

***Fusarium solani*와 *Phytophthora cactorum* 이 高麗人蔘의 사포닌 成分變化에 미치는 影響**

趙大彙 · 吳承煥 · 柳演鉉 · 劉太鍾*
韓國人蔘煙草研究所 · 高麗大學校 食品工學科*
(1986年 2月 17日接受)

Influences of *Fusarium solani* and *Phytophthora cactorum* on the Changes in Saponin Components of Korean Ginseng (*Panax ginseng* C.A. Meyer)

Cho, D. H., S. H. Ohh, Y. H. Yu, and T. J. Yu .

Korea Ginseng & Tobacco Research Institute, Suwon, Korea
Department of Food Engineering, Korea University, Seoul*
(Received Feb. 17, 1986)

Abstract

Influences of *Fusarium solani* and *Phytophthora cactorum* infection on the changes in saponin components of Korean ginseng (*Panax ginseng* C.A. Meyer) roots and some of the biology of those fungi in relation to ginseng root were investigated.

Mycelial growth of *F. solani* was decreased as increasing concentration of the water extracts of fresh ginseng roots, while that of *P. cactorum* was increased as increasing the concentration of the water extracts and crude saponin. Mycelial growth of *F. solani*, however, was increased as increasing concentration of crude ginseng saponin upto 20 ppm, while it was tended to be decreased when the concentration was higher than 50 ppm. Nystatin also suppressed the growth of *F. solani* as increasing its concentration, but it did not affected on the growth of *P. cactorum*.

Ginsenoside Ra and Ro components were not detected in ginseng roots inoculated with *F. solani* or *P. cactorum*. Panaxadiol ginsenosides were increased by 3.0%, whereas panaxatriol ginsenosides were decreased by 34.9% in ginseng roots inoculated with *F. solani*. In ginseng roots inoculated with *P. cactorum* panaxadiol ginsenosides were increased by 21.1%, but panaxatriol ginsenosides were decreased by 23.5%. PD/PT ratio in ginseng roots inoculated with *F. solani* or *P. cactorum* were equally increased by 58.4% in spite of differences in the change of panaxadiol and panaxatriol ginsenosides. The total saponin components of ginseng roots inoculated with *F. solani* or *P. cactorum* were decreased by 17.8% and 2.5%, respectively.

緒 論

一般的으로 植物體의 水溶性 monodesmosidic 사포닌은 生體膜의 液狀인 sterol成分과 反應할 경우 不溶性 複合體가 形成된다고 하며, 이러한 複合體가 膜의 固體狀쪽으로 移動함에 따라 膜에 氣孔이 뚫려서 膜의 選擇的 透過性에 不可逆的 變化가 發生, 結局 細胞는 死滅된다고 한다^{1,2)}.

人蔘의 사포닌과 植物病原菌과의 生育관계로 朴과 吳³⁾에 의하면 粗사포닌이 添加된 培地에서 眞菌인 *Fusarium solani*는 生育이 沮害된 反面, 細菌인 *Erwinia carotovora*의 生育은 促進되었다는 報告가 있다. Défago 等^{4,5)}에 의하면 토마토의 사포닌成分인 tomatine 이 添加된 培地에서도 *Fusarium solani*의 生育이 沮害되었고 tomatine添加 培地에서 生育이 沮害되지않는 突然變異體는 野生型和 달리 細胞膜에 sterol含量이 낮다는 것이 보고 되었다. 또한 Allen과 Kúc⁶⁾은 감자에 대해서 非病原性인 *Helminthosporium carbonum*의 境遇에 감자의 사포닌 成分인 α -solanine, α -chaconine에 感受性이 있지만 감자의 疫病菌인 *Phytophthora infestans*는 細胞膜에 sterol이 缺乏된 관계로 감자의 사포닌 成分과 關係없이 病原性을 나타낸다고 하였다. 이러한 사포닌과 植物病原菌 細胞膜의 sterol含量 關係는 매우 密接하여 本 研究는 人蔘의 病原菌中에서 細胞膜의 sterol含量에 뚜렷한 異差가 있는 菌株 2가지를 選定하여 이 菌株들이 人蔘의 사포닌에 어떠한 영향을 미치는가를 研究하였다. 供試菌株는 人蔘의 根腐病菌인 *Fusarium solani*와 細胞膜에 sterol이 缺乏된 疫病菌 *Phytophthora cactorum*⁷⁾을 選定하여 水蔘의 水抽出物寒天培地에서의 生育과 人蔘의 粗사포닌을 添加시킨 培地에서의 生育, 그리고 細胞膜의 sterol合成을 妨害하는 抗生物質을 添加시킨 培地에서의 生育沮害 有無를 比較하였다. 또한 人蔘粉末에 두 供試菌株를 人工接種해서 人蔘의 사포닌 成分中에서 主要 ginsenosides含量에 어떠한 영향을 주는 가를 研究, 검토하였다.

