

살균제 감량을 위한 인삼 점무늬병 방제체계의 개발

리상국 · 최재율*

충남대학교 농업생명과학대학 식물자원학부

Development of a System for Controlling Ginseng *Alternaria* Leaf Blight (*Alternaria panax*) to Reduce Fungicide Application and Use

Xiangguo Li and Jae Eul Choi*

Division of Plant Resources, Chungnam National University, Daejeon 305-764, Korea

(Received on February 21, 2009)

To reduce the amount of chemical fungicides and the number of spray for the control of *Alternaria* blight of ginseng, biofungicides were used in order to reduce the residue and ensure the safety of ginseng plants. The control efficiencies were 68.34%~73.56% against *Alternaria* blight in 2 times alternate spray of biofungicides and chemical fungicide at 14 days interval whereas the control efficiencies were 87.00%~89.42% in 2 times alternate spray of 3 different kinds of chemical fungicides at 14 days interval. In case of treatment combination the control efficiencies were 74.53%~87.23% in alternate spray of mixture of biofungicides and chemical fungicides at 28 days interval in all combinations except 2 kinds of combinations (Com-12 and Com-17). Therefore, the alternate application of the biofungicides and chemical fungicides or alternate application of mixture of biofungicides and chemical fungicides could reduce the amount of chemical fungicide about 75.00%~83.33%.

Keywords : *Alternaria* blight, *Alternaria panax*, Biofungicides, Ginseng, Reduced fungicide

*Alternaria panax*에 의한 인삼 점무늬병은 잎, 줄기, 열매에 발생하여 인삼의 수량에 막대한 피해를 주고 있는 지상부의 병해이다. 2007~2008년 대전근교에서는 5월 하순에 잎에서 발생하기 시작하여 8월 상순까지 발생하였다. 그러나 2007년 충북 옥천군에서는 점무늬병이 7월초부터 발생하기 시작하여 8월 30일에는 8.4%의 발병율을 보였다 하였고(Kim 등, 2007). 이와 같이 인삼 점무늬병의 발생 시기는 지역 또는 해에 따라 다르나 발병기간이 길기 때문에 농약의 사용 횟수가 많아 경영비 상승의 원인이 될 뿐만 아니라 농약 잔류의 위험성이 높아 저농약 방제체계의 필요성이 대두되고 있다.

최근에 생물학적 방제와 살균제 혼용 등이 농약의 감량법으로 지속농업에 이용되고 있으며(Elad 등, 1993; Duffy, 2000; Budge와 Whipps, 2001; Kondoh 등, 2001; Elmer와 McGovern, 2004; Fravel 등, 2005), 전 등(2005)은 살균제와 목초액 혼용처리로 농약을 50% 감량하는 효과가 있

다고 하였고, 김 등(1991)은 고추역병 방제에 길항균과 살균제를 혼합 처리한 결과 단독처리에 비하여 방제효과가 탁월하였다고 하였다. 심과 김(2000)은 길항균과 약제혼합처리는 상승효과로 방제효과가 약 40일까지도 연장되었다고 하였다.

최근에 인삼 점무늬병 방제에 미생물제와 농약의 혼합 또는 교호처리는 방제효과가 우수하여 농약의 감량 가능성을 시사하였다(李 등, 2008). 그러나 미생물제는 농약에 비하여 가격이 비싸므로 농약의 살포횟수를 줄이지 않으면 미생물제의 살포에 의한 경영비의 증가로 농가보급에 어려움이 있다.

따라서 본 연구는 미생물제의 이용에 의한 농약잔류 및 안정성문제 확보는 물론 일정한 방제효과를 유지하면서 농약 살포 간격을 길게 하는 방제체계를 개발하기 위하여 실시하였다.

