

## 미생물 제제와 살균제에 의한 인삼 점무늬병의 방제

李翔國 · 한진수 · 金玄吉 · 尹大鵬 · 최재을\*

충남대학교 농업생명과학대학 식물자원학부

## Control of Alternaria Leaf Blight of Ginseng by Microbial Agent and Fungicides

Xiangguo Li, Jin Soo Han, Xuanji Jin, Dapeng Yin and Jae Eul Choi\*

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

(Received on March 25, 2008)

The single application of *Bacillus subtilis* QST713 (BS QST713) mixed application with fungicides and alternate application were treated to examine the control of alternaria leaf blight of *Panax ginseng*. Control value of alternaria leaf blight by single application of BS QST713 at 10 days interval was 83.3%, and those of single application at 10 days interval was 80.4-83.7% by azoxystrobin, chlorothalonil · copper sulfate basic, copper sulfate basic, kresoxim-methyl, difenoconazole, mancozeb. When mixture of BS QST713 and fungicides were applied at 14 days interval, the control value of alternaria leaf blight were 83.6% by BS QST713 and mancozeb, and 82.6% by BS QST713 and azoxystrobin. However, mixture of BS QST713 with difenoconazole, kresoxim-methyl, copper sulfate basic and chlorothalonil · copper sulfate basic exhibited the disease control values from 61.1% to 76.4%, which showed slightly lower control efficacy. In Daejeon, the alternate application of BS QST713 followed by copper sulfate basic with 14 days interval was 85.9% in control value, which showed the best control efficacy. The alternate application with other tested fungicides slightly decreased to 55.5-78.2% in control value. However, the alternate application of BS QST713 followed by fungicides showed very high control efficacy, which were approximately 90% in Muju, Jeonbuk Province. Consequently, the single, mixed or alternate application of BS QST713 and fungicides could be recommended as a control method to reduce the amount of fungicides.

**Keywords :** Alternaria leaf blight, Alternate application, *Bacillus subtilis* QST713, Control value, *Panax ginseng*

*Alternaria panax*에 의한 인삼 점무늬병은 잎과 줄기, 열매 및 뿌리에 발생하는 병해로 인삼을 재배하는 기간 중에 피해가 큰 병해 중의 하나이다. 4월 하순부터 6월 상순까지는 줄기에만 발생하다가 6월 상순 이후부터는 잎과 열매에 발생하며(오 등, 1987), 해에 따라서는 9월 말까지 발생하는 경우도 있다고 하였다. 발생시기와 정도는 강우시기 및 기간, 강우량, 차광망 누수와 밀접한 관계가 있으며(오 등, 1987), 저 년생 보다는 고 년생으로 갈수록 병의 발생과 피해가 증가하고 후행보다는 전행에서 많이 발생한다고 하였다(조 등, 1998). 점무늬병에 의한 감수율은 10~20%(오, 1980), 27.4~55.9%(오 등, 1987)로 년

근 간에 차이가 크다고 하였다.

이와 같이 인삼 점무늬병은 발병기간이 길기 때문에 농약의 사용 횟수가 많아 농약 잔류의 위험성이 높고, 경영비 상승 요인으로 작용하고 있다. 농약의 잔류를 막는 방법 중의 하나는 독성이 낮고, 약제내성이 유발되지 않는 미생물 농약 등을 사용하는 방법이다.

최근에 방제 효과가 우수한 미생물 농약이 등록되면서 새로운 방제 시스템이 필요하게 되었다. 생물적 방제제는 광범위한 항생물질을 생산하는 *Bacillus subtilis*를 많이 사용하고 있다(Korsten 등, 1997; Leifert 등, 1995). *B. subtilis*는 토마토의 잘록병(Asaka와 Shoda, 1996), 포도의 *Eutypa lata*(Ferreira 등, 1991), 블루베리의 mummy berry (Scherm 등, 1994), 수박 흰가루병(Keinath와 DuBose, 2004) 등에 효과가 있으며, 그 밖에도 여러 종류의 작물에 병을 일으키는 병원균에 대해 광범위한 억제효과가 있

\*Corresponding author

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

E-mail) choije@cnu.ac.kr

는 것으로 증명되었다(Brannen 등, 1997; Hervas 등, 1998).

국내에서는 *B. subtilis*가 잔디 피시움마름병(정 등, 2006), 마늘 흑색썩음병(이 등, 2006) 등에서 효과가 우수한 것으로 보고되었고, 농약사용지침서(2007)에 의하면 딸기 흰가루병, 오이 흰가루병, 고추 흰가루병, 딸기 잿빛곰팡이병, 토마토 잿빛곰팡이병, 복숭아 세균성구멍병, 잔디 갈색잎마름병의 방제용으로 등록되어 있다.

