

방선균 A3265 균주에 의한 인삼 잘록병의 방제

우이음¹ · 이강선² · 이인경¹ · 최재을^{2*} · 윤봉식^{1*}¹전북대학교 환경생명자원대학 생명공학부, ²충남대학교 농업과학연구소Control of Ginseng Damping-off by *Streptomyces* sp. A3265E-Eum Woo¹, Gang-Seon Lee², In-Kyoung Lee¹, Jae-Eul Choi^{2*} and Bong-Sik Yun^{1*}¹Division of Biotechnology, College of Environmental and Bioresource Sciences, Chonbuk National University, Iksan 54596, Korea²Division of Crop Science, College of Agriculture and Life Sciences, Chungnam National University, Daejeon 34134, Korea

ABSTRACT : Korean ginseng (*Panax ginseng*) possesses various biological and pharmacological properties. Damping-off is a critical disease on ginseng seedlings, which is caused by the fungal pathogens *Rhizoctonia solani* and *Pythium* sp.. This disease is generally controlled by the application of fungicides, but also biological control is an efficient and environmentally friendly way to prevent ginseng damping-off. In a previous study, we screened soil-borne bacteria with potential applications as biological control agents for ginseng damping-off and selected the bacterial strain *Streptomyces* sp. A3265, producing antifungal substances guanidylfungin and methylguanidylfungin. In this study, we investigated control efficacy of *Streptomyces* sp. A3265 against ginseng damping-off in the field. As a result, the incidence of damping-off was significantly reduced when soaking ginseng seeds in the culture broth of *Streptomyces* sp. A3265.

KEYWORDS : Biological control, Damping-off, Ginseng, *Streptomyces* sp. A3265

인삼(*Panax ginseng*)은 두릅나무과의 여러해살이 식물로 아시아뿐만 아니라 서양에서도 약용으로 널리 이용된다. 인삼은 세포주기 조절, 세포 증식, 항우울 효과 및 신경세포에 대한 독성 억제작용 등의 중추신경계 보호 작용, 지질 대사 개선작용, 항당뇨, 항염증 및 면역증강효과 뿐만 아니라 노화예방, 피부의 멜라닌 생성억제 등의 생물활성을 지닌 것으로 보고되었다[1-5].

인삼은 재배기간(4~6년)이 길고, 연작장애로 인해 수확 후 같은 토지에서 10년 동안 재경작이 불가능하며, 토양의 각종 염류장애 및 병충해 등 환경적 스트레스에 예민한 작물이기 때문에 재배 기간 동안의 병충해의 방제가 매우 중

요하다[6]. 특히, 최근 지구온난화와 봄철 이상기온 현상으로 인삼에서의 잘록병 발병률과 피해 정도가 점차 증가하고 있는 추세이다.

인삼 잘록병은 주로 *Rhizoctonia solani*와 *Pythium* spp.에 의해 발병하며 1980년대 이후부터 화학농약에 의한 병해 방제를 시행하여 왔으나 사용된 농약이 인삼에 축적되어 생산 후 인삼제품에서 잔류농약 검출의 빈도가 잦아 문제가 되고 있다. 현재 인삼제품에 대하여 약 26종의 농약에 대한 기준 및 규격이 설정되어 있으며, 제조 및 가공과정에 잔류농약의 제거과정이 포함되나 제거과정 중 사포닌 등 함유성분의 유실과 완전한 제거가 어렵다는 점 등의 문제점이 있다.

최근 친환경 농산물에 대한 소비자들의 인식 제고 및 높은 선호도는 인삼 병해 방제에 생물학적 방제의 필요성을 크게 부각시키고 있다[7]. 생물학적 방제는 일반적으로 효과의 지속성이 길고 환경오염, 잔류독성 등 화학농약의 문제점을 크게 줄일 수 있어 친환경 농산물 생산을 위한 중요한 대안으로 제시되고 있다. 그러나 길항미생물을 이용한 생물학적 방제는 실제 재배환경에 적용하였을 때 방제력이 낮거나 기주 특이성이 높고 지속성이 낮아 실용화되는 경우가 적다. 따라서 실제 재배환경에서 길항미생물이 근권환경에 정착하고 생존하여 높은 방제 효과를 나타내는 것이 중요하다[8-10].