材料 및 方法

1. 供試 試料

本 實驗의 試料로 쓰인 人蔘은 1984年 曾坪産 6年根 水蔘으로 採取後 1個月間 冷藏庫에 保管된 것을 使用하였다. 水蔘의 水抽出物 寒天培地는 水蔘을 깨끗이 씻은 다음 胴體部位를 잘게 썰어 이온 淨水器(MilliQ water purification system, Millipore Co. U. S. A.)로 얻은 純粹한 H₂O 1ℓ 로 抽出(100°C, 1hr.)하여 cheese cloth로 거른 餘液에 agar만 添加하여 使用하였다. 粗사포닌은 Ando 等⁸⁾의 方法으로 抽出해서 使用하였고 抗生劑 nystatin은 東亞製藥(株)의 Mycostatin syrup(100,000unit/ml)을 使用하였다. 供試菌株인 *Fusarium solani*와 *Phytophthora cactorum*은 韓國人蔘煙草研究所 病理研究室에서 分離 및 同定되어 保管中인 菌株 No. F-14와 OP-4를 각각 使用하였다.

2. 實驗方法

1) 水蔘의 水抽出物 寒天培地에서의 菌絲生育: 이온 淨水器로 거른 純粹한 H₂O 1ℓ 當

水蓼 胴體部位를 각각의 濃度別로 1時間 抽出(100°C)하여 거른液에 agar만 添加해서 滅菌(121°C, 15分)하여 사용하였고 菌叢 직경 7.0mm를 接種하여 25°C에서 培養하였다. 菌絲生育은 caliper로 菌絲의 伸張度를 測定하였다.

2) 粗사포닌이 添加된 培地에서의 菌絲生育: *Fusarium solani*는 Czapek(Dox)agar, *Phytophthora cactorum*은 Leal等¹⁰⁾의 培地를 使用하여 水蓼 胴體部位 pH值¹¹⁾로 調節하고 滅菌後에 40°C程度로 식혀서 粗사포닌을 각 濃度別로 0~500ppm씩 添加하였다. 培養 및 測定은 앞의 실험방법1) 과 동일하게 하였다.

3) Nystatin이 添加된 培地에서의 菌絲生育: 粗사포닌 添加時와 같은 方法으로 培地를 만든 後에 nystatin을 0~100unit/ml의 濃度로 添加하여 앞의 실험방법1) 과 동일하게 培養하여 測定하였다.

4) 人工接種한 人蔘試料의 ginsenoside分析: 水蓼胴體部位를 105°C에서 完全乾燥시켜 乳鉢로 간 粉末 3g을 Erlenmyer flask(100ml, 밑면φ: 65.0mm)에 水蓼胴體部位의 水分¹²⁾과 同一하게 이온 淨水器로 거른 deionized water를 加하여 調節한 다음 滅菌(121°C, 15分)하여 *Fusarium solani*와 *Phytophthora cactorum*의 두가지 供試菌株을 앞의 실험방법1) 과 같이 接種하여 培養하였다. 培養後 菌絲가 完全히 伸張된 部分만을 取해서 Ando等⁸⁾의 方法으로 사포닌을 抽出하여 洪等¹³⁾의 分析條件에 의해서 HPLC(Model244, waters Associate Inc. U. S. A)로 分析하였다. 定量은 각 peak의 면적을 계산하여 각 ginsenoside標準品(Carl Roth社, W-Germany)의 농도에 따른 檢量線과 비교하여 測定하였다.

