량에 막대한 손실을 일으키는 것이다. 고랭지 여름 시금치 재배는 파종에서 수확까지 걸리는 시간이 30-40일 정도로 초기 입모율 확보는 안정적인 수량 확보를 위하여 매우 중요하다.

시금치에 잘록병을 일으키는 가장 중요한 병원균은 *Rhizoctonia solani* AG-4로 알려져 있다(Naiki와 Nahoh, 1978, Kuramae 등, 2003). 일반적으로 *R. solani*의 전염원을 제거하기 위하여 methyl bromide로 토양을 훈증소독하지만 이 훈증제는 매우 독성이 높고 지구 오존층을 파괴하는 물질이므로 전 세계적으로 사용을 점차적으로 금지하고 있는 실정이다(Dhingra 등, 2004). *R. solani*에 의한 잘록병을 방제하기 위한 방법으로 화학적 방제, 생물학적 방제 경종적 방제 방법 등이 보고 되었다(Barnes와 Csinos, 1990; Dhingra 등, 2004; Gasztonyi 와 Lyr, 1995; Kataria 등, 1991; Lewis와 Lumsden, 2001; Szczech와 Shoda, 2004; van den Boogert와 Luttikholt, 2004). 그러나 현실적으로 시금치 잘록병의 방제는 화학적 방제에 의존할 수 밖에 없는

*연락처



Fig. 1. Problems found during the cultivation of summer spinach. A, Nonuniform germination by damping-off; B, Fusarium wilt; C, Shoot overgrowth caused by high temperature and humidity; D, Bolting.

실정이지만 현재 한국에서 시금치 잘록병 방제를 위한 살균제는 등록된 것이 없는 실정이다. 또 *R. solani* 은 균사융합군(anastomosis)에 따라서 살균제의 반응이 다르다고 보고 된 바가 있다(Campion 등, 2003; Gasztonyi 와 Lyr, 1995; Kataria 등, 1991). 따라서 우수 약제의 선발은 시금치 잘록병 방제를 위하여 필요한 실정이다.

본 연구는 고랭지 여름 시금치에 발생하는 잘록병의 화학적 방제를 위하여 방제 가능성이 예상되는 살균제의 *in vivo* 및 *in vitro* 살균활성을 조사하여 우수한 약효를 나타내는 약제를 선발하기 위하여 수행하였다.

재료 및 방법

시험균주

본 실험에 사용한 균주는 강릉시 왕산면 대기리에 위치한 시금치 시험포장에서 잘록병에 걸린 시료를 채집하여 병반 부위를 1% NaClO solution에 1분간 표면소독한 후

streptomycin이 100 mg/L 들어있는 potato dextrose agar(PDA) 배지에 치상하여 자라나온 균총의 선단부위를 띄어 순수 분리한 후 다시 건전한 시금치에 접종하여 병원성을 확인하고 이들 중에 병원력이 큰 균주를 선발하여 시험에 사용하였다.

시험약제

실험을 위해 사용한 살균제는 13종으로 strobilulिन계 살균제로 trifloxystrobin, pyraclostrobin, azoxystrobin, kresoxim-methyl을 사용하였고, ergosterol 생합성 저해제인 hexaconazol, tebuconazole, prochloraz 그리고 기타 살균제로 validamycin, fluazinam, Benlate-T, cyazofamid, flutolanil를 사용하였다(표 1).

