

홍미삼과 홍삼정박의 건열처리가 *Fusarium oxysporum*의 균사 생장과 승흥에 대한 내성에 미치는 영향

金永鎬* · 朴明漢 · 李鍾源

韓國人蔘煙草研究所

(1992년 7월 2일 접수)

Effect of Dry Heat Treatment of Red Ginseng and Red Ginseng Residue on Mycelial Growth and on Induced Tolerance of *Fusarium oxysporum* to Mercury Chloride

Young Ho Kim*, Myung Han Park and Chong Won Lee

Korea Ginseng & Tobacco Research Institute, Taejeon 305-345, Korea

(Received July 2, 1992)

Abstract □ Korean red ginseng and water extract residue of red ginseng roots were treated with dry heat and incorporated in PDA medium to examine the effect of the materials on induced tolerance against mercury chloride and mycelial growth of *Fusarium oxysporum*. Ginseng residue was not effective in the inducement of tolerance to mercury chloride regardless of dry heat treatment. However, the heat treatment of ginseng and ginseng residues stimulated the mycelial growth of the fungus. The materials responsible for the detoxification appeared to be water-soluble. The stimulation of the fungal mycelial growth on the media by the heat treatment was highest in the water extract of ginseng. Due to the heat treatment, the mycelial growth was also slightly increased in *n*-hexane and methanol extracts of ginseng, compared with the ginseng fractions without dry heat treatment.

Key words □ *Panax ginseng*, *Fusarium oxysporum*, heat treatment, mercury detoxification, mycelial growth

서 론

인삼은 여러가지 생리활성 물질을 함유하고 있어서 미생물의 생장과 대사작용에 영향을 주는 것으로 알려져 있다. 이러한 생리활성 물질은 인삼의 보존기간과 보존방법, 인삼 유효성분 추출이전의 처리방법에 따라 물질의 질적, 양적인 변화가 수반되어 그 효능에 있어서 차이가 있을 수 있다.¹⁻⁴⁾ 또한 홍삼제품의 부산물인 홍삼정박 추출물은 곰팡이의 생육 촉진과 항산화성 물질이 상당량 남아 있는 것으로 보고되었는데,^{5,6)} 이들 홍삼정박은 탄수화물 분해효소 처리에 의해 추출물의 수율이 높아진다고 하였다.

최근 김 등⁷⁾에 의하여 인삼의 물추출물이 *Fusarium oxysporum*에 의한 중금속 수은의 해독작용에 관여하는 것으로 보고되었으며 분획별 균사의 생장에 대한 영향이 보고된 바 있다. 따라서 본 연구는 홍삼과 홍삼제품의 부산물인 홍삼정박의 건열처리가 *Fusarium oxysporum*에 의한 수은의 해독능의 변화에 미치는 영향과 곰팡이 균사 생장에 대한 영향을 조사하기 위하여 실시하였다.

재료 및 방법

1. 실험재료

직경 0.5 mm 이하의 선별된 홍미삼(한국담배인삼

* Corresponding author

공사 제조)과 홍삼정 제조시 생출되는 부산물인 홍삼정 H₂O 추출박(이하 홍삼정박으로 기술)을 실험재료로 사용하였다. 각각의 재료는 완전 마쇄하여 230 °C에서 10분간 볶았다. 볶음처리와 무처리의 시료를 각각 1g씩 증류수에 첨가하여 물이 끓을 때까지 온도를 높혀준 후 실온에 2시간 동안 방치한 다음 Whatman No. 2 여과지로 여과하였다. 이 여액을 100 ml로 조정하여 인삼의 농도를 1%로 맞춰주었으며 감자한천배지(PDA, Difco)를 첨가한 후 고압살균(15 psi, 210 °C, 20분)하여 배지를 조성하였다. 대조구로는 시료를 첨가하지 않은 PDA 배지를 사용하였다.

*Fusarium oxysporum*의 증균속 해독능과 군사생장에 영향을 주는 물질의 특성을 조사하기 위하여 볶음처리와 무처리의 홍미삼을 *n*-hexane, methanol로 순차적으로 추출하여 각각의 추출물을 시험재료로 사용하였다. 추출방법은 각각의 시료 10g을 상온에서 1회 5시간씩 2회 추출하여 45 °C에서 감압농축한 후 다시 각각의 용매 10 ml에 녹였고 추출용액 1 ml 또는 2 ml를 100 ml PDA에 첨가하여 고압살균하였다.