結果 및 考察

1. 각 添加 培地에서의 菌絲生育: *Fusarium solani*는 水蓼의 물抽出物 濃度에 比例해서 菌絲生育은 阻害되어 30 g/l에 비해 180 g/l 濃度에서 4.4% 減少되었다(Table 1). 反面에 *Phytophthora cactorum*은 濃度에 따라서 生育이 促進되었으며 濃度30 g/l에 비해 180 g/l 濃度에서 5.3% 增加하였다(Table 2). 이것은 물抽出物의 成分中에 *F. solani*의 生育은 抑制하나 *P. cactorum*의 生育은 促進시키는 物質이 있음을 暗示하였다. 이러한 結果는 朴과 吳³⁾의 人蔘 粗汁液이 *F. solani*의 生育은 抑制하고 細菌인 *Erwinia caroto-*

Table 1. Mycelial growth¹⁾ of *Fusarium solani* on the ginseng water extract agar²⁾ at 25°C

Conc. of ginseng water extract (g/l)	Diameter of colony ³⁾ (mm)
30	59.7 a
60	59.3 ab
90	58.7 bc
180	57.1 c

1) Mycelial growth was measured 7 days after inoculation.

2) Extracted at 100 C for 1hr..

3) Average of three replicates; values not followed by the same letter were significantly different at P=0.01 according to Duncan's multiple range test.

Table 2. Mycelial growth¹⁾ of *Phytophthora cactorum* on the ginseng water extract agar²⁾ at 25C

Conc. of ginseng water extract (g/l)	Diameter of colony ³⁾ (mm)
30	59.0 c
60	60.0 bc
90	60.7 ab
180	62.1 a

1) Mycelial growth was measured 11 days after inoculation.

2) Extracted at 100C for 1hr..

3) Average of three replicates; values not followed by the same letter were significantly different at P=0.01 according to Duncan's multiple range test.

vora의 生育은 促進시킨다는 것과 같이 *P. cactorum*이 細菌의 細胞膜과 유사한 成分으로 細胞膜을 구성하고 있을것이라 생각되었다. 粗사포닌 添加 培地에서는 *F. solani*는 粗사포닌 濃度 20ppm까지 生育이 19.8% 促進되었으나 그 以上の 각 濃度에서는 다소 不規則的인 生育 阻害가 나타나서 粗사포닌 100ppm 添加時 25.2%의 生育減少로 最高억제值를 나타내고 있었다(Table 3). 이것은 人蔘의 사포닌 成分中 細胞膜의 sterol과 結合하여 膜의 機能을 低下시킬 수 있는 活性成分인 monodesmosidic saponinginsenoside Rg₂, Rh, Rf 등이 小量으로 存在하기 때문인 것으로 생각되었다. *P. cactorum*의 境遇는 粗 사포닌

Table 3. Mycelial growth¹⁾ of *Fusarium solani* at 25C on the Czapek (Dox) agar²⁾ supplemented with crude ginseng saponin

Conc. of crude ginseng saponin (ppm)	Diameter of colony ³⁾ (mm)
0	61.0 bc
10	63.4 b
20	73.1 a
50	59.8 bcd
100	45.6 g
300	56.4 de
500	54.7 ef

1) Mycelial growth was measured 7 days after inoculation.

2) The medium was adjusted to pH 5.5 similar that of fresh ginseng taproot used.

3) Average of three replicates; values not followed by the same letter were significantly different at P=0.01 according to Duncan's multiple range test.

