

土壤改良이 *Fusarium solani*에 의한 人蔘根腐病과 微生物變動에 미치는 效果

孫 瑞 圭·申 鉉 成·李 敏 雄

東國大學校 農科大學 農生物學科

Effects of Amendments on Ginseng Root Rot Caused by *Fusarium solani* Population Changes of the Microorganisms in Soil

Suh-Gyu Son, Hyun-Sung Shin and Min Woong Lee

Department of Agrobiolgy, College of Agriculture, Dongguk University, Seoul 100, Korea

Abstract: Eighteen plant residues were added to soil and the amended soil was inoculated with chlamydospores (5,000 cells/g soil) of *Fusarium solani* causing root rot of ginseng in soil to test the effects of amendment using pea (*Pisium sativa* L.) as an index plant. Distributional conditions of microorganisms in soil were compared with each other before and after dealing with soil amendment by plant debris. Infection rate by index plant's infectivity showed a higher degree in the treatment of wheat crushed than in control group, and followed by stalk of sweet potato, chinese cabbage, ginseng leaves and soybean pod. On the other hand, the decreasing order of infection rate was root of garlic, welsh onion, cabbage leaf and stalk, green onion stalk, wheat straw and barley straw. In comparison with control group, the propagules of fungi increased in the treatment of ginseng leaves, soybean ground, wheat crushed, maize stalk, and chinese cabbage, but decreased in the root of garlic, cabbage, and barley straw. Population of total bacteria increased in the treatment of soybean ground, chinese cabbage, radish stalk, welsh onion, and wheat crushed, but decreased in barley straw, tobacco root, ginseng stalk, and wheat straw. The numbers of actinomycetes increased only in the treatment of soybean ground in a comparison with control and also decreased in the garlic stalk and tobacco root. The propagules of *Fusarium* spp increased in the treatment of chinese cabbage, welsh onion, radish stalk, wheat crushed, and sweet potato stalk, wheat crushed, and sweet potato stalk, but decreased in the treatment of wheat straw, ginseng leaves, and cabbage than control.

Keywords: Soil amendment, Plant residues, *Fusarium solani*, Ginseng root rot.

韓國 人蔘 *Panax ginseng* C.A. Meyer)은 藥用 및 嗜好 食物로 널리 쓰이며, 1981년에는 231.1ha에 栽培되어 860,000kg을 生産하고 8,000만 달러에 달하는 量을 輸出한 우리나라 農業 經濟 作物의 하나이다.

그러나 李 等(1965)에 의하면 *Fusarium solani*와 細菌에 의한 疾病이 크게 發生하여 錦山·扶餘에서 각각 48~80%가 罹病되어 상당한 減收를 가져온 바 있고

또한 鄭과 李(1977)에 의하면 京畿道地方의 金浦와 陽智에서 각각 20~49% 및 43~59%가 罹病되어 減收가 되었다고 하였다.

*Fusarium solani*와 關聯된 기타의 研究報告로서, 이들 菌種에 대한 生態의 分布상태(李, 1972; 金 等, 1974; 吳 等, 1982)와 藥劑防除學的인 측면(李, 金, 1978; 安 等, 1982)이 研究된바 있으나 아직도 人蔘의

生産과 増産에 있어서 큰 어려움이 있는 실정이다.

또한 鄭과 李(1977)은 *Cylindrocarpon destructans*에 의한 根腐病의 防除 實驗에서 몇가지 改良 添加物質이 效果的으로 抑止力을 나타냈다고 보고한 바 있다.

이 實驗에서는 人蔘의 根腐病原의 일종으로 分離, 保存中인 *Fusarium solani*에 대하여 여러가지의 植物質로 改良處理한 土壤 條件에서 根腐病의 發生率 增減에 미치는 영향과 處理 後의 土壤內 微生物의 變動 狀況을 檢討하므로 疾病 防除에 應用하는 基礎 資料로 利用코지 실험하였다.

材料 및 方法

菌株 및 大型 胞子の 生産

本大學 微生物學敎室에 保存된 菌株 *Fusarium solani* (金, 李, 1974)를 사용하였다.