*In vitro*와 *in vivo* 살균제 약효 검정

살균제의 *in vitro* 약효 검정은 멸균된 PDA 배지에 약제를 넣어 Petri plate에 분주하여 굳힌 후에 미리 배양한 *R. solani*의 균사 disc를 배지 중앙에 치상하고 25°C 배양기에서 7일간 배양 후 균총의 직경을 조사

Table 1. Fungicides used in this study

Fungicide	Formulation ^{a)}	Chemical name
Pencycuron	25% WP	1-(4-chlorobenzyl)-1-cyclopentyl-3-phenylurea
Trifloxystrobin	22% SC	methyl (E)-methoxyimino-(E)- α -[1-(α,α,α -trifluoro-m-tolyl)ethylideneaminoxy]-o-tolyl]acetate
Pyraclostrobin	18.8% W	methyl N-[2-[1-(4-chlorophenyl)-1H-pyrazol-3-yloxymethyl]phenyl](N-methoxy)carbamate
Azoxystrobin	20% SC	methyl(E)-2-[2-[6-(2-cyanophenoxy)pyrimidin-4-yloxy]phenyl]-3-methoxyacrylate
Kresoxim-methyl	47% WG	methyl (E)-methoxyimino[2-(o-tolyloxymethyl)phenyl]acetate
Validamycin-A	10% SP	1L-(1,3,4/2,6)-2,3-dihydroxy-6-hydroxymethyl-4-[(1S,4R,5S,6S)-4,5,6-trihydroxy-3-hydroxymethylcyclohex-2-enylamino]cyclohexyl β -D-glucopyranoside
Fluazinam	50% WP	3-chloro-N-(3-chloro-5-trifluoromethyl-2-pyridyl)- α,α,α -trifluoro-2,6-dinitro-p-toluidine
Benlate-T	20+20 WP	methyl 1-(butylcarbamoyl)benzimidazol-2-ylcarbamate + tetramethylthiuram disulfide
Cyazofamid	10% SC	4-chloro-2-cyano-N,N-dimethyl-5-p-tolylimidazole-1-sulfonamide
Flutolanil	15% EC	α,α,α -trifluoro-3'-isopropoxy-o-toluanilide
Hexaconazole	10% EC	(RS)-2-(2,4-dichlorophenyl)-1-(1H-1,2,4-triazol-1-yl)hexan-2-ol
Tebuconazole	25% EC	(RS)-1-p-chlorophenyl-4,4-dimethyl-3-(1H-1,2,4-triazol-1-ylmethyl)pentan-3-ol
Prochloraz	25% EC	N-propyl-N-[2-(2,4,6-trichlorophenoxy)ethyl]imidazole-1-carboxamide;1-[N-propyl-N-[2-(2,4,6-trichlorophenoxy)ethyl]]carbamoylimidazole

^{a)}WP=wettable powder, WG=water-dispersible granule, SC=suspension concentrate, SP=water soluble powder, EC=emulsifiable concentrate.

하였고 약제를 넣지 않은 plate의 생장과 비교하여 억제율(%)을 산출하였다. *In vivo* 유묘검정으로 관주효과를 *R. solani*를 멸균된 보리에 접종하여 2주간 배양한 후 원예용 상토(Bio-Best, Seminis Korea)에 혼합하여 만든 오염토양을 pot(직경 8 cm, 용량 150 ml)에 넣고 최아 시킨 시금치(품종: 신세계) 종자를 파종하고, 원제 기준 2,000 mg/L으로 제조한 살균제 현탁액을 pot 당 10 ml 관주하고 파종 2주 후에 건전한 시금치의 수를 조사하여 생존율을 조사하였다. 종자처리 효과는 1,000 mg/L과 2,000 mg/L으로 조제된 살균제 현탁액에 시금치 종자를 24시간 침지한 후 오염토양에 파종하여 2주 후 출현한 건전 시금치를 조사하여 생존율을 조사하였다.

결과 및 고찰

In vitro 약효 검정

시금치 잘록병을 일으키는 가장 중요한 병원균은 *R. solani*로 불완전균류(Deuteromycete)에 속하는 무포자균류로 포자를 형성하지 않는 균류이기 때문에 균사융합군(anastomosis group)에 따라서 분류하고 시금치 잘록병을 일으키는 균의 대부분은 AG-4로 보고되어 있다(Naiki와 Nahoh, 1978; K. ramae 등, 2003). 여