의 添加 濃度에 따라서 生育이 促進되었다(Table 4). 이러한 關係로 人蔘의 사포닌이 *F. solani*의 細胞膜 成分에 存在하는 sterol과 複合體를 形成하여 膜의 機能을 圓滑치 못하게 하는 物質이며 *P. cactorum*은 細胞膜에 sterol이 缺乏된 까닭으로 生育의 阻害는 일어나지 않고 사포닌으로 인해서 오히려 生育이 促進된 것으로 생각되었다. 따라서 水蔘의 水抽出物 培地에서 각 供試 菌株의 生育이 粗사포닌만을 添加했을 때와 同一한 傾向을 나

Table 4. Mycelial growth¹⁾ of *Phytophthora cactorum* at 25C on the synthetic basal agar²⁾ supplemented with crude ginseng saponin

Conc. of crude ginseng saponin (ppm)	Diameter of colony ³⁾ (mm)
0	64.7 g
10	69.3 bcdef
20	70.7 bc
50	70.4 bcd
100	69.6 bcde
300	72.0 b
500	77.5 a

1) Mycelial growth was measured 11 days after inoculation.

2) Modified Leal et al.'s synthetic basal agar.

The medium was adjusted to pH 5.5 similar to that of fresh ginseng taproot used.

Average of three replicates; values not followed by the same letter were significantly different at P=0.01 according to Duncan's multiple range test.

타내어 물에 의해서 抽出된 水蓼의 사포닌 成分이 *F. solani*의 生育은 沮害시키고 *P. cactorum*의 生育은 促進시킨 것으로 思料되었다. nystatin이 添加된 培地에서는 *F. solani*는 濃度에 따라서 生育이 沮害되어 100unit/ml에서 11.0% 生育이 減少되었다(Table 5). 그러나 *P. cactorum*의 菌絲生育은 nystatin의 濃度에 關係없이 0~100unit/ml에서 거의 同一한 生育을 하였다(Table 6). 이것은 *Pythium* sp.가 細胞膜에 sterol 成分이 缺乏되어 polyene 係 抗生物質에 對해 耐性인 것¹⁵⁾과 一致된 結果로 思料되었다. 그러나 *F. solani*의 경우 細胞膜에 nystatin이 分解시킬 수 있는 sterol 成分을 含有하여 粗사포닌의 境遇와 같은 生育沮害 現象을 나타낸 것으로 보여지나 nystatin은 *Saccharomyces cerevisiae*의 膜 sterol 成分中 ergosterol 成分을 分解시킨다는 Trocha 等¹⁶⁾의 報告와 같이 粗사포닌의 경우

Table 5. Mycelial growth¹⁾ of the *Fusarium solani* at 25C on the Czapek (Dox) agar²⁾ supplemented with nystatin

Nystatin concentration (unit/ml)	Diameter of colony ³⁾ (mm)
0	63.9 a
5	62.8 ab
10	62.8 ab
25	59.4 cd
50	60.3 c
100	56.9 e

1) Mycelial growth was measured 7 days after inoculation.

2) The medium was adjusted to pH 5.5 similar to that of fresh ginseng taproot used.

3) Average of three replicates; values not followed by the same letter were significantly different at P=0.01 according to Duncan's multiple range test.

와는 그 방해 기작에 차이가 있는 것으로 사료된다. 그러나 粗사포닌과 nystatin 은 細胞膜의 sterol 成分과 반응하여 sterol 成分을 각각 移動시키거나 分解시키는 기작으로 生育을 阻害시키는 것은 明白하였다.

Table 6. Mycelial growth¹⁾ of *Phytophthora cactorum* at 25°C on the synthetic basal agar²⁾ supplemented with nystatin

Nystatin concentration (ppm)	Diameter of colony ¹⁾ (mm)
0	64.2 bcde
5	64.9 a
10	64.3 abcd
25	64.4 abc
50	64.3 abcd
100	64.6 ab

1) Mycelial growth was measured 11 days after inoculation.

2) Modified Leal et al.'s synthetic basal agar.

The medium was adjusted to pH 5.5 similar to that of fresh ginseng taproots used.

3) Average of three replicates; values not followed by the same letter were significantly different at P=0.01 according to Duncan's multiple range test.