大型胞子は PDA 斜面培地에 菌株를 接種하여 14일 동안 27°C의 恒溫器內에서 培養하고 여기에 殺菌水 6ml씩을 넣고 유리봉으로 菌層의 表面을 긁어 大型胞子の 胞子懸濁液을 만들었다. 이를 2겹의 가아제로 걸러서 遠心分離한 뒤 胞子の 數가 5×10^8 /ml이 되게 조정 한 다음 接種用으로 하였다.

土壤 準備

實驗에 사용한 土壤은 京畿道 陽州郡 所在의 東國大學校 演習林內의 耕作地土壤(pH: 5.23, 水分含量: 14.04%)을 採取하여 實驗室內에서 風乾시킨 뒤 잘게 부수어 20메쉬의 체로 쳐서 사용하였다.

厚膜胞子の 生産과 土壤內 接種

Hsu와 Lockwood (1973)의 方法에 따라서 腐植質이 많은 土壤을 採取하여 2,000ml의 삼각 flask에 1,000g의 土壤과 1,000ml의 水道水를 混合하여 30분 동안 往復震盪機(150회/1分)에서 震盪시킨 뒤 靜置하여 上等液을 取하고 濾過紙(9cm, Toyo Roshi Co.)에서 濾過하였다. 150ml용 삼각 flask에 준비된 濾過液 30ml씩을 分注하고 高壓蒸氣殺菌(15Lb, 115°C, 15分)하여 接種用으로 하였다. 이 培地의 大型胞子の 胞子懸濁液을 10ml씩 接種하고 이를 往復震盪機(100회/1分)에서 14일 동안 培養하였고 이 液을 모아 遠心分離하였다. Homogenizer로 모아진 厚膜胞子 덩이를 均質化하여 單離시켰으며 Hemocytometer(AO식)로 胞子數(5×10^8 Cells/ml)를 조정하였다. 調整된 胞子液 일정량을 土壤에 人工接種(5000 Cells/g soil)시켰으며, 改良物質로는 고구마줄기외에 감자줄기, 마늘대, 분쇄밀, 캐베 이즈, 마늘뿌리, 분쇄콩, 담배뿌리, 양파줄기, 옥수수

대, 무우줄기, 양파, 인삼대, 밀집, 인삼잎, 배추, 보리대 및 콩각지등의 17種에 다른 植物을 썰서 1%가 되게 材料土壤에 添加하였다.

改良處理될 土壤은 비닐봉지에 넣어 2週間 室溫에 두었고 이를 실험에 사용하였다.

植物質의 改良 效果

土壤에 植物質을 處理하고 이의 改良效果를 측정하기 위하여 指標植物로 완두(*Pisium sativa* L.)을 供試하였다.

사용된 완두의 種子는 sodium hypochlorite로 表面殺菌하고 殺菌水로 씻은 다음, 젖은 脫脂棉을 갈아 놓은 Petri-접시 위에 놓아 室溫에서 3~4일 동안 發芽시키어 接種用으로 하였다.

發芽된 완두는 材料土壤준비에 方法으로 改良된 土壤을 종이컵(6cm×7.5cm)에 4묘씩 심어 室內條件에서 2週間 生育시킨 뒤 완두의 뿌리를 採集하고 물로 닦아 뿌리의 罹病程度 및 發育狀態를 조사하였다. 뿌리의 罹病상태는 病徵에 따라 0~5까지의 범위를 정하고 여기에 따라 각 改良物質의 效果를 判定하였다.

土壤內 微生物 分布

실험에 쓴 土壤에 있어서 改良物質과 病原菌의 厚膜胞子를 接種한 후에 微生物의 數적 變動과 處理 전에 있어서의 이들의 變動을 알고져 하였다.

Bhat와 Shetty (1942)이 사용한 培地로 細菌의 分布와 數를 조사하고 Martin (1950)의 Rose bengal 培地로 絲狀菌의 分布數를 조사하였다. 또한 Hsu와 Lockwood (1975)의 Chitin 培地로 放線菌의 數의 分布를 조사하였으며, Papavizas (1967)의 peptone-PCNB 培地로 *Fusarium* spp의 分布를 조사하였다.