재료 및 방법

미생물제와 살균제의 교호 및 혼용 처리. 본 시험에

*Corresponding author

Phone) +82-42-821-5729, Fax) +82-42-821-5729

E-mail) choije@cnu.ac.kr

Table 1. Biofungicides and fungicides used in this study

Common name	Formulation	Recommended dose (20 l)	Chemical category	Abbreviation
B.S Y1336 ^a	1.0×10 ⁹ cfu/g WP ^b	33.3 g	Biofungicide	1336
B.S QST713	5.0×10 ⁹ cfu/g WP	40 g	Biofungicide	713
B.S DBB1501	1.0×10 ⁶ cfu/mg GR	40 g	Biofungicide	1501
Azoxystrobin	20% SC	10 ml	Strobilulin	Azn
Boscalid	47% WG	13.3 g	Pyridine carboxamide	Bod
Boscalid+Fludioxonil	(23.5+5)% SC	20 ml	Pyridine carboxamide + Phenylpyrrole	BF
Copper sulfate basic	58% WP	40 g	Copper	CSB
Difenoconazole	10% WP	10 g	Triazole	Die
Iminoctadine tris albesilate · polyoxin B	(20+10)% WP	20 g	Guanidine+Antibiotic	ItB
Mancozeb	75% WP	33 g	Dithiocarbamate	Mab
Metconazole	20% SC	6.67 ml	Triazole	Met
Polyoxin B	10% WP	20 g	Antibiotic	PoB
Pyrimethanil	37% SC	20 ml	Anilinopyrimidine	Pyl
Trifloxystrobin	22% SC	10 ml	Strobilulin	Tm

^aB.S : *Bacillus subtilis*, ^bWP: Wettable powder, GR: Granule, WG: Wettable granule, SC: Suspension concentrate.

Table 2. Biofungicides and fungicides spray scheme for studying alternatives and disease incidence of each treatments on the ginseng *Alternaria* blight

Treatment	Date sprayed						Diseased leaves (%)		
	5/27*	6/9	6/23	7/8	7/22	8/5	7/22	8/5	8/14
Alt-1	1336	1336	ItB	ItB	1336	1336	10.21	25.21	-
-2	713	713	ItB	ItB	713	713	9.53	-	-
-3	1501	1501	ItB	ItB	1501	1501	11.41	-	-
-4	Bod	Bod	Mab	Mab	PoB	PoB	10.96	12.09	13.00
-5	PoB	PoB	Mab	Mab	Azn	Azn	9.00	10.66	11.13
-6	Bod	Bod	Azn	Azn	PoB	PoB	9.40	10.04	10.58
-7	Bod	Bod	Mab	Mab	Azn	Azn	9.08	10.66	11.28

*5/27: Month/Day, the same as follows.

사용한 미생물제는 *Bacillus subtilis* Y1336 (B.S Y1336) 수화제, *B. subtilis* QST713 (B.S QST713) 수화제, *B. subtilis* DBB1501 (B.S DBB1501) 입제와 기작이 다른 살균제를 선발하여 사용하였으며 특성은 Table 1과 같다.

점무늬병 방제시험은 전북 무주군 안성의 충남대학교 인삼시험포장에서 임의 배치법 3반복으로 실시하였다. 미생물제와 살균제의 교호 처리는 Table 2와 같이 5월 27일에 1차 처리하고 2주 간격으로 6회 실시하였으며, 미생물제와 살균제의 혼합 처리는 Table 3과 같이 살포 전에 두 약제를 완전히 혼합하여 5월 27일에 1차 처리하고 4주 간격으로 3회 실시하였다. 예방효과가 큰 미생물제는 점무늬병 발병 전·후에, 침투성이 큰 살균제는 발병이 진전된 시기에 살포하였다.

발병조사 및 방제효과 조사. 점무늬병의 발병엽율의

조사는 다음 농약을 살포하기 직전에 20개체의 잎을 전부 조사하였으며, 최종 방제효과는 최종 처리 10일 후에 발병엽율을 조사하였고, 방제가[(무처리 발병엽율-처리 발병엽율)/무처리 발병엽율×100]를 산출하였다.

결과 및 고찰

점무늬병 발생현황. 2008년의 인삼 점무늬병은 5월 27일에 발생하기 시작하였고 6월 9일, 23일에는 발병엽율이 각각 1.5%, 4%로 서서히 증가하였으나 7월 8일 13.35%, 7월 22일 36.04%로 급격히 상승하였으며, 8월 5일에는 발병엽율이 100%로 조사되어 지속적인 강우에 의하여 점무늬병의 발생이 급증한 것으로 나타났다(Fig. 1).