2. 人工接種한 人蔘試料의 ginsenoside 變化

Fusarium solani 및 *Phytophthora cactorum*의 두 菌株로 接種된 人蔘粉末은 *F. solani*의 境遇 14日間 培養되어 表面(직경 약 65.0mm)이 菌絲로 完全히 伸張되어 덮혔으나 *P. cactorum*은 生育이 느린 關係로 完全히 伸張되지 않았다. 따라서 *P. cactorum*은 菌絲가 完全히 伸張된 部分만을 取해 分析하였다. 그 結果 각 處現別 HPLC의 ginsenoside chromatogram pattern (Figs. 1, 2, and 3) 및 定量이 可能한 主要 ginsenosides 含量(Table 7)은 각각 無接種 人蔘試料에 比해서 다르게 나타났다. 즉 無接種 人蔘試料의 각 ginsenoside 비율이 14日間 水分 67.5%를 維持한 關係로 盧等¹⁷⁾과 같이 저장 상태습도에 따라 減少

Table 7. Saponin contents of ginseng roots¹⁾ inoculated with *Fusarium solani* and *Phytophthora cactorum*

Inoculated pathogen	Ginsenoside							PD ²⁾	PT ³⁾	Total	PD/PT
	Pb ₁	Rb ₂	Rc	Rd	Re	Rf	Rg ₁				
<i>F. solani</i>	0.15	0.22	0.29	0.71	0.31	0.05	0.61	1.37	0.97	2.34	1.41
<i>P. cactorum</i>	0.20	0.20	0.53	0.68	0.05	0.72	1.61	1.14	2.75	1.41	
control	0.53	0.19	0.27	0.34	0.82	0.08	0.59	1.33	1.49	2.82	0.89

1) The ginseng roots were inoculated with the pathogens and incubated at 25°C in the Erlenmyer flasks for 14 days.

2) PD (Panaxadiol ginsenoside): Rb₁ + Rb₂ + Rc + Rd

3) PT (Panaxatriol ginsenoside): Re + Rf + Rg₁

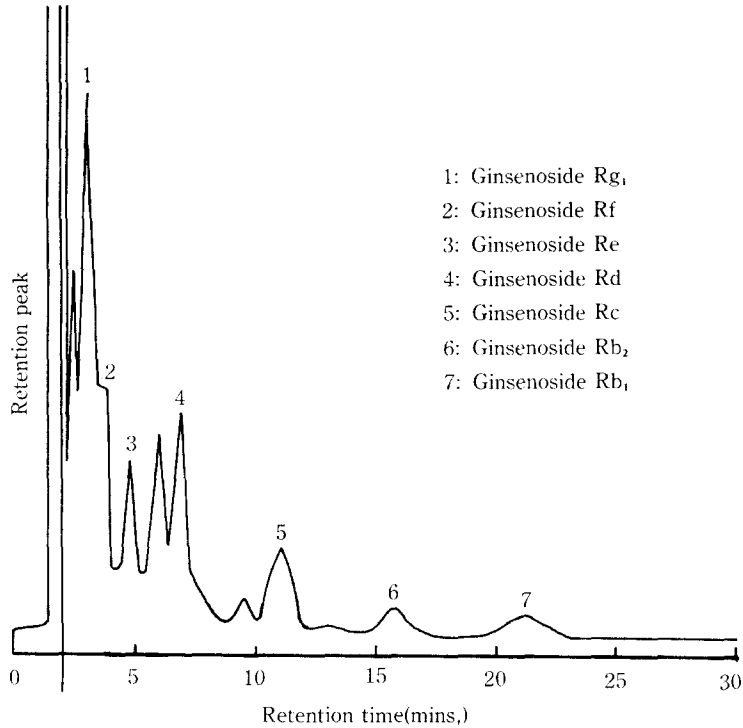


Fig. 1. High performance liquid chromatograph (HPLC) chromatogram of the saponin isolated from the inoculated ginseng roots with *Phytophthora cactorum*. Condition; Packing material: Lichrosorb NH₂, Column: 4.6(ID)×20cm, Mobile phase: acetonitril/distilled water/n-butanol (80/20/15), Flow rate: 2.0ml/min., Refractive index detector.