또한 용매추출 잔여분을 실온에서 1일간 건조한 후 각각의 시료를 증류수 100 ml에 첨가하여 물이 끓을 때까지 온도를 높혀준 후 실온에서 2시간 동안 방치한 다음 Whatman No. 2 여과지로 여과하였고, 이 여액에 증류수를 첨가하여 100 ml로 맞추어 농도를 10%로 조정하였다. 이 용액을 증류수에 각각 0.5, 1, 2, 4%

되게 희석한 후 분말 PDA를 첨가하여 배지를 조제하였다. 각각의 배지는 지름 90 mm 플라스틱 사레에 8 mm씩 부어 agar 두께가 일정하도록 평탄한 곳에서 굳게 하였다.

2. 접종원과 균배양

PDA에서 10일간 배양한(25~27 °C) *Fusarium oxysporum*(IFU 9761) 배지에 살균수 30 ml를 첨가하여 배지의 표면을 문질러 곰팡이 포자액을 만들었다. 이 포자 현탁액 2 ml를 각각의 agar 배지 표면에 떨어뜨린 후 유리봉으로 표면에 고루 도말되도록 문질러 주었다. 접종한 균은 25~27 °C에서 배양하였다.

3. 수은 해독효과 조사

살균 증류수에 용해된 0.5% 승홍수(HgCl₂)를 지름 8 mm paper disc에 0.06 또는 0.05 ml 흡습시킨 후 곰팡이 포자가 접종되어 있는 배지의 중앙에 올려 놓았다. 처리 2일 후에 형성된 paper disc 주위의 저지원의 크기와 시간이 경과함에 따라 안쪽으로 자라는 군사에 의한 저지원의 크기 변화를 조사하였다.

4. 군사생장 효과 조사

PDA에서 10일간 배양한 *Fusarium oxysporum* 배지를 cork borer로 절단하여(지름 7 mm) 군사절편을 볶음처리 전후의 시료를 첨가한 PDA 배지 중앙에 올려놓고 25~27 °C에서 배양하면서 균총의 크기 변화를 조사하였다. 또한 곰팡이 군사와 배지의 색상 변화를 육안으로 비교 조사하였다.

Table 1. Influence of mercury chloride on the growth of *Fusarium oxysporum* on PDA supplemented with ginseng and ginseng residue with or without dry heat treatment^{a)}

Material	Treatment ^{b)}	Inhibition zone (radius, mm) ^{c)}		
		2 days	4 days	7 days
Control		21.5±0.2 c ^{d)}	20.0±0.2 b	18.5±0.4 c
Ginseng	None	20.3±0.4 a	18.3±1.0 a	14.3±1.6 a
	Roasted	20.9±0.4 b	18.6±1.0 a	16.4±1.0 b
Residue	None	21.8±0.1 c	21.8±0.1 c	19.5±0.6 c
	Roasted	21.5±0.4 c	20.4±0.4 b	18.8±0.6 c

^{a)}A paper disc (8 mm in diameter) was soaked with 0.06 ml of 0.5% mercury chloride, and placed in the center of the agar medium, following inoculation of the fungal spores on the medium.

^{b)}Powder of ginseng materials was extracted with distilled water and filtered. The filtered solution was incorporated into the PDA medium with the percentage equivalent to 1% of the total root weight in the medium. Root powder was roasted at 230 °C for 10 minutes.

^{c)}Numbers are averages± standard deviations of 3 replicates.

^{d)}The same letters on each column are not different at P=0.05 by Duncan's multiple range test.