Kor. J. Mycol. 2016 September, 44(3): 193-195
http://dx.doi.org/10.4489/KJM.2016.44.3.193
pISSN 0253-651X • eISSN 2383-5249
© The Korean Society of Mycology

***Corresponding author**

E-mail: choije@cnu.ac.kr; bsyun@jbnu.ac.kr

Received August 10, 2016

Revised August 29, 2016

Accepted September 12, 2016

©This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0/>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

선행연구에서 인삼 잘록병에 대하여 방제력이 있는 토양 유래 세균들을 스크리닝하여 방선균 A3265 균주를 선발하였다. 방선균 A3265 균주는 *Botrytis cinerea*, *Colletotrichum gloeosporioides*, *Rhizoctonia solani* 등 다양한 식물 병원균에 길항력을 나타내었다. 또한 항균활성성분을 밝히기 위하여 A3265 균주를 배양하여 잘록병 원인균인 *Rhizoctonia solani*에 대하여 항균활성을 갖는 2종의 화합물을 정제하고, 분광분석학적 방법에 의하여 이들 화합물을 guanidylfungin A와 methyl guanidylfungin A로 동정하였다[11]. 또한 이들 화합물의 항균활성에 관하여 보고한 바 있다[11].

본 실험에 사용한 공시균주 방선균 A3265 균주는 선행연구 결과 잘록병을 일으키는 병원균인 *Rhizoctonia solani*와 *Pythium* sp.에 강한 길항효과를 나타내었다. 공시균주의 배양은 modified bennett's agar (MBA, glucose 5 g, soluble starch 5 g, malt extract 1 g, yeast extract 1 g, N-Z amne 1 g, agar 15 g/L, pH 7.0) 배지에서 25°C로 10일 동안 배양시킨 후 30% glycerol을 이용하여 포자현탁액을 만든 후 4°C에 보관하여 사용하였다. 1 L 삼각플라스크에 GSS 배지 (glucose 20 g, soluble starch 10 g, beef extract 1 g, yeast extract 4 g, NaCl 2 g, K_2HPO_4 0.05 g, soybean flour 25 g/L, pH 7.0) 200 mL를 분주한 후 121°C에서 15분간 멸균하였다. GSS 배지에 방선균 A3265 균주의 포자현탁액을 MBA 배지에 도말하여 25°C에서 10일간 배양한 후 cork borer (직경 15 mm)를 이용하여 잘라낸 절편을 5개씩 넣어 진탕배양하여 전배양 하였다. 전배양 조건은 27°C에서 120 rpm으로 2일간 배양하였다. 본 배양은 1 L 삼각플라스크에 전배양 배지와 동일한 GSS 배지를 200 mL씩 분주한 후 121°C에서 15분간 멸균하였다. 멸균한 배지에 전배양한 배양액을 10 mL씩 접종하여 27°C에서 120 rpm으로 6일간 진탕배양하였다.

인삼종자의 침지는 방선균 배양액을 멸균수로 100배 희석한 희석액에 인삼종자를 30분간 침지하여 음건하였으며, 대조군은 멸균수에 인삼종자를 30분간 침지 후 음건하여 사용하였다. 2015년 12월 1일(겨울 파종)과 2016년 3월 20일(봄 파종)에 파종판으로 3 × 3 cm 간격의 파종구를 만들어 한 알씩 파종하였다. 처리구 당 파종면적은 90 × 360 cm, 난괴법 3반복으로 배치하였다.

인삼종자의 발아율은 2016년 5월 1일, 잘록병의 발생율은 2016년 5월 9일에 조사하였다. 방제효과는 포장에서 자연 발생된 잘록병에 대한 방제효과이며 인위적으로 특정 병원균을 처리하지는 않았다. 그 결과 방선균 배양액에 침지한 인삼종자의 발아율은 겨울 파종에서 46.7%로 무처리 55.3%보다 약간 감소하였으며, 봄 파종에서는 73.9%로 무처리구 73.1%에 비하여 약간 증가되었다(Fig. 1). 방선균 배양액에 침지한 인삼종자의 잘록병 발병률은 겨울 파종에서 1.0%로 무처리 4.5%보다 감소하여 77.8% 방제효과를 나타냈으며, 봄 파종에서는 6.3%로 무처리 19.2%에 비해 유의적으로 발병률이 감소되어 67.2%의 방제효과를 나타