한다는 것과 崔等¹⁸⁾의 溫度와 時間에 따라서 PT系 ginsenoside보다 PD系 ginsenoside가 不安定하다는 것과 같이 PD系 ginsenoside Rb₂, Rc의 비율이 많이 줄었지만 전체적으로 金等¹⁹⁾의 結果와 같이 白蔘 및 紅蔘의 ginsenoside비율과 비슷하였다. 이것은 水蔘을 菌株 接種用 試料로 조제할때의 乾燥(70°C, 8hr.)와 滅菌(121°C, 15min.)過程에서 비롯된 것으로 생각되었다. *F. solani*가 接種된 人蔘試料의 각 ginsenoside變化는 無接種 人蔘試料의 pattern(Fig. 1)에 비해 ginsenoside Ra, Ro peak가 나타나지 않았고(Fig. 2) Rb₁, Re, Rf 含量이 각각 71.7%, 62.2%, 37.5% 낮아졌다(Table. 7) 그러나 Rd의 含量이 매우 높아져서 2.1倍 增加하였고 나머지 Rb₂, Rc, Rg₁의 含量은 각각 15.8%, 7.4%, 3.4% 정도로 약간씩 높아졌다. *P. cactorum*의 경우는 Ra, Ro peak가 나타나지 않았으며(Fig. 2) Rb₁, Re, Rf도 각각 62.3%, 54.9%, 37.5% 정도로 낮아졌다(Table 7). 그러나 *F. solani* 處理와는 다르게 Rd外에도 Rc의 含量이 2.0倍 높아지고 Rg₁, Rb₂의 含量이 각각 22.0% 5.3% 높게 나타났다. 이러한 結果로 보아 몇개 ginsenoside 사이에 變換이 일어난 것으로 보여지며 특히 多養한 藥理效果를 가진 것으로 알려진 Rb₁²⁰⁾의 含量이 두 菌株處理로 同一하게 낮아진 反面에 Rd의 含量은 거의 비슷한 比率로 높아졌다. 이것은 Rb₁과 Rd

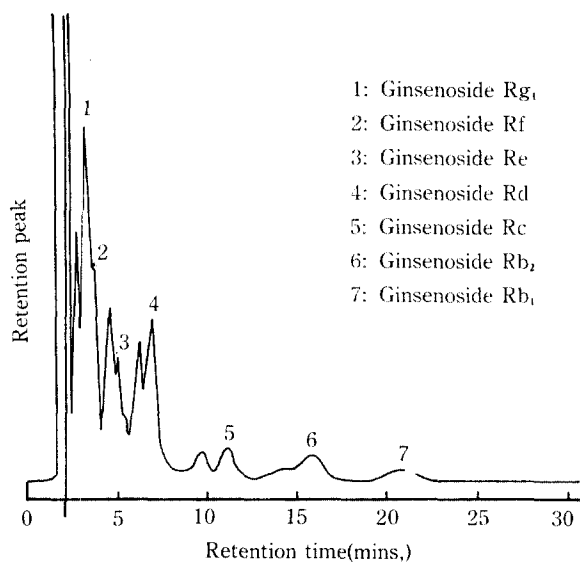


Fig. 2. High performance liquid chromatograph (HPLC) chromatogram of the saponin isolated from the inoculated ginseng roots with *Fusarium solani*. Condition; Packing material: Lichrosorb NH₂, Column: 4.6(ID)×20cm, Mobile phase: acetonitril/distilled water/n-butanol (80/20/15), Flow rate: 2.0ml/min., Refractive index detector