土壤의 稀釋方法은 Snyder등(1969)과 Sands와 Rovira (1970)의 方法을 참고로 하였고 稀釋倍數는 Nash와 Alexander (1965)의 方法을 참고로 하여 稀釋倍數를 각각 定하였다.

結 果

指標植物의 罹病率에 의한 改良 效果

18種의 植物質을 改良物質로 處理한 土壤에서 指標植物로 완두를 심고 수확하여 완두에 나타난 病徵의 程度에 따라 조사한 결과 Fig. 1과 같다. Fig. 1에 의하면 對照區는 罹病率이 4.8로서 높은 感染率을 나타냈으나, 분쇄밀처리구에서는 對照區 이상으로 發病現象을 보였으며, 다음이 고구마줄기, 배추, 인삼잎, 콩각지의 순으로 罹病率이 높았다. 반면에 마늘뿌리에서

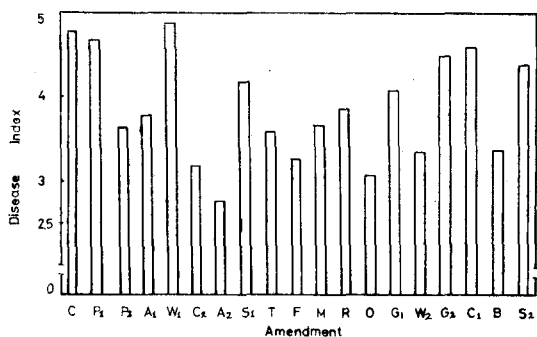


Fig. 1. Rate of pea root rot by *Fusarium solani* after soil amendment with 1% (W/W) ground plant residues for 2 Weeks incubation. Root rot was rated on a scale of 0-5:0, healthy, no lesion; 1, partly black spot around rot; 2, black lesion girdling the root and the lesion under 10mm in length; 3, black lesion girdling the root and the lesion over 10mm in length; 4, black lesion girdling the root and soft rot shrink; and 5, root severely rotted and seedling damped-off.

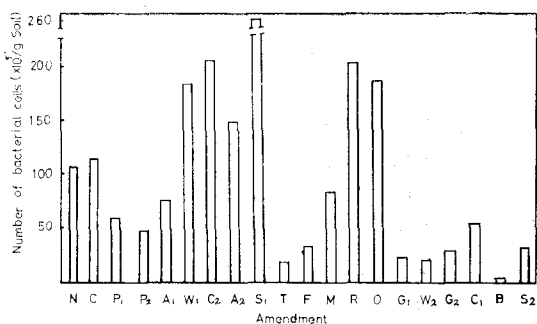


Fig. 3. Number of bacteria in soil 4 weeks after amendment with 1% (w/w) ground plant material on Hutchinson's agar medium. Regend: N; natural soil; C, control; P₁, sweet potato stalk; P₂, potato stalk; A₁, garlic stalk; W₁, wheat crushed; C₂, cabbage; A₂, garlic root; S₁, soybean ground; T, tobacco root; F, stalk of green onion; M, maize stalk; R, radish stalk; O, welsh onion; G₁, ginseng stalk; W₂, wheat straw; G₂, ginseng leves; C₁, chinese cabbage; B, barley straw, and S₂ of pod of soybean.