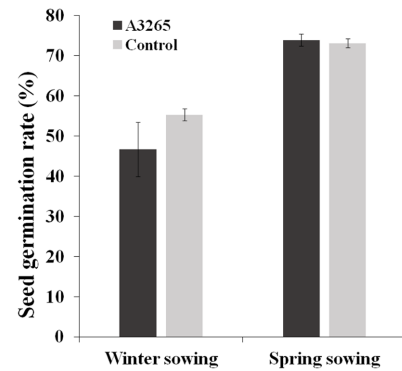


Fig. 1. Effect of *Streptomyces* sp. A3265 on germination of ginseng seeds. Ginseng seeds were soaked for 30 min in the 100-fold diluted culture broth of *Streptomyces* sp. A3265, and after sowing, germination rate was examined.

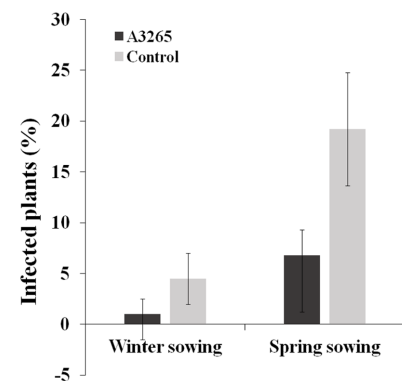


Fig. 2. Control efficacy of *Streptomyces* sp. A3265 against ginseng damping-off in field. Ginseng seeds were soaked for 30 min in the 100-fold diluted culture broth of *Streptomyces* sp. A3265, and after sowing, the incidence of ginseng damping-off was examined.

내었다(Figs. 2, 3). 이상의 결과로부터 방선균 A3265 균주 배양액에 인삼종자를 침지 처리하여 파종하는 것이 인삼 잘록병의 발병을 억제하는데 유효함을 확인하였으며, 이러한 결과는 방선균 A3265 균주가 실제 포장재배에서 인삼 잘록병 방제에 활용할 수 있음을 나타낸다.

적 요

한국의 인삼(*Panax ginseng*)은 다양한 생리학적, 약리학적 활성을 지닌 것으로 입증되어 왔다. 인삼 잘록병은 *Rhizoctonia solani*와 *Pythium* sp.과 같은 식물 병원균에 의해 발생하며 인삼 종자에 치명적이다. 잘록병은 일반적으로 화학농약을 이용하여 방제하고 있다. 또한 생물학적 방제는 인삼 잘록병을 방제하는데 효과적이며 환경친화적인 방

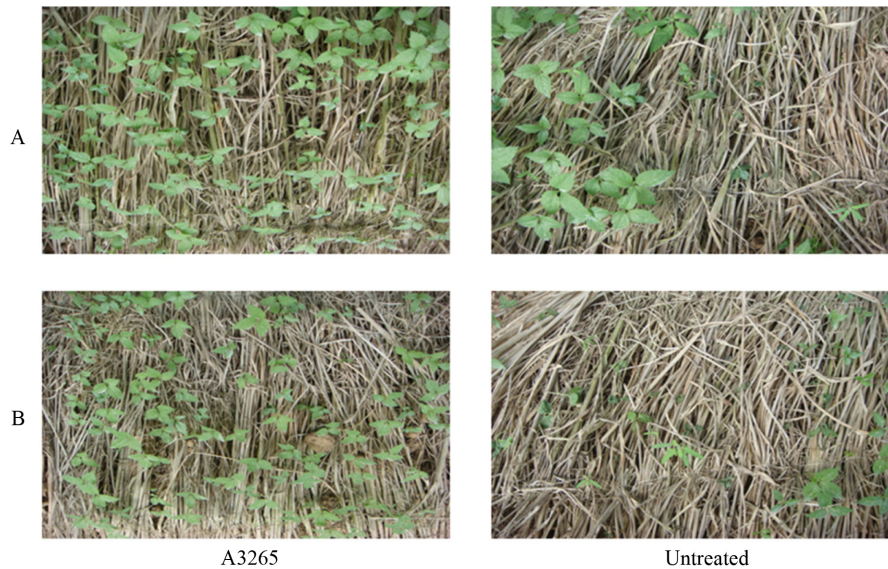


Fig. 3. Control effect of ginseng damping-off by *Streptomyces* sp. A3265 in the field. Winter sowing (A) and spring sowing (B).