름 시금치 재배에서 초기 입모울에 가장 큰 영향을 미치는 잘록병을 방제하기 위해서는 이 병원균의 균사 생장을 억제하는 살균제를 선발하는 것이 필요하다. 따라서 본 시험에서는 13종의 살균제를 대상으로 시금치 잘록병균에 대한 균사생장 억제효과를 조사하였다(표 1). 조사된 살균제들 중 trifloxystrobin, pyraclostrobin, azoxystrobin, kresoxim-methyl은 strobilurin계 살균제로 담자균류(Basidiomycete)에 속하는 균류가 생산하는 천연 항균물질의 유도체 합성으로 개발된 살균제로 저독성이며, 항균범위가 넓은 살균제이다(Karadimos 등, 2005; Batlett 등, 2002). Strobilurin계 살균제들은 10 mg/L에서 pyraclostrobin의 경우 81.4%의 균사생장 억제율을 나타냈으나 다른 살균제들은 54.9%이하의 낮은 억제율을 나타냈다(그림 2).

Karadimos 등(2005)은 cytochrome b의 Qo site에 부착해서 mitochondria 호흡을 억제하는 strobilurin계 살균제는 *Cercospora beticola*의 균사 생장보다는 포자발아를 억제한다고 보고한 바가 있는데, *R. solani*의 경우에도 균사생장 억제효과가 낮게 나타났다. Pencycuron, Benlate-T, hexaconazole, flutolanil, tebuconazole은 10 mg/L에서 88.0% 이상의 균사 생장을 억제하였으며, pencycuron과 flutolanil은 1 mg/L에서도 100% 균사생장

을 억제하여 조사한 살균제 중 *in vitro* 활성이 가장 높게 나타났다.

그러나 cyazofamid는 1,000 mg/L에서 58.6%였고, validamycin, prochloraz는 100 mg/L 이상의 농도에서 균사생장 억제율이 77.9와 82.9%의 억제율을 나타내어 비교적 낮은 억제율을 나타내었다(그림 2).

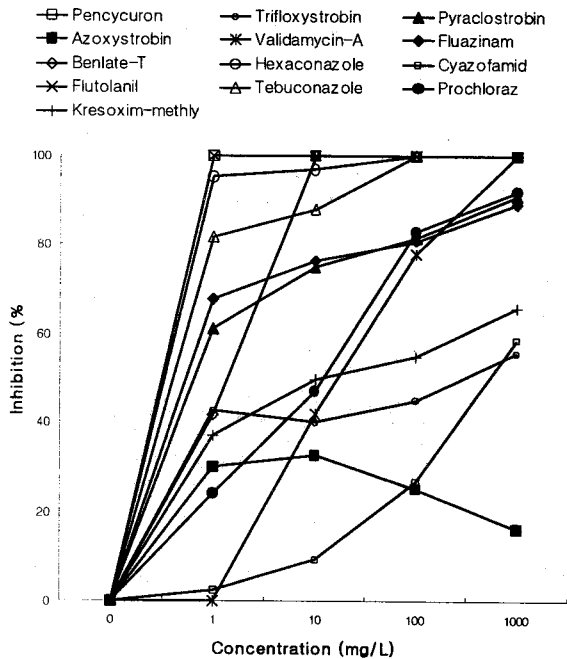


Fig. 2. Inhibition effects of fungicides against *Rhizoctonia solani*, causal microorganism of spinach damping-off *in vitro*.