*B. subtilis*제는 단독으로 사용할 수 있을 뿐만 아니라 다른 살균제와 혼합 또는 교차 방제하여도 효과가 증진(Keinath와 DuBose, 2004)된다고 하였다. 이러한 결과는 농약의 사용량의 절감 및 잔류를 방지하는데 적합한 방제법으로 생각된다.

본 연구는 국내에서 오이 흰가루병, 딸기 잿빛곰팡이병, 복숭아 세균성구멍병 방제용으로 등록된 바실러스 서부틸러스 QST713 수화제를 단독, 혼합, 교호처리하여 인삼 점무늬병의 방제 가능성을 검토하기 위하여 실시하였다.

## 재료 및 방법

**미생물제 및 살균제.** 본 시험에 사용한 *Bacillus subtilis* QST713(BS QST713) 수화제, azoxystrobin, chlorothalonil·copper sulfate basic, copper sulfate basic, kresoxim-methyl, difenoconazole, mancozeb는 시중에서 구입하여 사용하였고 살균제의 특성은 Table 1과 같다.

**인삼 점무늬병 방제효과.** 단독 및 혼합 처리는 대전시 유성구 궁동 충남대학교 농업생명과학대학 부속농장의 5년근 인삼포장에서 실시하였으며, 교호처리는 충남대학 및 전라북도 무주군 안성의 4년근 인삼포장에서 5월 중순부터 7월 상순까지 실시하였다.

단독 처리는 BS QST713, azoxystrobin, chlorothalonil·

copper sulfate basic, copper sulfate basic, kresoxim-methyl, difenoconazole, mancozeb를 6월 5일부터 10일 간격으로 4회 처리하였다. 혼합 처리는 BS QST713 + azoxystrobin, BS QST713 + chlorothalonil·copper sulfate basic, BS QST713 + copper sulfate basic, BS QST713 + kresoxim-methyl, BS QST713 + difenoconazole, BS QST713 + mancozeb를 사용 전에 혼합하여 6월 5일부터 14일 간격으로 3회 처리하였다.

교호처리는 충남대 포장에서는 BS QST713을 6월 5일에 살포하고, 10일 후에 azoxystrobin, chlorothalonil·copper sulfate basic, copper sulfate basic, kresoxim-methyl, difenoconazole, mancozeb를 각각 살포하고, 10일 후에 BS QST713, 10일 후에 각각의 살균제를 살포하였다. 무주에서의 교호처리는 충남대 처리 방법과 동일하게 처리하였고 첫 번째 살포는 5월 18일에 실시하였다.

시험구는 임의 배치법 3반복, 발병엽의 조사는 최종 살포 후 10일 후에 발병 엽율(발병 엽수/조사 엽수×100)을 조사하였고, 방제가[(무처리 발병 엽율-처리 발병 엽율)/무처리 발병 엽율×100]를 산출하였다.

## 결과 및 고찰

**미생물제 및 살균제의 단독 처리 효과.** BS QST713 및 살균제를 10일 간격으로 단독 처리하여 인삼 점무늬병의 발병 엽율 및 방제 효과를 조사한 결과는 Table 2와 같다. 무처리구의 발병 엽율은 55.7%이었으며, BS QST713 처리구 9.3%, azoxystrobin 처리구 10.3%, chlorothalonil·copper sulfate basic 처리구 10.9%, copper sulfate basic 처리구 9.5%, difenoconazole 처리구 9.3%,

**Table 2.** Control effect of microbial agent and fungicides on *Alternaria* leaf blight of Korean ginseng

Biofungicide and fungicide	Infection leaf rate (%)	Control value (%)
BS QST713 <sup>a</sup>	9.3 b <sup>b</sup>	83.3
Azoxystrobin	10.3 b	81.5
Chlorothalonil·copper sulfate basic	10.9 b	80.4
Copper sulfate basic	9.5 b	82.9
Difenoconazole	9.3 b	83.3
Kresoxim-methyl	9.1 b	83.7
Mancozeb	10.2 b	81.7
Control	55.7 a	-

<sup>a</sup>*Bacillus subtilis* QST713.

<sup>b</sup>Means followed by the same letters are not different significantly at the 5% level by DMRT.