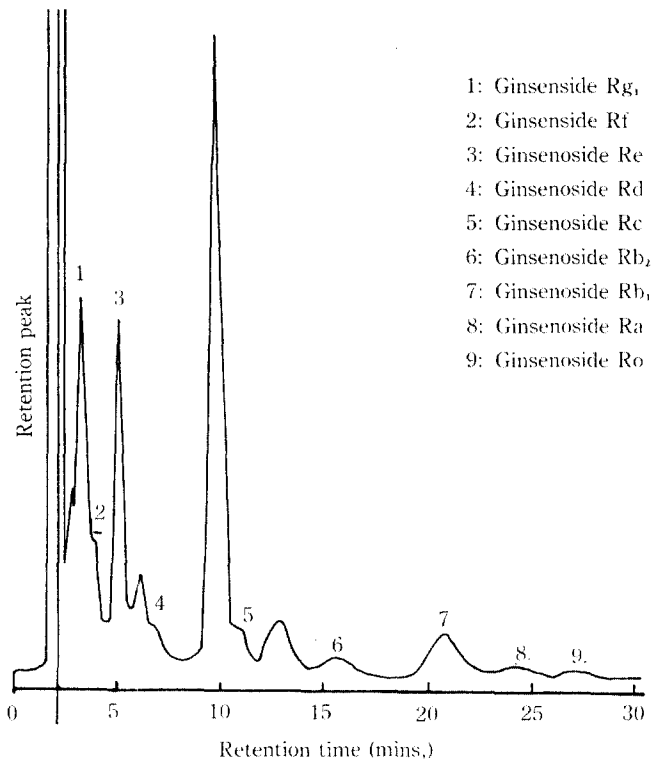


Fig. 3. High performance liquid chromatograph (HPLC) chromatogram of the saponin isolated from the noninoculated ginseng roots. Condition: Packing material: Lichrosorb NH₂, Column: 4.6(ID)×20cm, Mobile phase: acetonitril/distilled water/n-butanol (80/20/15), Flow rate: 2.0ml/min., Refractive index detector.

의 化學構造의인 類似性으로 Yoshio等²¹⁾이 흰귀의 腸內 酵素와 細菌에 의해서 Rb₁이 Rd로 變換하였다는 보고와 같이 ginsenoside Rb₁의 R₃ 위치에 붙은 glucose기가 한개 떨어져 나가 Rd로 되면서 그 含量을 높인 것으로 생각된다. 7가지 각 ginsenoside 含量을 포함한 全體 사포닌의 비율은 Table 7과 같이 *F. solani*가 接種된 경우 無接種에 비해서 17.0% 줄었으며 *P. cactorum*의 경우는 2.5%가 줄어 減少 比率에 差異가 있었지만, PD/PT 比에 있어서는 두 菌株에 의해서 接種된 것이 同一하게 1.41로서 無接種에 비해 약 58.4% 높게 나타났다. 그러나 PD/PT 比가 높아진 比率에 있어 두 菌株에 의한 영향은 다르게 나타나서 *F. solani*는 PD系 ginsenoside가 약 3.0% 높아졌고 PT系 ginsenoside는 34.9% 減少되어 PD系 ginsenoside보다 培養中에 많이 分解된었다. 反面에 *P. cactorum*이 接種된 것은 PD系 ginsenoside가 21.1% 높아지고 PT系 ginsenoside가 23.5% 낮아지므로서 PD系와 PT系 ginsenoside가 거의 비슷한 比率로 增減되었었다. *P. cactorum*은 *F. solani*와는 다르게 PT系 ginsenoside를 PD系 ginsenoside로 變換 시킬수 있는 酵素가 있음을 암시하였다. 이렇게 두가지 人蔘의 有害 植物病原菌 *F. solani*와 *P. cactorum*은 각각 특이한 作用으로 각 ginsenoside를 분해하거나 變換시킴으로써 人蔘의 PD系 ginsenoside 比率를 높혀 결국 PD/PT 比 値를 높혔다. 그러므로 건전한 人蔘에 비해서 이 두 菌株에 의해 피해를 받은 人蔘은 藥理的 成分인 사포닌의 PD/PT 比가 증가(58.4%)되어 結局 藥理的인 効果나 自然健康食品으로서의 等級을 낮게 하는것으로 思料되었으나 앞으로 人蔘의 有害微生物에 대한 사포닌 分解酵素 研究가 繼續되어야 보다 正確한 究明이 될것으로 생각되었다.

要 約

*Fusarium solani*와 *Phytophthora cactorum*이 人蔘 사포닌 成分에 어떠한 영향을 미치는가를 알기위해서 각 添加培地에서의 菌絲生育과 接種된 人蔘粉末의 사포닌 분석실험으로 다음과 같은 결과를 얻었다.