결과 및 고찰

1. 수은 해독 효과

처리 2일 후에 승홍에 의한 저지원은 대조구에 비해 홍미삼을 처리한 배지에서 크기가 작았으며 건열처리한 홍미삼보다는 무처리 홍미삼을 첨가한 배지에서 그 크기가 작았다(Table 1). 그러나 홍삼정박의 경우는 건열처리에 관계없이 저지원의 크기가 대조구와 유의성있는 차이가 없었다. 처리 7일 후에는 무처리 홍미삼에서는 곰팡이의 균사가 안쪽으로 6 mm 성장하여 저지원의 반지름이 14.3 mm로 작아졌으며 건열처리한 홍미삼의 경우는 저지원의 반지름이 16.4 mm로 대조구에 비해 유의성 있는 차이가 있었지만 무처리 홍미삼에 비하여는 저지원의 크기가 커서 건열처리에 의하여 중금속 해독능에 관계하는 물질이 감소하는 것으로 생각되었다. 홍삼정박의 경우는 7일 후에도 건열처리에 관계없이 대조구와 차이가 없었는데 홍삼을 물로 추출하는 경우 수은의 해독과 관련된 물질은 홍삼정박에 잔존하지 않는 것으로 나타났다. 따라서 건열처리에 의해서는 수은의 해독작용에 관여하는 물질이 분해되는 것으로 사료되며 홍삼정박에는 수은의 해독과 관련된 전구물질이나 유사물질이 없는 것으로 생각된다.

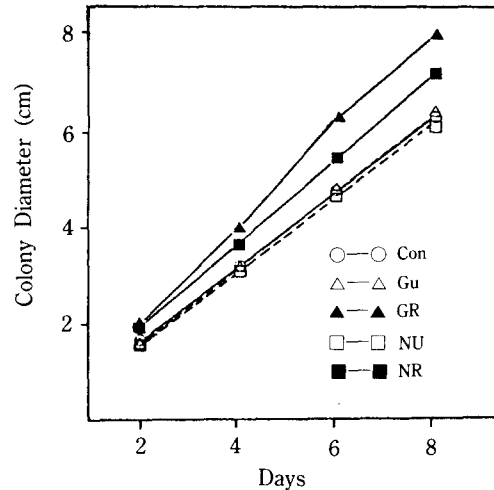


Fig. 1. Mycelial growth of *Fusarium oxysporum* on the PDA media supplemented with 1% of ginseng and ginseng residue with or without heat treatment. CON; control, GU; ginseng untreated, GR; ginseng roasted, NU; ginseng residue untreated and NR; ginseng residue roasted.

2. 균사성장 효과

*F. oxysporum*의 균사생장에 미치는 효과를 조사한 결과 무처리 홍미삼과 홍삼정박은 대조구와 유의성

Table 2. Effect of ginseng extraction fractions on the detoxification of mercury as indicated by inhibition zone of mycelial growth of *Fusarium oxysporum*^{a)}

Treatment ^{b)}	Fraction	Conc. (%)	Inhibition radius (mm) ^{c)}		
			2 days	4 days	7 days
Control None	Methanol	1.0	20.6±0.2 a ^{d)}	19.9±0.2 a	19.1±0.4 a
		2.0	20.3±0.6 a	20.3±0.6 a	19.1±0.6 a
	Hexane	1.0	21.9±0.3 b	21.8±0.4 b	20.0±1.0 a
		1.0	21.7±0.6 b	21.5±0.0 b	20.1±0.4 a
Roasted	Methanol	1.0	22.7±0.8 c	22.0±0.5 b	19.6±0.6 a
		1.0	21.1±0.4 ab	20.8±0.5 a	19.3±0.6 a
	Hexane	1.0	21.2±0.2 ab	20.4±0.2 a	19.2±0.3 a
		2.0	21.5±0.0 b	21.4±0.5 b	20.2±0.3 a
	Hexane	1.0	23.4±0.5 d	23.1±0.5 c	21.8±0.3 b
		2.0			

^{a)}A paper disc (8 mm in diameter) was soaked with 0.05 ml of mercury chloride, and placed in the center of the agar medium, following inoculation of the fungal spores on the medium. Ginseng root extracts with n-hexane and methanol were incorporated into PDA medium with the percentage equivalent to 1% or 2% of the total root weight in the medium.

^{b)}Root powder was roasted at 230 °C for 10 minutes.

^{c)}Numbers are averages± standard deviations of 3 replicates.

^{d)}The same letters on each column are not different at P=0.05 by Duncan's multiple range test.