**Table 1.** Biofungicide and fungicides used in this study

Common name	Formulation	Recommend dose (/20 l)	Chemical category
BS QST713 <sup>a</sup>	5×10 <sup>9</sup> cfu/g WP	40 g	-
Azoxystrobin	20% SC	10 ml	Strobilulin
Mancozeb	75% WP	33 g	Organic sulfur
Difenoconazole	10% WP	10 g	Triazole
Kresoxim-methyl	47% WG	6.7 g	Strobilulin
Copper sulfate basic	58% WP	40 g	Copper
Chlorothalonil·copper sulfate basic	(30+35)% WP	40 g	Organic chlorine+copper

<sup>a</sup>*Bacillus subtilis* QST713.

**Table 3.** Control effect of mixed application of microbial agent and fungicide on *Alternaria* leaf blight of Korean ginseng

Mixed application	Infection leaf rate (%)	Control value (%)
BS QST713 <sup>a</sup> + azoxystrobin	14.2 c <sup>b</sup>	82.6
BS QST713 + chlorothalonil · copper sulfate basic	19.3 bc	76.4
BS QST713 + copper sulfate basic	29.0 b	64.5
BS QST713 + difenoconazole	31.8 b	61.1
BS QST713 + kresoxim-methyl	20.7 bc	74.7
BS QST713 + mancozeb	13.4 c	83.6
Control	81.8 a	-

<sup>a</sup>*Bacillus subtilis* QST713.<sup>b</sup>Means followed by the same letters are not different significantly at the 5% level by DMRT.

kresoxim-methyl 처리구 9.1%, mancozeb 처리구 10.2%로 나타났다.

방제가는 BS QST713 처리구가 83.3%, azoxystrobin 처리구 81.5%, chlorothalonil · copper sulfate basic 처리구 80.4%, copper sulfate basic 처리구 82.9%, difenoconazole 처리구 83.3%, kresoxim-methyl 처리구 83.7%, mancozeb 처리구 81.7%로 공시약제의 방제가가 모두 80% 이상으로 우수한 방제 효과를 나타냈다.

**미생물제 및 살균제의 혼합 처리 효과.** BS QST713과 살균제를 혼합, 14일 간격으로 처리하여 인삼 점무늬병의 발병 엽율 및 방제 효과를 조사한 결과는 Table 3과 같다. 무처리구의 발병 엽율은 81.8%로 매우 높은 비율로 나타났고, BS QST713 + azoxystrobin 처리구 14.2%, BS QST713 + chlorothalonil · copper sulfate basic 처리구 19.3%, BS QST713 + copper sulfate basic 처리구 29.0%, BS QST713 + difenoconazole 처리구 31.8%, BS QST713 + kresoxim-methyl 처리구 20.7%, BS QST713 + mancozeb 처리구 13.4%로 나타났다.

BS QST713 + azoxystrobin 처리구의 방제가는 82.6%, BS QST713 + chlorothalonil · copper sulfate basic 처리구 76.4%, BS QST713 + copper sulfate basic 처리구 64.4%, BS QST713 + difenoconazole 처리구 61.1%, BS QST713 + kresoxim-methyl 처리구 74.7%, BS QST713 + mancozeb 처리구 83.6%이었다.

BS QST713과 azoxystrobin 및 mancozeb 혼합 처리구는 80% 이상으로 방제 효과가 우수하였으나 BS QST713과 difenoconazole, kresoxim-methyl, copper sulfate basic 및 chlorothalonil · copper sulfate basic의 혼합 처리구의 방제가가 61.1%~76.4%로 방제 효과가 약간 감소하였다.

농약 살포 횟수를 줄이기 위하여 BS QST713과 살균

**Table 4.** Control effect of alternate application of microbial agent and fungicide on *Alternaria* leaf blight of Korean ginseng at Daejeon

Alternate application	Infection leaf rate (%)	Control value (%)
BS QST713 <sup>a</sup> /azoxystrobin	15.3 c <sup>b</sup>	78.2
BS QST713/chlorothalonil · copper sulfate basic	21.3 bc	69.6
BS QST713/ copper sulfate basic	9.9 c	85.9
BS QST713/ difenoconazole	31.2 b	55.5
BS QST713/ kresoxim-methyl	29.3 b	58.2
BS QST713/ mancozeb	16.9 c	75.9
Control	70.1 a	-

<sup>a</sup>*Bacillus subtilis* QST713.<sup>b</sup>Means followed by the same letters are not different significantly at the 5% level by DMRT.

제의 혼합처리를 14일 간격으로 실시한 결과 10일 간격 단독 처리구에 비하여 방제가가 낮아지는 조합이 많았다. 따라서 농약의 살포 횟수를 줄이기 위해서는 농약 살포 간격이 길더라도 방제가가 저하하지 않는 BS QST713과 azoxystrobin 및 mancozeb 혼합 처리를 활용한다면 방제 횟수를 크게 줄일 수 있을 것이다.