관주처리에 의한 모질록병 방제 효과

살균제의 잘록병 방제효과를 조사하기 위하여 *R. solani*로 오염된 토양에 파종한 종자에 살균제를 관주 처리한 결과는 다음과 같다. 무처리에서는 잘록병 발병으로 31.1%만이 생존하였으나 pencycuron, pyraclostrobin, validamycin, fluazinam, Benlate-T, flutolanil은 84.4%이상의 높은 생존율을 나타내어 무접종자와 비슷한 생존율을 나타내었다(표 2). Strobilurin계의 살균제 중 pyraclostrobin는 84.4%의 생존율을 나타내어 우수했으나 나머지 3 살균제는 64.4-71.1%의 생존율을 나타내어 본 연구에 사용한 살균제들 중에서 중간 정도의 약효를 나타냈다. 그러나 cyazofamid, hexaconazole, tebuconazole, prochloraz는 53.3% 미만의 낮은 생존율을 나타내어 약효가 낮게 나타났다. Tebuconazole과 hexaconazole의 경우는 100 mg/L에서 *R. solani*의 균사생장을 완전히 억제하였음에도 불구하고 관주처리 효과가 낮은 것은 이들 약제가 고농도 관주처리에 의한 약해에 기인한 것으로 사료된다(표 2).

Table 2. Drenching influence of several fungicides on damping-off caused by *Rhizoctonia solani* of spinach, cultivar Sinsegae

Fungicide	No. of plants /pot ^{a)}	Survival ratio (%) ^{b)}
Pencycuron	8.8a	97.8
Trifloxystrobin	5.8de	64.4
Pyraclostrobin	7.6abcd	84.4
Azoxystrobin	6.0cde	66.7
Kresoxim-methyl	6.4bcde	71.1
Validamycin-A	8.4ab	93.3
Fluazinam	8.6ab	95.6
Benlate-T	8.2abc	91.1
Cyazofamid	1.8gh	20.0
Flutolanil	7.8abcd	86.7
Hexaconazole	1.2gh	13.3
Tebuconazole	0.6h	6.7
Prochloraz	4.8ef	53.3
Inoculated control	2.8fg	31.1
Uninoculated control	9.0a	100.0

^{a)}Each pot was drenched with 10 ml of fungicide solution (2,000 mg/L). Ten seeds were planted in pot containing soil inoculated with *R. solani*. Data are the average of 5 replications and they were analysed using Duncan's multiple range test. The same letters within a column mean no significant differences between the numbers.

^{b)}Survival ratio (%) was determined after 2 weeks of growth of spinach plants in the 15-20°C greenhouse.

종자처리에 의한 모질록병 방제효과

관주처리는 고농도의 약제를 포장 전체에 처리하여야 하므로 약제 처리량이 많고 처리된 약제의 유실에 따른 환경오염의 위험이 따르므로 종자처리로만 시금치의 잘록병을 방제할 수 있다고 하면 바람직하다고 할 수 있다. 관주처리 시험에서 약효가 낮게 나타난 cyazofamid, hexaconazole, tebuconazole를 제외하고 10개의 살균제에 대한 종자처리에 의한 방제효과를 조사하였다. 관주처리할 때 우수한 약효를 나타냈던 살균제들은 종자처리에서도 우수한 약효를 나타내었다.

종자처리는 각각의 약제를 1,000 mg/L과 2,000 mg/L으로 처리하여, 농도간의 약효차이를 조사하였는데 pencycuron과 azoxystrobin의 경우는 1,000 mg/L에서 보다 2,000 mg/L에서 더 높은 생존율을 나타내어 방제효과가 높게 나타났다(표 3).

Pencycuron은 1,000 mg/L에서 76.6%의 생존율을 나타낸 반면 2,000 mg/L에서는 93.6%의 생존율을 나타

Table 3. Seed treatment influence of several fungicides on damping-off caused by *Rhizoctonia solani* of spinach, cultivar Sinsegae

Fungicide	Number of plants/pot ^{a)}		Survival ratio (%) ^{b)}	
	1,000 ppm	2,000 ppm	1,000 ppm	2,000 ppm
Pencycuron	7.2abc	8.8ab	76.6	93.6
Trifloxystrobin	5.6cd	6.2cde	59.6	66.0
Pyraclostrobin	8.4ab	8.0abc	89.4	85.1
Azoxystrobin	6.2bcd	7.2abcd	66.0	76.6
Kresoxim-methyl	4.4de	4.4efg	46.8	46.8
Validamycin-A	6.8bcd	6.6bcde	72.3	70.2
Fluazinam	5.2cde	6.6bcde	55.3	70.2
Benlate-T	5.2cde	3.0fg	58.3	31.9
Flutolanil	6.6bcd	5.0edf	70.2	53.2
Prochloraz	2.6e	2.8fg	27.7	29.8
Inoculated control	2.6e	2.6g	27.7	27.7
Uninoculated control	9.4a	9.4a	100.0	100.0

^{a)}Ten seeds were planted in pot containing soil inoculated with *R. solani*. Data are the average of 4 replications and they were analysed using Duncan's multiple range test. The same letters within a column mean no significant differences between the numbers.