미생물제와 살균제의 교호처리에 의한 인삼 점무늬병

Table 3. Biofungicides and fungicides spray scheme for studying combinations and disease incidence of each treatments on the ginseng *Alternaria* blight

Treatment	Date sprayed			Diseased leaves (%)		
	5/27	6/23	7/22	7/22	8/5	8/14
Com-1	713 + Azn	713 + Azn	713 + Azn	9.58	10.11	11.77
-2	713 + ItB	713 + ItB	713 + ItB	15.38	26.98	-
-3	713 + Trn	713 + Trn	713 + Trn	10.18	12.56	19.05
-4	1501 + Azn	1501 + Azn	1501 + Azn	10.99	15.50	21.58
-5	1501 + ItB	1501 + ItB	1501 + ItB	21.35	37.27	-
-6	1501 + Trn	1501 + Trn	1501 + Trn	10.97	13.65	20.89
-7	713 + BF	713 + BF	713 + Azn	15.81	17.91	18.61
-8	713 + Bod	713 + Bod	713 + Azn	10.76	11.90	13.18
-9	713 + Csb	713 + Csb	713 + Trn	10.36	13.79	14.63
-10	713 + Die	713 + Die	713 + Azn	11.73	12.91	14.17
-11	713 + Mab	713 + Mab	713 + Trn	9.43	12.63	17.09
-12	713 + Met	713 + Met	713 + Trn	9.62	15.16	20.38
-13	713 + Pyl	713 + Pyl	713 + Azn	10.66	12.57	13.74
-14	1501 + BF	1501 + BF	1501 + Trn	9.98	11.33	12.77
-15	1501 + Bod	1501 + Bod	1501 + Trn	6.42	11.55	14.39
-16	1501 + Csb	1501 + Csb	1501 + Azn	13.39	15.30	17.24
-17	1501 + Die	1501 + Die	1501 + Trn	17.01	23.70	25.47
-18	1501 + Mab	1501 + Mab	1501 + Azn	12.23	12.51	15.69
-19	1501 + Met	1501 + Met	1501 + Azn	15.65	17.37	17.52
-20	1501 + Pyl	1501 + Pyl	1501 + Trn	8.22	12.62	12.99

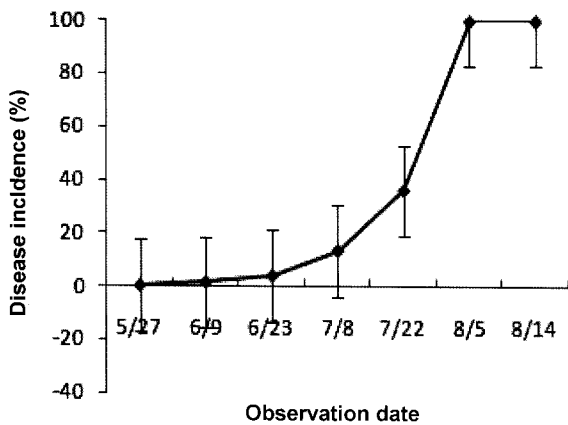


Fig. 1. Disease development of *Alternaria* blight in ginseng field.

방제효과. 미생물제를 5월 27일 1차 처리하고 14일 간격으로 2회 살포한 다음, 살균제를 2회 살포하고 다시 미생물제를 2회 살포하여 인삼 점무늬병의 발병엽율을 조사한 결과는 Table 2와 같다.

미생물제 B.S QST713, B.S Y1336 및 B.S DDB1501을 발병초기에 14일 간격으로 각각 2회씩 살포한 다음, 14일 후의 발병엽율은 0.76%~0.85%, 무처리구 4%, 방제가는 모두 80% 내외이었다. 이어서 살균제 iminoctadine tris

albesilate · polyoxin B를 14일 간격으로 각각 2회씩 교호로 살포한 다음, 14일 후의 발병엽율은 9.53%~11.41%, 무처리구 36.04%로 방제가는 Alt-1 71.67%, Alt-2 73.56%, Alt-3 68.34%이었다(Fig. 2A). 그러나 반복하여 미생물제를 각각 14일 간격으로 1회 살포한 14일 후의 발병엽율은 Alt-1 처리구(25.21%)를 제외한 두 처리구에서는 발병이 심하여 대부분 개체가 고사하였고 2회 살포한 10일 후에는 Alt-1 처리구에서도 대부분 개체가 고사하여 방제가를 판정할 수 없었다.

한편, 살균제 boscalid, polyoxin B를 14일 간격으로 각각 2회씩 살포한 다음, 14일 후의 발병엽율은 1%~1.2%, 무처리구 4%로 방제가는 70%~75%이었다. 이어서 mancozeb, azoxystrobin을 14일 간격으로 각각 2회씩 교호로 살포한 다음, 14일 후의 발병엽율은 9.00%~10.96%, 무처리구 36.04%로 방제가는 Alt-4 69.59%, Alt-5 75.03%, Alt-6 73.92%, Alt-7 74.81%이었다. 마지막으로 azoxystrobin, polyoxin B를 각각 14일 간격으로 1회 살포한 14일 후의 발병엽율은 10.04%~12.09%이었고 2회 살포한 10일 후에는 10.58%~13.00%로 다소 증가하였다.