*Fusarium solani*는 水蔘의 물抽出物 濃度에 따라 生育이 抑制되었으며 粗사포닌 20ppm 添加까지 生育이 促進되었으나 50 ppm以上에서는 불규칙적인 生育 抑制效果가 있었다. 그리고 nystatin은 濃度에 따라 生育을 抑制하였다. *Phytophthora cactorum*은 水蔘의 물抽出物, 粗사포닌의 濃度에 따라서 生育은 촉진되었으며 nystatin은 生育에 영향을 미치지 않았다.

F. solani 및 *P. cactorum*으로 接種된 人蔘粉末은 ginsenoside Ra, Ro peak가 나타나지 않았으며 *F. solani*에 의해 PD系 ginsenoside가 3.0% 增加되고 PT系 ginsenosides는 34.9% 減少되었었다. *P. cactorum*의 경우는 PD系 ginsenosides가 21.1% 增加, PT系 ginsenosides는 23.5% 減少하였다. 두 菌株에 의해 PD, PT系 ginsenoside의 變化가 다르게 나타났지만 PD/PT 比는 同一하게 58.4%씩 각각 높아졌다. 人蔘의 총 사포닌 含量은 *F. solani*에 의해 17.8%, *P. cactorum*에 의해서 2.5%씩 각각 減少하였다.

引用 文獻

1. Bangham, A. D., R.W. Horne, A. M. Glauert, J. T. Dingle, and J. A. Lucy : *Nature* **196**, 952 (1962).
2. Segal, R., A.E. Schlösser : *Arch. Microbiol.* **104**, 147 (1975).
3. 朴昌錫, 吳承煥 : 韓國植物保護學會誌 **20(1)**, 1 (1981).
4. Défago, G. and H. Kern : *Physiol. Plantpathology* **22**, 29 (1983).
5. Défago, G., H. Kern, and L. Sedlar : *Physiol. Plantpathology* **22**, 39 (1983).
6. Allen, E. H. and J. Kúc : *Phytopathology* **58**, 776 (1968).
7. Hendrix, J. W. : *Phytopathology* **55**, 790 (1965).
8. Ando, T., O. Tanaka, and S. Shibata: *Syoyakugaku Zasshi* **25(1)**, 28 (1971).
9. Chi, C. C. and E. W. Hanson : *Phytopathology* **54**, 1053 (1964).
10. Leal, J., A. Friend, and P. Halliday : *Nature* **203**, 544. (1964).
11. 張仁完 : 試驗研究報告書, 中央專賣技術研究所, 107 (1975).
12. 吳勳一, 盧惠媛, 都在活, 金相達, 洪淳根 : 高麗人蔘學會誌 **5(2)**, 99 (1981).
13. Hong, S. K., E. K. Prak, C. Y. Lee, and M. S. Kim : *Korean J. Pharmacology* **23(3&4)**, 181 (1979).
14. Segal, R. and E. Schlösser : *Arch. Microbiology* **104**, 147 (1975).
15. Hendrix, J. W. : *Amer. Phytopathology Soc.* **1** : 207 (1974).
16. Trocha, P. J., S. J. Jasne, and D. B. Sprinson : *Biochem. Biophys. Res Commun.* **59**, 666 (1974).
17. 盧惠媛, 都在活, 金相達, 吳勳一 : 韓國食品科學會誌 **15(1)**, 32 (1983).
18. 崔鎮活, 金斗河, 成絢淳, 金友政, 吳成基 : 韓國食品科學會誌 **14(3)**, 197 (1982).
19. 김만옥, 최강주 : 人蔘成分研究報告書, 韓國人蔘煙草研究所, 164 (1983).
20. Kaku, T., T. Miyata, T. Uruno, J. Sako, A. Kimoshita : *Arzenim Forth.* **25**: 539 (1975)
21. Yoshio, T., T. Hisayuhi and O. Tsutomu : Proc. of the 4th Inter. Ginseng Sym., 169 (1984).