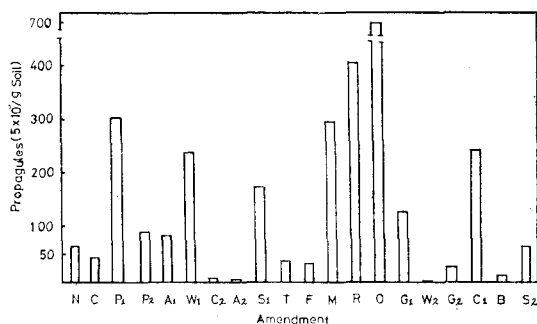


Fig. 2. The fungal propagules in soil 4 weeks after amendment with 1% (w/w) ground plant material on Rose-bengal agar medium. Regend: N; natural soil; C, control; P₁, sweet potato stalk; P₂, potato stalk; A₁, garlic stalk; W₁, wheat crushed; C₂, cabbage; A₂, garlic root; S₁, soybean ground; T, tobacco root; F, stalk of green onion; M, maize stalk; R, radish stalk; O, welsh onion; G₁, ginseng stalk; W₂, wheat straw; G₂, ginseng leaves; C₁, chinese cabbage; B, barley straw, and S₂ of pod of soybean.

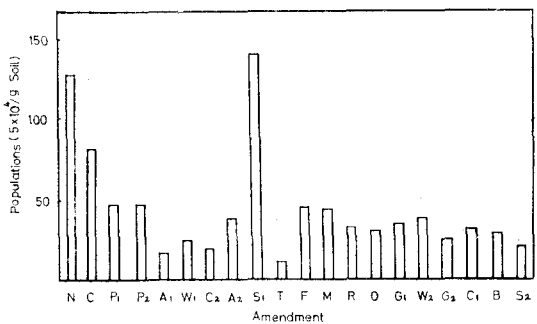


Fig. 4. Actinomycetes in soil 4 weeks after amendment with 1% (w/w) ground plant residue in chitin'agar medium. Regend: N; natural soil; C, control; P₁, sweet potato stalk; P₂, potato stalk; A₁, garlic stalk; W₁, wheat crushed; C₂, cabbage; A₂, garlic root; S₁, soybean ground; T, tobacco root; F, stalk of green onion; M, maize stalk; R, radish stalk; O, welsh onion; G₁, ginseng stalk; W₂, wheat straw; G₂, ginseng leaves; C₁, chinese cabbage; B, barley straw, and S₂ of pod of soybean.

는罹病率이 가장 낮아 2.8의罹病指標價를 나타냈으며, 파, 양배추, 들깨대, 밀짚, 보리짚 등에서는罹病性이對照區 보다減少하였고其他改良物質의處理區에서는3.7~4.2의指標率에 해당하는病徵을 나타냈다.

各種微生物의數的分布

植物의添加改良前과後에 있어서 이들微生物의增減分布상태를 조사한 결과 다음과 같다.

1) 菌類의分布는 Fig. 2와 같다.改良後에 있어서인삼대, 콩, 분쇄밀, 옥수수, 배추잎, 고구마줄기, 무우줄기, 파등에서는菌의數가對照에 비하여增加하였으나, 밀짚, 마늘뿌리, 양배추, 인삼잎, 보리짚, 담배뿌리등의處理區에서는改良하지 않은自然土壤이나對照區에 비하여 그數가 현저히減少된 경향을 나타냈다.

細菌의土壤內分布와變動은 Fig. 3과 같다.細菌은自然土壤과對照區에 있어서數的變動이 거의 없으며, 마늘뿌리, 밀, 파, 무우줄기, 콩등의處理區에서는 그數가 점차增加하였으나, 배추잎, 고구마줄기, 감자줄기, 인삼잎, 콩깍지, 들깨대, 담배뿌리 및 보리등의處理順으로數가減少하는 현상을 나타냈다.

放線菌類의分布는 Fig. 4와 같이콩처리구에서는自然土壤 보다增加되었으나 기타에서는自然土壤 보

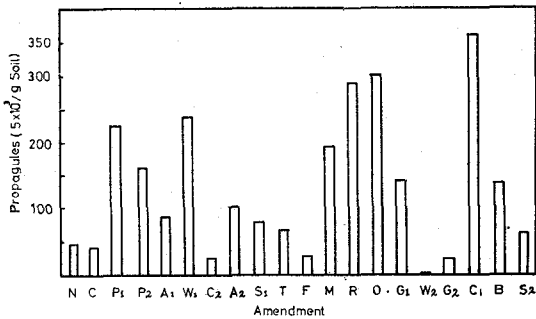


Fig. 5. *Fusarium spp.* propagules in soil 4 weeks after amendment with 1%(w/w) ground plant residue on Peptone-PCNB agar medium.