李 등(2008)은 B.S QST713을 10일 간격으로 4회 처리한 경우 방제가가 83.3%로 살균제와 유사한 방제효과를

연었다. 그러나 본 실험에서는 방제가가 크게 낮아졌다. 이러한 차이는 처리간격이 길어졌기 때문으로 생각되며 미생물제는 처리간격을 7일~10일 간격으로 하는 것이 높은 방제효과를 유지할 수 있는 것으로 생각된다. 이와 같이 미생물제는 병이 발생하기 전 또는 발생초기에는 예방효과가 우수하였으나 병이 발생하면 치료효과가 미미하였다.

따라서 미생물제는 인삼 점무늬병 예방제로서 사용이 가능하지만 발병율이 증가하는 시기에는 치료제로 사용하기에는 부적절한 것으로 판단된다. 따라서 미생물제는 발병 전 또는 발병초기에 처리하고, 발병이 진전되면 살균제로 교호 처리하여 방제체계를 활용하는 것이 좋은 방제법으로 생각된다.

미생물제와 살균제 혼합처리에 의한 인삼 점무늬병 방제효과. 미생물제와 살균제의 혼합처리에 의한 인삼 점무늬병 방제효과를 검토하기 위하여 5월 27일부터 28일 간격으로 3회 처리한 후의 발병엽율을 조사한 결과는 Table 3과 같다.

미생물제 B.S QST713, B.S DBB1501과 살균제 azoxystrobin, iminocytadine tris albesilate · polyoxin B, trifloxystrobin을 혼합하여 살포한 다음, 28일 후의 발병엽율은 0.65%~0.72%, 무처리구 4%로 방제가는 모두 80% 이상이었다. 2회 살포한 28일 후의 발병엽율은 9.58%~21.35%, 무처리구

36.04%로 처리 조합에 따라 발병엽율의 차이가 컸으며, 1회 처리후보다 발병엽율이 크게 증가하였다. 3회 살포한 14일 후의 발병엽율은 10.11%~37.27%, 무처리구 100%로 방제가는 Com-1 89.89%, Com-2 73.02%, Com-3 87.44%, Com-4 84.50%, Com-5 62.73%, Com-6 86.35%이었다 (Fig. 2B). 그러나 24일 후에는 Com-2, Com-5 처리구에서 발병이 심하여 대부분 개체가 고사하여 방제가를 판정할 수 없었고, 나머지 처리구의 발병엽율은 11.77%~21.58%로 10일전에 비해 증가하였다.

미생물제와 살균제 혼합 · 교호처리에 의한 인삼 점무늬병 방제효과. 미생물제와 살균제의 혼합 · 교호 처리가 인삼 점무늬병에 대한 방제효과를 검토하기 위하여 5월 27일부터 28일 간격으로 2회 혼합처리하고, 그 후에 다른 살균제를 혼합 · 교호 처리한 후의 발병엽율을 조사한 결과는 Table 3과 같다.

미생물제 B.S QST713과 살균제를 1회 혼합 처리한 다음, 28일 후의 발병엽율은 0.75%~0.82%, 무처리구 4%로 방제가는 모두 80% 내외이었다. 2회 살포한 28일 후의 발병엽율은 9.43%~15.81%, 무처리구 36.04%로 처리 조합에 따라 발병엽율의 차이가 있었으며, 1회 처리후보다 크게 증가하였다. 그 후에 다른 살균제를 혼합 · 교호 처리한 24일 후의 발병엽율은 13.18%~20.38%, 무처리구