Brannen과 Kenney(1997), Korsten 등(1997)은 토양 전염성 병해에 미생물 제제와 copper oxychloride 및 benomyl을 함께 사용했을 때 방제 효과가 증진되었다고 하였다. 본 연구 결과에서와 같이 미생물 제제와 살균제를 혼합하여 인삼의 점무늬병 방제효과를 증진시키고 약제내성을 억제시키는데 이용될 수 있을 것으로 생각된다.

**미생물제 및 살균제의 교호처리 효과.** BS QST713과 살균제를 14일 간격으로 교호처리하여 인삼 점무늬병의 발병 엽율 및 방제 효과를 조사한 결과는 Table 4와 같다. 충남대학교 포장에서의 무처리구의 발병 엽율은 70.1%로 매우 높은 비율로 나타났고, BS QST713과 azoxystrobin 교호처리구 15.3%, BS QST713과 chlorothalonil · copper sulfate basic의 교호처리구 21.3%, BS QST713과 copper sulfate basic 교호처리구 9.9%, BS QST713과 difenoconazole 교호처리구 31.2%, BS QST713과 kresoxim-methyl 교호처리구 29.3%, BS QST713과 mancozeb 교호처리구 16.9%로 나타났다.

BS QST713과 azoxystrobin 교호처리구의 방제가는 78.2%, BS QST713과 chlorothalonil · copper sulfate basic의 교호처리구 69.6%, BS QST713과 copper sulfate basic 교호처리구 85.9%, BS QST713과 difenoconazole 교호처리구 55.5%, BS QST713과 kresoxim-methyl 교호처리구 58.2%, BS QST713과 mancozeb 교호처리구 75.9%이었다.

**Table 5.** Control effect of alternate application of microbial agent and fungicide on *Alternaria* leaf blight of Korean ginseng at Jeonbuk Muju

Alternate application	Infection leaf rate (%)	Control value (%)
BS QST713 <sup>a</sup> /azoxystrobin	6.9 b <sup>b</sup>	91.1
BS QST713/chlorothalonil · copper sulfate basic	7.2 b	90.7
BS QST713/ copper sulfate basic	6.6 b	91.4
BS QST713/ difenoconazole	8.8 b	88.6
BS QST713/ kresoxim-methyl	7.6 b	90.1
BS QST713/ mancozeb	7.8 b	89.9
Control	77.1 a	-

<sup>a</sup>*Bacillus subtilis* QST713.<sup>b</sup>Means followed by the same letters are not different significantly at the 5% level by DMRT.

전라북도 무주군 포장에서의 무처리구의 발병 엽율은 77.1%로 매우 높은 비율로 나타났고, BS QST713과 azoxystrobin 교호처리구 6.9%, BS QST713과 chlorothalonil · copper sulfate basic의 교호처리구 7.2%, BS QST713과 copper sulfate basic 교호처리구 6.6%, BS QST713과 difenoconazole 교호처리구 8.8%, BS QST713과 kresoxim-methyl 교호처리구 7.6%, BS QST713과 mancozeb 교호처리구 7.8%로 나타났다(Table 5).

BS QST713과 azoxystrobin 교호처리구의 방제가는 91.1%, BS QST713과 chlorothalonil · copper sulfate basic의 교호처리구 90.7%, BS QST713과 copper sulfate basic 교호처리구 91.4%, BS QST713과 difenoconazole 교호처리구 88.6%, BS QST713과 kresoxim-methyl 교호처리구 90.1%, BS QST713과 mancozeb 교호처리구 89.9%이었다. 이상과 같이 BS QST713과 살균제와의 교호처리한 모든 조합에서 방제가가 80% 이상으로 우수한 방제효과가 나타났다.

충남대와 무주의 포장에서 교호처리의 방제가가 상이한 것은 미생물제의 방제효과가 환경에 따라 다르기 때문이라고 생각된다. 그러나 copper sulfate basic과 교호처리한 경우는 충남대와 무주에서 모두 방제가가 우수하여 안정된 조합으로 판단되었다. 따라서 교호처리로 농약의 살포 횟수를 줄이기 위해서는 교호처리 효과가 우수한 조합을 선발할 필요가 있을 것이다.

인삼 점무늬병의 발병기간이 길어 농약의 살포 횟수가 많으므로 농약의 잔류와 약제 내성균의 출현을 방지하고 생산비를 줄이기 위해서는 BS QST713과 혼합 또는 교호처리 할 수 있는 적절한 조합을 선택하고 살포간격의 조절이 필요할 것으로 생각된다.