Regend: N; natural soil C, control; P₁, sweet potato stalk; P₂, potato stalk; A₁, garlic stalk; W₁, wheat crushed; C₂, cabbage; A₂, garlic root; S₁, soybean ground; T, tobacco root; F, stalk of green onion; M, maize stalk; R, radish stalk; O, welsh onion; G₁, ginseng stalk; W₂, wheat straw; G₂, ginseng leaves; C₁, chinese cabbage; B, barley straw, and S₂ of pod of soybean.

다減少하는 경향을 나타내고 특히 마늘줄기와 담배뿌리處理區에서는 가장 적은數가分布하였다.

*Fusarium spp.*의分布數는 Fig. 5와 같이自然土壤과對照區는變動이 거의 없으나, 감자줄기, 분쇄밀, 옥수수줄기, 무우줄기, 파 및 배추처리구등의順으로 *Fusarium spp.*의分布數가增加되었으나, 반면에 양배추, 들깨대, 인삼잎, 밀짚처리구등의順으로 *Fusarium spp.*의分布가減少하는 경향이였다.

考 察

Alexander (1977)은土壤內細菌의分布는여러가지의 조건에서 다양한 형태로營養物을 이용하기 때문에 다른微生物 보다 그數에 있어서多數한다고 하였다. Johnson (1954)은 알팔과의添加量에 따라細菌의數가 일정한比率로增加한다고 하였으며 또한 Alexander (1966)등은土壤改良으로流入되는有機物에 따라增加하고有機物이消耗됨에 따라 급속한減少현상을 가져온다고 하고, 植物質이나有機體등은利用率이 낮다고 하였다. 또한 Dickinson과 Coley-smith (1970)은菌核이나孢子가土壤環境에 들어오면,細菌數의增加현상이 관찰된다고 하였으나, Zakaria(1978)와 Coley-Smith (1968)등은改良物質에 따라細菌이減少한다고 하였다.

본 실험에서는 콩, 양배추, 무우줄기, 파 등을改良物質로添加하였을 때에細菌이增加하였고, 반대로 보리짚, 담배뿌리, 밀짚, 인삼대, 인삼잎, 들깨대 및 콩깍지등을處理한土壤에서는減少현상을 나타냈다. 이는改良物質로添加된植物值의 종류에 따라서細菌의數的 변화가 다양하게 나타난다는 위의 研究報告者들의 내용과 같다(Johnson 1954, Alexander et al, 1966; Dickinson & Coley-smith 1970; Zakaria, 1978; Coley-Smith et al 1968).

絲狀菌에 대하여 Baker와 Cook (1982)은질나무잎, 果實, 뿌리등의 Cellulose 含有物質이 이菌의增加를 가져오게 한다고 하였고, 또한 Zakaria (1978)도 oil-seed로改良한土壤條件에서絲狀菌의數的減少를 관찰하였다고報告하였다. 반대로 Garrett (1965)는改良物質을處理하면 특정한菌은減少하나 대부분이增加한다고 하였다.

본 실험에서는 파, 무우줄기, 감자줄기, 옥수수대 등을處理하였을 때對照區에 비하여菌類의數가 증가하였으나, 밀짚, 마늘뿌리, 양배추 및 보리등의 처리구에서減少현상을 나타냈는데 이는 위의 研究者들

의 報告(Baker & Cook, 1982; Zakaria, 1978; Garett, 1965)와 같이 添加한 植物質의 종류에 따라 增減현상이 일어남을 알 수 있다.

放線菌類의 分布에 관한 실험에서 Lloyd (1969)는 營養物質이 풍부할 때 細菌과 絲狀菌은 초기에 이 物質을 이용하나 放線菌은 細菌과 絲狀菌의 數가 減少한 다음 남은 營養物質을 이용한다고 하였다. Mitchell과 Alexander (1962)에 의하면 放線菌은 ectoenzyme系를 가지므로 *Fusarium* spp와 같은 菌絲를 exolysis한다고 하고 Sneh등(1971)과 Vrugink (1970)도 같은 결과를 報告한 바 있다(Kerr & Bumbieris, 1969).