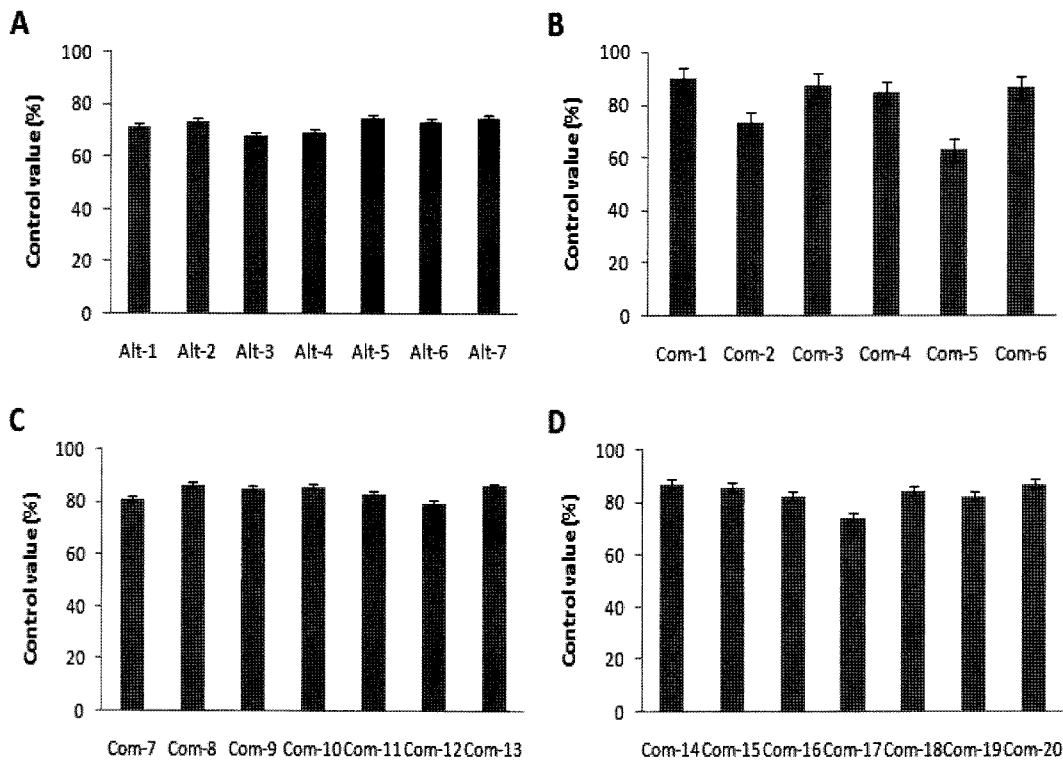


Fig. 2. Control efficiencies of *Alternaria* blight of *Panax ginseng*. (A) alternate application of the biofungicides and fungicides, (B) combine application of the biofungicides and fungicides, (C) alternate application of combined of B.S QST713 and fungicides, (D) alternate application of combined of B.S DBB1501 and fungicides.

100%로 방제가는 Com-7 81.39%, Com-8 86.82%, Com-9 85.37%, Com-10 85.83%, Com-11 82.91%, Com-12 79.62%, Com-13 86.26%로 B.S QST713과 metconazole 및 trifloxystrobin의 혼합·교호처리구를 제외한 전부 처리구에서 80% 이상의 방제효과를 보여주었다(Fig. 2C).

미생물제 B.S DBB1501과 살균제를 1회 혼합 처리한 다음, 28일 후의 발병엽율은 0.73%~0.86%, 무처리구 4%로 방제가는 모두 80% 내외이었다. 2회 살포한 28일 후의 발병엽율은 6.42%~17.01%, 무처리구 36.04%로 처리조합에 따라 발병엽율의 차이가 컸으며, 1회 처리후보다 크게 증가하였다. 그 후에 다른 살균제를 혼합·교호 처리한 24일 후의 발병엽율은 12.77%~25.47%, 무처리구 100%로 방제가는 Com-14 87.23%, Com-15 85.61%, Com-16 82.76%, Com-17 74.53%, Com-18 84.31%, Com-19 82.48%, Com-20 87.01%로 B.S DBB1501과 difenoconazole 및 trifloxystrobin의 혼합·교호처리구를 제외한 전부 처리구에서 80% 이상의 방제효과를 보여주었다(Fig. 2D).

인삼 점무늬병 방제 약제는 7일 간격으로 살포하기로 되어 있다. 따라서 5월 중순에 점무늬병이 발생하기 시작하여 8월까지 지속되는 경우에는 12~16회 정도의 농약을 살포해야 한다. 본 연구에서는 미생물제와 살균제를 혼합 또는 교호 처리하여 농약살포를 2~4주 간격으로 살포한 횟수와 농약사용법에 표시된 살포횟수를 비교하여 농약 감량을 비교하면 Table 4와 같다. 미생물제와 살균제를 교호 살포 시에는 80% 이상의 방제효과가 있는 4차 처리까지만 계산하면 50%를 감량할 수 있고, 미생물제와 살균제를 혼합하여 사용하면 83.33%까지 감량할 수 있었다.