## 요 약

*Bacillus subtilis* QST713(BS QST713)의 단독, 살균제와 혼합 및 교호처리하여 인삼 점무늬병의 방제효과를 검증하였다. BS QST713를 10일 간격으로 단독으로 처리했을 때, 인삼 점무늬병에 대한 방제가는 83.3%, azoxystrobin, chlorothalonil · copper sulfate basic, copper sulfate basic, kresoxim-methyl, difenoconazole, mancozeb 단독 처리구는 80.4~83.7%로 나타났다. BS QST713와 mancozeb를 혼합하여 14일 간격으로 처리하였을 때의 방제가는 83.6%, BS QST713와 azoxystrobin 혼합 처리구는 82.6%이었으나, difenoconazole, kresoxim-methyl, copper sulfate basic 및 chlorothalonil · copper sulfate basic와 혼합 처리구는 61.1%~76.4%로 방제효과가 약간 감소하였다. 대전에서 BS QST713와 copper sulfate basic를 10일 간격으로 교호처리시 방제가가 85.9%이었으나, 다른 살균제와의 교호처리 시는 55.5~78.2%로 낮아 졌다. 그러나 무주에서 모든 교호처리에서 방제가가 90% 이상으로 나타났다. 이상의 결과에 의하면 BS QST713의 단독, 혼합 및 교호처리는 살균제의 사용량을 줄일 수 있는 방제법으로 이용될 것이다.

## 참고문헌

- Asaka, O. and Shoda, M. 1996. Biological control *Rhizoctonia solani* damping-off of tomato with *Bacillus subtilis* RB14. *Appl. Environ. Microbiol.* 62: 4081-4085.
- Brannen, P. M. and Kenney, D. S. 1997. Kodiak-A successful biological-control product for suppression of soil-borne plant pathogens of cotton. *J. Ind. Microbiol. Biotechnol.* 19: 169-171.
- Ferreira, J. H. S., Matthee, F. N. and Thomas, A. S. 1991. Biological control of *Eutypa lata* on grapevine by an antagonistic strain of *Bacillus subtilis*. *Phytopathology* 81: 283-287.
- Hervas, A., Landa, B., Datnoff, L. E. and Jimenez-Daiz, R. M. 1998. Effects of commercial and indigenous microorganisms on Fusarium wilt development in chickpea. *Biol. Control* 13: 166-176.
- 조재성, 목성균, 원준원. 1998. 최신 인삼재배. 선진문화사. pp. 240.
- 정우철, 신태수, 도기석, 김원극, 이재호, 최기현. 2006. 잔디 피 시움마름병(Pythium blight)의 생물학적 방제를 위한 길항미생물의 선발과 효력 검증. *식물병연구* 12: 260-266.
- Keinath, A. P. and DuBose, V. B. 2004. Evaluation of fungicides for prevention and management of powdery mildew on watermelon. *Crop Protection* 23: 35-42.
- Korsten, L., De Villiers, E. E., Wehner, F. C. and Kotze, J. M.

1997. Field sprays of *Bacillus subtilis* for control of preharvest fruit diseases of avocado in South Africa. *Plant Dis.* 81: 455-459.
- 이상엽, 이상범, 김용기, 황순진. 2006. *Bacillus subtilis* 122와 *Trichoderma harzianum* 23에 의한 마늘 흑색썩음균핵병의 생물적 방제. *식물병연구* 12: 81-84.
- Leifert, C., Chidburee, S., Hampson, S., Workman, S., Sigeo, D., Epton, H. A. S. and Harbour, A. 1995. Antibiotic production and biocontrol activity by *Bacillus subtilis* CL27 and *Bacillus pumilus* CL45. *J. Appl. Bacteriol.* 78: 97-108.
- 농약사용지침서. 2007. 농약공업협회. 1031 pp.
- 오승환. 1980. 인삼병 발생과 방제. *인삼연구* 2: 11-20. 고려인삼연구소.
- 오승환, 유연현, 김영호, 김기황, 이장호. 1987. 인삼 주요 병해충 방제연구. *인삼연구보고서(재배분야)* pp. 144-294. 한국인삼연구소.
- 오승환, 유연현, 김영호, 김기황, 이장호. 1988. 인삼 주요 병해충 방제연구. *인삼연구보고서(재배분야, 환경 및 육종분야)* pp. 3-137. 한국인삼연구소.
- Scherm, H., Ngugi, H. K., Savelle, A. T. and Edwards, J. R. 2004. Biological control of infection of blueberry flowers caused by *Monilinia vaccinii-corymbosi*. *Biological Control* 29: 199-206.