본 실험에서는 放線菌의 數的 變化가 對照區에 比하여 콩을 처리한 처리구에서만 단지 增加되고 나머지 處理區에서는 減少하였는데 이는 改良 後에서 부터 調査時間 까지의 期間이 짧은데 기인하는 것 같았다.

Amstrong과 Amstrong (1965)은 休眠상태의 *Fusarium* spp의 厚膜胞子는 炭素와 窒素등을 함유하는 物質이 풍부할 때 發芽하고 특히 炭素가 더욱 重要한 限定要素가 된다고 하고 Snyder등(1959), Adams등(1968), Toussoun (1963, 1969)도 같은 結果를 報告한 바 있다. 반면 吳등(1982)은 *Fusarium* sp.의 密度와 疾病發生과의 關聯性 실험에서 *Fusarium*의 密度와 疾病과는 직접 관련이 없고 拮抗作用을 하는 *Streptomycetes*의 數와 관련된다고 하였고, Zentmyer (1963)도 이와같은 報告를 한 바 있다. 한편 Schroth와 Fendrix(1962)은 토마토와 옥수수의 添加改良이 疾病을 增大시키고, 양파의 처리는 減少현상을 일으켰다고 하였다.

본 실험에 의하면 분쇄밀의 처리구를 제외하고 기타의 처리구는 對照區 보다 罹病性이 낮았고 특히 마늘뿌리, 양배추, 파 등의 처리구는 病徵발현에 있어서 억제효과가 있었다.

양배추와 마늘뿌리의 처리구는 *Fusarium* spp의 數가 적고 病徵의 정도도 미약하였으나, 파처리구는 반대로 病原菌의 密度가 높으나 罹病性을 낮게 나타냈다. 또한 배추의 처리구는 病原菌의 密度가 높고 病徵 指標도 높은 것으로 보아, *Fusarium solani*가 나타내는 罹病性은 病原이 될 수 있는 특정 微生物의 密度만 가지고 疾病의 發生과 關聯짓기는 어렵다.

더우기 콩처리구에서는 放線菌의 數가 많았으나 *Fusarium* sp.에 의한 根腐病徵현상이 크게 발생한 점 등으로 보아 放線菌이 多數하면 疾病이 減少된다고는 꼭 결론짓기가 어려운 것으로 생각한다.

摘 要

18種의 植物質을 土壤에 添加하여 改良한 土壤에 人參根腐病原에 하나인 *Fusarium solani*의 厚膜胞數(5×10^3 Cells/g soil)를 接種하고 여기에 指標가 되는 植物로 완두(*Pisium sativa* L.)를 심어 罹病性 程度에 의하여 改良效果를 조사하고 또한 改良物質의 處理 前과 後의 土壤內의 微生物分布의 變動을 比較하였다.

植物質로 改良한 土壤處理區에서 분쇄밀처리구에서는 對照區 이상으로 罹病性이 높았고, 다음이 고구마줄기, 배추, 인삼잎 및 콩짜지의 순이었다. 반면 마늘뿌리를 처리한 토양에서는 罹病率이 가장 낮아 效果의 인 改良物質이었고, 다음에 파, 양배추, 들깨대, 밀짚, 보리짚 등에서도 罹病率이 減少하였다.

總菌數는 파, 콩, 분쇄밀, 옥수수대, 배추등에서 多數하였고, 반면 밀짚, 마늘뿌리, 양배추, 보리짚 등의 처리구에서는 감소하였다.

細菌數는 콩, 양배추, 무우줄기, 파, 분쇄밀처리구에서는 增加되었으나 보리, 담배뿌리, 인삼대, 밀짚 등에서는 減少하는 경향을 나타냈다.

放線菌의 分布는 콩처리구에서만 增加하였으나 기타는 對照區 보다 減少하고 담배뿌리와 마늘대에서는 그 數가 減少되었다.