미생물제와 살균제의 교호 및 혼합처리에서 80% 이상의 방제효과가 있는 처리방법은 인삼 점무늬병 방제법으로 활용할 수 있을 것으로 판단된다. 그러나 인삼재배 농가에서는 완전방제를 선호하는 농가가 많으므로 방제효과를 높이기 위해서는 농약 살포 기간을 3주 정도로 단축하는 방법을 활용하면 될 것으로 생각된다.

Table 4. Reduction rate of the amount of fungicide using in this study compared to usual using amount of fungicide

Application	Interval (day)	Application times		Reduction rate (%)
		Biofungicide	Fungicide	
Bio / Fung ^a	14	4	2	83.33
Bio + Fung	28	3	3	75.00
Fungicide alone	7	-	12	-

^aBio: Biofungicide, Fung: Fungicide.

요 약

본 연구는 미생물제의 이용에 의한 농약잔류 및 안정성문제 확보, 농약 살포량 및 살포횟수를 줄이는 방법을 개발하기 위하여 실시하였다. 미생물제와 살균제를 2회씩 14일 간격으로 교호 살포한 처리구에서 인삼 점무늬병 방제가는 68.34%~73.56%이었고, 살균제를 교호 살포한 처리구에서 방제가는 87.00%~89.42%이었다. 미생물제와 살균제를 28일 간격으로 3회 혼합·교호 살포한 처리구에서는 2종류의 처리구(Com-12, Com-17)를 제외하고는 방제가가 74.53%~87.23%로 조합에 따라 우수한 방제효과를 나타냈다. 이상과 같이 미생물제와 살균제를 교호 또는 혼합·교호 처리하면 75.00%~83.33%의 농약 감량효과를 나타낼 수 있다.

사 사

본 논문은 농림기술관리 연구과제(506034-03-3-CG000)의 지원에 의하여 연구된 결과의 일부임.

참고문헌

- Budge, S. P. and Whipps, J. M. 2001. Potential for integrated control of *Sclerotinia sclerotiorum* in glasshouse lettuce using *Coniothyrium minutans* and reduced fungicide application. *Biol. Control* 91: 221-227.
- Duffy, B. 2000. Combination of penicyuron and *Pseudomonas fluorescens* strain 2-79 for integrated control of rhizoctonia root rot and take-all of spring wheat. *Crop Protect.* 19: 21-25.
- Elad, Y., Zimand, G., Zaqs, Y., Zuriel, S. and Chet, I. 1993. Use of *Trichoderma harzianum* in combination or alternation with fungicides to control cucumber grey mould (*Botrytis cinerea*) under commercial greenhouse conditions. *Plant Pathology* 42: 324-332.
- Elmer, W. H. and McGovern, R. J. 2004. Efficacy of integrating biologicals with fungicides for the suppression of Fusarium wilt of cyclamen. *Crop Protect.* 23: 909-914.
- Fravel, D. R., Deahl, K. L. and Stommel, J. R. 2005. Compatibility of the biocontrol fungus *Fusarium oxysporum* strain CS-20 with selected fungicides. *Biol. Control* 34: 165-169.
- 전민구, 김인섭, 이상철, 손태권, 심규열, 김정남. 2005. 목초액을 이용한 한국잔디 Large Patch병 방제효과. *한국잔디학회지* 19: 73-83.
- Kim, C. H., Kim, K. D. and Jee, H. J. 1991. Enhanced suppression of red pepper Phytophthora blight by combined applications of antagonist and fungicide. *Korean J. Plant Pathol.* 7: 221-225.

- 김주형, 이선욱, 민지영, 배영석, 신명옥, 김선보, 연초롱, 임진영, 김홍태. 2007. 살균제 처리에 따른 인삼의 지상부 병해 방제 효과. 식물병연구 13: 164-169.
- Kondoh, M., Hirai, M. and Shoda, M. 2001. Integrated biological and chemical control of damping-off caused by *Rhizoctonia solani* using *Bacillus subtilis* RB14-C and flutolanil. *J. Biosci. Bioeng.* 91: 173-177.
- 李翔國, 한진수, 金玄吉, 尹大鵬, 최재을. 2008. 미생물제제와 살균제에 의한 인삼 점무늬병의 방제. 식물병연구 14: 102-106.
- 심규열, 김희규. 2000. 길항균과 농약의 조합처리에 의한 갈색 퍼짐병(라지패취) 방제. 한국잔디학회 13: 131-138.