Table 3. Effect of the aqueous fraction of ginseng with or without dry heat treatment on the detoxification of mercury chloride as indicated by inhibition zone of mycelial growth of *Fusarium oxysporum*^{a)}

Treatment ^{b)}	Conc.(%)	Inhibition zone (mm) ^{c)}		
		2 days	4 days	7 days
Control		18.6±0.2 c ^{d)}	18.4±0.2 c	16.7±0.2 d
None	1.0	17.9±0.4 b	15.9±0.2 b	12.0±0.5 b
	2.0	15.7±0.2 a	12.8±0.3 a	7.7±0.6 a
Roasted	1.0	18.6±0.2 c	18.3±0.7 c	15.3±1.2 cd
	2.0	18.3±0.2 c	18.3±0.3 c	14.3±0.3 c

^{a)} A paper disc (8 mm in diameter) was soaked in 0.05 ml of mercury chloride, and placed in the center of the agar medium, following inoculation of the fungal spores on the medium. Ginseng root extracts with n-hexane and methanol was incorporated into PDA medium with the percentage equivalent to 2% of the total root weight in the medium.

^{b)} Root powder was roasted at 230 °C for 10 minutes.

^{c)} Numbers are averages± standard deviations of 3 replicates.

^{d)} The same letters on each column are not different at P=0.05 by Duncan's multiple range test.

있는 차이가 없었으나 건열처리한 홍미삼과 홍삼정 박에 있어서는 균사생장이 현저히 촉진되었다(Fig. 1). 건열처리한 홍미삼을 첨가한 배지에서 균사생장이 가장 양호하였다. 이 결과로 볼 때 홍미삼의 수은 해독작용은 균사생장 촉진효과와는 직접적으로 관련이 없는 것으로 생각되며, 건열처리에 의해 홍삼정 박에서 균사생장을 촉진하는 물질이 생성되는 것으로 생각되나 홍미삼의 추출물중 건열처리에 의해 균사생장 촉진 물질이 생성되는지는 이 실험의 결과로는 알 수 없었다.

3. 추출액 종류별 수은 해독효과

건열처리와 무처리 홍미삼의 n-hexane과 methanol 추출물에 있어서는 모두 수은의 해독효과를 관찰할 수 없었으며, 오히려 건열처리 홍미삼의 2% n-hexane 추출물에서는 저지원의 크기가 커서 대조구와 다른 처리구에 비해 유의성 있는 차이를 보였다(Table 2).

n-Hexane과 methanol 추출후 인삼 잔유물을 다시 물로 추출하였을 경우에는 무처리 홍미삼에서 수은 해독효과가 현저히 높아 농도가 높을수록 증가하였다. 건열처리한 홍미삼에 있어서도 농도가 증가할수록 수은해독 효과가 증가하여 대조구에 비해 수은 해독 효과가 인정되나 무처리 홍미삼에 비하면 그 효과가 현저히 저하되었다(Table 3). 이 결과로 보아 수은의 해독작용에 관여하는 물질은 수용성인 것으로 생각되며 열처리에 의해 수은의 해독능이 감소하는 것으로 생각된다. 건열처리한 홍미삼 물추출물에서도 수은

해독효과가 다소 나타난 것은 이러한 물질이 건열처리에 의해 완전히 분해되지 않고 일부 남아 있었기 때문으로 사료된다.

4. 추출액 종류별 균사생장 효과

건열처리와 무처리 홍미삼의 n-hexane과 methanol 추출물을 첨가한 배지에서는 n-hexane 추출물 2%를 제외하고는 대조구에 비해 균사생장이 모두 억제되었으며, 같은 농도를 비교하였을 때 건열처리와 무처리간에는 현저한 차이는 없었으나 건열처리한 인삼의 추출물에서 균사의 생육이 다소 양호하였다(Table 4).

그러나 건열처리 홍미삼의 물추출물은 대조구와 무처리 홍미삼 물추출물에 비해 균사생장이 현저히 촉진되었다(Table 5, Fig. 2). 균사생장이 가장 촉진된 건열처리 홍미삼 추출물의 농도는 2%로 나타났으며 4%에서는 균사의 생육정도가 2% 첨가구에 비해 다소 낮아졌다.

위 결과로 보아 건열처리에 의해 생성된 곰팡이 생육촉진 물질은 수용성이 큰 것으로 생각되며 건열처리한 홍미삼의 n-hexane과 methanol 분획에서 균사의 생육이 다소 촉진된 것은 이러한 물질이 유기용매에 다소 이행되었기 때문으로 사료된다.