^{b)}Survival ratio (%) was determined after 2 weeks of growth of spinach plants in the 15-20°C greenhouse.

내었고, azoxystrobin은 1,000 mg/L에서 66.0%의 비교적 낮은 생존율을 나타냈으나 2,000 mg/L에서는 76.6%로 무점종구와 통계적(P=0.05)으로 유사한 정도의 생존율을 나타내었다. 그러나 다른 약제에서는 약량 증가에 따른 약효의 증가는 나타나지 않았다(표 3).

Strobilurin계 살균제인 pyraclostrobin은 처리 농도에 상관없이 높은 생존율을 나타내었고 관주처리효과뿐 아니라 종자처리에서도 높은 방제 효과를 나타내었다. 현재 국내외에 종자소독제로 널리 사용되는 살균제가 Benlate-T와 prochloraz인데 이들 살균제와 비교하여 pencycuron과 pyraclostrobin은 시금치 잿록병에 대한 방제효과가 높고 무점종구와도 통계적(P=0.05)으로 비슷한 정도의 방제효과를 나타내었다.

특히 strobilurin계 살균제인 pyraclostrobin은 *R. solani*에 대한 활성뿐만 아니라 다른 균에도 활성을 가지는 광범위 살균제이기 때문에 종자처리제로서 개발가능성은 높다(Ammermann 등, 2000; Karadimos 등, 2005). 따라서 이후에 종자처리제 제형의 개발 및 활성 검정이 계속되어야 할 것이다.

감사의 글

본 연구는 농림부에서 지원하는 2003년 농업특정과제에 의하여 수행된 것으로 지원에 감사를 드립니다.

인용문헌

- Ammermann, E., G. Lorenz, K. Schelberger, B. Mueller, R. Kirstgen and H. Sauter (2000) BAS 500 F - the new broad-spectrum strobilurin fungicide. Proceedings of the BCPC Conference on Pests and Diseases, BCPC, Farnham, Surrey, UK, 2, pp.541~548.
- Barnes J. S. and A. S. Csinos (1990) Effects of fungicides, cultivars, irrigation, and environment on *Rhizoctonia* limb rot of peanut. Plant Dis. 74:671~676.
- Bartlett, D. W., J. M. Clough, J. R. Godwin, A. A. Hall, M. Hamer and B. Parr-Dobrzanski (2002) The strobilurin fungicides. Pest Manag. Sci. 58:649~662.
- Campion C., C. Chatot, B. Perraton and D. Andrivon (2003) Anastomosis groups, pathogenicity and sensitivity to fungicides of *Rhizoctonia solani* isolates collected on potato crops in France. European J. Plant Pathol. 109:983~992.
- Dhingra O. D., M. L. N. Costa and G. J. Silva Jr (2004) Potential of allyl isothiocyanate to control *Rhizoctonia solani* seedling damping-off and seedling blight in transplant production. J. Phytopathol. 152:352~357.