법으로 알려져 있다. 본 연구진은 인삼 갈록병 방제를 위한 생물 방제제로서 잠재성을 지닌 토양 세균을 탐색하였으며, 그 결과 항균물질 guanidylfungin과 methylguanidylfungin을 생산하는 방선균 A3265 균주를 선발하였다. 본 연구는 방선균 A3265 균주의 인삼 갈록병 방제 활성을 포장에서 조사한 것이다. 그 결과 인삼종자를 방선균 A3265 균주의 배양액에 침지한 후 파종하였을 때 갈록병의 발병률이 유의적으로 감소함을 확인하였다. 이는 방선균 A3265 균주가 갈록병 방제에 효과적으로 활용될 수 있음을 나타낸다.

Acknowledgements

This work was supported by a grant from the Agenda Project (Grant No. PJ009951022016) of the Rural Development Administration (RDA), Republic of Korea.

REFERENCES

- Li YB, Wang Y, Tang JP, Chen D, Wang SL. Neuroprotective effects of ginsenoside Rg1-induced neural stem cell transplantation on hypoxic-ischemic encephalopathy. *Neural Regen Res* 2015;10:753-9.
- Saba E, Jeon BR, Jeong DH, Lee K, Goo YK, Kim SH, Sung CK, Roh SS, Kim SD, Kim HK, et al. Black ginseng extract ameliorates hypercholesterolemia in rats. *J Ginseng Res* 2016; 40:160-8.
- Gui QF, Xu ZR, Xu KY, Yang YM. The efficacy of ginseng-related therapies in type 2 diabetes mellitus: an updated systematic review and meta-analysis. *Medicine (Baltimore)* 2016; 95:e2584.
- Jang KJ, Choi SH, Yu GJ, Hong SH, Chung YH, Kim CH, Yoon HM, Kim GY, Kim BW, Choi YH. Anti-inflammatory potential of total saponins derived from the roots of *Panax ginseng* in lipopolysaccharide-activated RAW 264.7 macrophages. *Exp Ther Med* 2016;11:1109-15.
- Lee DY, Jeong YT, Jeong SC, Lee MK, Min JW, Lee JW, Kim GS, Lee SE, Ahn YS, Kang HC, et al. Melanin biosynthesis inhibition effects of ginsenoside Rb₂ isolated from *Panax ginseng* berry. *J Microbiol Biotechnol* 2015;25:2011-5.
- Park SJ, Cho YJ, Pyee JH, Hong HD. Meta-analysis of studies and patents on Korean ginseng in recent 5 years in Korea and prospective needs. *J Ginseng Res* 2006;30:212-9.
- Sin YM, Son YU, Lee SH, Jeong JY, Won YJ, Lee CH, Kim WS, Chae KR, Hong MK. Studies on the development of removal technique of residual pesticides in ginseng concentration. *Korean J Pestic Sci* 2005;9:41-50.
- Joo GJ, Kim JH, Kang SJ. Isolation and antifungal activity of *Bacillus ehimensis* YJ-37 as antagonistic against vegetables damping-off fungi. *Korean J Life Sci* 2002;12:200-7.
- Shin JS, Lee SH, Cho HS, Cho DH, Kim KJ, Hong TK, Park CS, Lee SK, Jung HY. Screening of seed treatment fungicide for control of damping-off caused by *Rhizoctonia solani* on *Panax ginseng*. *Korean J Pestic Sci* 2015;19:424-7.
- Kim JH, Choi YH, Kang SJ, Rhee IK, Joo GJ. Biocontrol of vegetables damping-off by *Bacillus ehimensis* YJ-37. *Korean J Life Sci* 2002;12:416-22.
- Van Minh N, Woo EE, Kim JY, Kim DW, Hwang BS, Lee YJ, Lee IK, Yun BS. Antifungal substances from *Streptomyces* sp. A3265 antagonistic to plant pathogenic fungi. *Mycobiology* 2015;43:333-8.