김 등⁷⁾은 인삼의 n-hexane 분획은 균사의 생육을 촉진한다고 보고하였는데 이는 본 시험 결과와는 일치하지 않았다. 본 시험에서 홍미삼을 재료로 하여 얻은 결과는 양과 전⁸⁾이 보고한 홍미삼의 n-hexane

Table 4. Effect of organic solvent fractions of ginseng with or without dry heat treatment on the mycelial growth of *Fusarium oxysporum*^{a)}

Treatment ^{b)}	Fraction	Conc. (%)	Colony diameter (mm) ^{c)}		
			2 days	4 days	7 days
Control None	Methanol	1.0	19.8±0.3 f ^{d)}	35.3±0.6 e	59.7±0.6 d
		2.0	17.8±0.3 c	30.7±0.3 b	50.7±1.2 b
	Hexane	1.0	16.3±0.3 a	29.5±0.5 a	48.3±1.0 a
		2.0	17.3±0.6 b	31.0±0.0 b	51.0±1.0 b
Roasted	Methanol	1.0	17.0±0.0 b	29.3±0.3 a	48.7±0.6 a
		2.0	18.0±0.9 cd	32.3±0.6 c	54.0±0.0 c
	Hexane	1.0	18.2±0.3 de	32.2±0.3 c	53.3±0.6 c
		2.0	18.5±0.5 e	33.0±1.0 d	54.0±1.0 c
		2.0	19.3±0.3 f	36.2±0.3 f	60.7±1.2 d

^{a)} Extracts from n-hexane and methanol were added to PDA medium with the percentage equivalent to 1 or 2% of the total weight of ginseng in the medium.

^{b)} Root powder was roasted at 230 °C for 10 minutes.

^{c)} Numbers are averages± standard deviations of 3 replicates.

^{d)} The same letters on each column are not different at P=0.05 by Duncan's multiple range test.

Table 5. Effect of aqueous fractions of ginseng with or without heat treatment on the mycelial growth of *Fusarium oxysporum*^{a)}

Treatment ^{b)}	Conc. (%)	Inhibition diameter (mm) ^{c)}		
		2 days	4 days	7 days
Control None		20.8±0.8 c ^{d)}	34.5±0.5 c	57.5±0.5 bc
	0.5	19.5±0.5 a	30.7±0.6 a	56.3±0.8 ab
	1.0	19.8±0.8 ab	32.3±0.6 b	55.2±0.7 a
	2.0	20.3±0.6 ab	34.3±0.5 c	58.8±1.3 c
	4.0	20.5±0.5 bc	35.5±0.5 d	62.2±0.3 d
Roasted	0.5	22.0±0.0 d	35.7±0.6 d	61.8±0.8 d
	1.0	23.7±0.3 e	38.8±0.3 e	68.2±1.4 e
	2.0	24.0±1.0 e	41.3±1.6 f	74.0±1.7 f
	4.0	21.7±0.8 d	39.3±0.6 e	71.0±0.9 e

^{a)} The root powder after extraction by n-hexane and methanol was extracted with distilled water and filtered. The filtered solution was incorporated into the PDA medium with the percentage equivalent to 0.5, 1, 2 or 4% of the total root weight in the medium.

^{b)} Root powder was roasted at 230 °C for 10 minutes.

^{c)} Numbers are averages± standard deviations of 3 replicates.

^{d)} The same letters on each column are not different at P=0.05 by Duncan's multiple range test.

분획이 *Candida parapsilosis*의 생육을 억제한다는 내용과 일치한다. 김 등⁷⁾에 의해 사용된 시료는 인삼의 동체로 분 시험에서 사용된 시료와 차이가 있고 또한 추출방법도 다른데 이러한 차이에 의해 균사생육이 차이가 있을 수 있다고 생각된다. 앞으로 인삼 재료와 추출방법에 따라 균사생육에 대한 영향의 차이가 있는지 검토되어야 할 것이다.