- Gasztonyi, M. and H. Lyr (1995) Miscellaneous fungicides. pp.390~414, In Modern selective fungicides-properties, applications, mechanisms of action (ed. Lyr, H.), Gustav Fischer Verlag, New York.
- Karadimos D. A., G. S. Karaoglanidis and K. Tzavella-Klonari (2005) Biological activity and physical modes of action of the Qo inhibitor fungicides trifloxystrobin and pyraclostrobin. *Crop Protection* 24:23~29.
- Kataria H. R., P. R. Verma and U. Gisi (1991) Variability in the sensitivity of *Rhizoctonia solani* anastomosis groups to fungicides. *J. Phytopathol.* 133:121~133.
- Kuramae E. E., A. L. Buzeto, M. B. Ciampi and N. L. Souza (2003) Identification of *Rhizoctonia solani* AG 1- I b in lettuce, AG 4 HG- I in tomato and melon, and AG 4 HG-III in broccoli and spinach, in Brazil. *European J. Plant Pathol.* 109:391~395.
- Lewis J. A. and R. D. Lumsden (2001) Biocontrol of damping-off of greenhouse-grown crops caused by *Rhizoctonia solani* with a formulation of *Trichoderma* spp. *Crop Protection* 20:49~56.
- Morita, T., H. Kitajima, T. Higashi and J. Ohta (1988) Variety test and cultivation method for spinach harvested in summer in plastic green house. *Bulletin of the Kumamoto Agricultural Experiment Station* 13:69~87.
- Naiki T. and M. Kanoh (1978) Grouping of *Rhizoctonia solani* Kuhn causing root disease of spinach in plastic house cropping. *Ann. Phytopath. Soc. Japan* 44:554~560.
- Szczzech M. and M. Shoda (2004) Biocontrol of *Rhizoctonia* damping-off of tomato by *Bacillus subtilis* combined with *Burkholderia cepacia*. *J. Phytopathol.* 152: 549~556.
- van den Boogert and A. J. G. Luttikholt (2004) Compatible biological and chemical control systems for *Rhizoctonia solani* in potato. *European J. Plant Pathol.* 110:111~118.
- 안재동 (1990) 시금치 주년재배에 관한연구. I 파종기에 따른 수량성. *농시연보* 32(3):21~27
- 용영록, 정문교, 전지영, 김병섭, 홍세진 (2004) 고랭지 여름재배용 시금치의 품종선발과 재식밀도에 따른 생육 비교. *원예과학기술지* 22:283~287.
- 이주성 (1979) 새로운채소재배기술. *농촌진흥청표준영농교본-41*, pp.181~189.

Fungicide Screening for Control of Summer Spinach Damping-off Caused by *Rhizoctonia solani*

Byung-Sup Kim*, Yue-Sun Yun, Choel-Soo Yun, Xuan-Zhe Zhang, Young-Rog Yeoung and Sae-Jin Hong
(Department of Applied Plant Science, Kangnung National University, Gangneung 210-702, Korea)

Abstract : Damping-off of summer spinach caused by *Rhizoctonia solani* AG-4 has become a very important disease. For the control of summer spinach damping-off, antifungal activity of thirteen fungicides (pencycuron, trifloxystrobin, pyraclostrobin, azoxystrobin, kresoxim-methyl, validamycin, fluazinam, Benlate-T, flutolanil, cyazofamid, hexaconazole, tebuconazole, prochloraz) were evaluated *in vitro* and *in vivo*. Pencycuron, pyraclostrobin, validamycin, fluazinam, Benlate-T, hexaconazole, tebuconazole, and flutolanil significantly suppressed the mycelial growth of the pathogenic fungus. However, trifloxystrobin, azoxystrobin, kresoxim-methyl, cyazofamid, and prochloraz did not represent good inhibition on the growth of *R. solani*. When applied by soil drenching (2,000 mg/L), pencycuron, pyraclostrobin, validamycin, fluazinam, Benlate-T, and flutolanil provided spinach survival ratios of 97.8%, 84.4%, 93.3%, 95.6%, 91.1%, and 86.7%, respectively. Also when treated in seed at 2,000 mg/L, pencycuron and pyraclostrobin displayed survival ratios of more than 85.1%.

Key words : spinach, damping-off, *Rhizoctonia solani*, chemical control.

*Corresponding author (Fax : +82-33-647-9535, E-mail : bskim@kangnung.ac.kr)