건열처리한 홍미삼 물추출물의 경우 1% 이상에서, 무처리 홍미삼 물추출물의 경우는 4%에서 균사와 배지의 착색이 거의 관찰되지 않았다(Fig. 2). 이는 홍미삼에는 곰팡이의 색소 형성을 억제하는 물질이 있으며, 열처리에 의해 색소 형성을 억제하는 물질이 증가하는 것으로 사료된다. 김 등⁹⁾ 도 등¹⁰⁾ 김 등¹¹⁾에 의하면 건열처리에 의해 생성된 갈변물질이 항산화

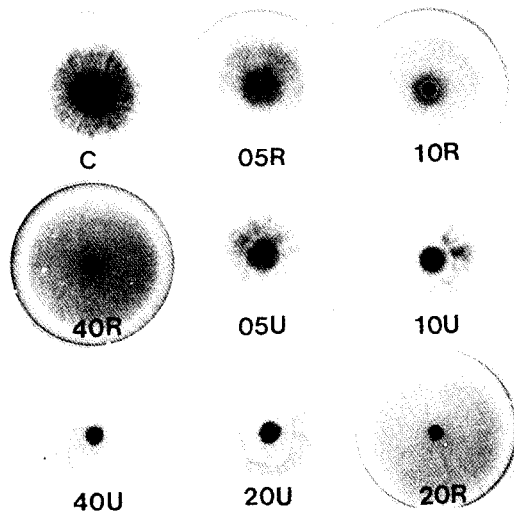


Fig. 2. Mycelial growth of *Fusarium oxysporum* on the PDA media supplemented with aqueous fractions of ginseng residue with or without heat treatment. C; control, 05U, 10U, 20U and 40U; 0.5, 1.0, 2.0 and 4.0% aqueous fractions of ginseng without dry heat treatment, 05R, 10R, 20R and 40R; 0.5, 1.0, 2.0 and 4.0% aqueous fractions of ginseng with roasting, respectively.

활성이 강하다고 하였다. 본 실험에서는 항산화활성을 측정하지는 않았지만 건열처리에 의해 증량된 갈변 물질이 곰팡이의 색소형성 억제와 관련이 있는 것으로 사료된다. 추후 이 곰팡이 균사와 배지의 색상변화, 건열처리에 의해 형성된 갈변물질과 항산화활성과의 관계가 규명되어야 할 것이다.

요 약

고려홍미삼과 물추출한 홍삼정박을 건열처리한 후 배지에 첨가하여 *Fusarium oxysporum*의 중금속 수

은에 대한 내성효과와 군사생장에 미치는 영향을 조사한 결과 홍삼정박에서는 건열처리 유무에 관계없이 수은 해독작용에 영향이 없었으며, 건열처리한 홍미삼에 있어서는 무처리 홍미삼보다 중금속 수은의 해독능력이 떨어져 건열처리에 의해 수은의 해독과 관련된 물질이 감소하는 것으로 나타났다. 홍미삼에 함유된 중금속 해독 물질은 수용성으로 나타났다. *Fusarium oxysporum*의 군사생장은 건열처리한 홍미삼과 홍삼정박을 첨가한 배지에서 촉진되어 열처리에 의해 군사생장 촉진물질이 증량되는 것으로 나타났다. 건열처리 홍미삼의 추출액중 물추출액이 군사생장을 가장 촉진하였으며, *n*-hexane과 methanol 추출액에서도 무처리 홍미삼의 이 두 가지 유기용매 추출액에 비해 군사생장이 다소 촉진되었다.

인용문헌

1. 이광승, 최강주, 고성룡, 장진규, 양차범: 고려인삼학회지, **12**, 123 (1988).
2. 김해중, 주현규: 고려인삼학회지, **13**, 56 (1989).
3. 노길봉, 손현주: 고려인삼학회지, **13**, 198 (1989).
4. 성현순, 양재원: 한국식품영양학회지, **15**, 22(1986).
5. Kim, S.-D., Do, J.H. and Lee, K.S.: *Kor. J. Appl. Microbiol. Bioeng.*, **14**, 279 (1986).
6. 김상달, 도재호, 이광승, 성현순: 고려인삼학회, **10**, 1 (1986).
7. Kim, Y.H., Park, E.K. and Park, K.J.: *Korean J. Ginseng Sci.*, **16**, 24 (1992).
8. 양재원, 전병선: 고려인삼학회지, **13**, 66 (1989).
9. Do, J.H., Kim, S.D., Oh, H.I. and Hong, S.K.: *J. Korean Agric. Chem. Soc.*, **25**, 161 (1982).
10. Kim, M.W., Choi, K.J. and Cho, Y.H.: Ginseng Research Report, Korean Ginseng Research Institute, 347 (1979).