Fusarium spp의 分布數는 배추, 파, 무우줄기, 분쇄밀, 고구마줄기 등의 처리구에서는 增加하고 반대로 밀짚, 인삼잎, 양배추등의 처리구는 對照區 보다 減少하였다.

文 獻

- Adams, P.B., Papavizas, G.C. and Lewis, J.A. (1968): Survival of root-infecting fungi in Soil. III. The effect of cellulose amendment on chlamyospore germination of *Fusarium solani* f. sp. *phaseoli* in soil. *Phytopathology* 58:373-377.
- Ahn, Y.J., Kim, H.J., Ohh, S.H. and Choi, S.Y. (1982): Effect of soil fumigation on growth, root rot, and red discoloration of *Panax ginseng* in replanted soils. *Korean J. Ginseng Sci.* 6:46-55.
- Alexander, M. (1977): *Introduction to soil microbiology*. John Wiley & Sons. New York. 467pp.
- Alexander, J.V., Bourret, J.A., Gold, A.H. and Snyder, W.C. (1966): Induction of chlamyospore

- formation by *Fusarium solani* in sterile soil. *Phytopathology* 56:353-354.
- Amstrong, G.M. and Armstrong, J.K. (1965): A wilt of soybean caused by a new form of *Fusarium oxysporium*. *Phytopathology* 55:237-239.
- Baker, K.I. and Cook, R.J. (1982): *Biological control of plant pathogens*. The American Phytopathological Society. 433pp.
- Bhat, J.V. and Shetty, M.V. (1942): A suitable medium for the enumeration of microorganism. *J. Univ. Bombay Seat. B.B.* 13-15.
- Chung, H.S. and Lee, Y.W. (1977): Studies on etiology and control of red rot of ginseng: *Monopoly Res. Repr. Seoul, Korea* 49p.
- Coley-Smith, J.R., Dickinson, D.J. and King, J.E. (1968): The effect of spores of alium on soil of sclerotia of *Sclerotium cepivorum* Berk. *Ann. Appl. Biol.* 62:103-111.
- Dickinson, D.J. and Coley-smith, J.R. (1970): Stimulation of soil bacteria by sclerotia of *Sclerotium cepivorum* Berk in relation to fungistasis.
- Garret, S.P. (1965): Towards biological control of soil-borne plant pathogens. In *Ecology of Soil-borne Plant Pathogens* (Baker, K.F. and Snyder, W.C. ed.) University of California, Berkeley Press.
- Hsu, S.C. and Lockwood, J.L. (1975): Powdered chitin agar as a selective medium for enumeration of actinomycetes in water and soil. *Appl. Microbiol.* 29:422-426.
- Johnson, L.F. (1954): Antibiosis in relation to *Phytium* root rot of sugarcane and corn. *Phytopathology*: 44:69-73.
- Kerr, A. and Bumbieries, M. (1969): Effect of amendments on numbers of soil microorganism and on the root *Fusarium* wilt complex of peas. Waite Agri. Res. Inst. (South Australia) *Ann. Repter.* 1968~1969:77-78.
- Kim, J.H., Lee, M.W. and Kim, K.P. (1974): Studies on the root rot of ginseng. (IV)-Distribution of fungi and *Fusarium* spp. propagules in ginseng cultivated soil. *Kor. J. Mycol.* 2:15-19.
- Kim, J.H. and Lee, M.W. (1974): On the root rot of ginseng(I), isolation and identification of *Fusarium* spp. *Kor. J. Microbiol.* 12:94-98.
- Lee, M.W. (1972): Studies on ecology of Gram-negative bacteria in ginseng cultivated soil. *Dongguk Univ. J. Res.* 3:201-210.
- Lee, M.W. and Kim, K.P. (1978): Study on the control of root rot of ginseng caused by *Fusarium solani*. *Dongguk Univ. J.* 17:379-386.
- Lee, S.C., Lee, K. W. and Chung, H.W. (1965): Studies on soil-borne diseases of ginseng. In *Res. Repr. for 1965* by Inst. Plant Env. ORD, Suwon, Korea pp. 487-500.
- Lloyd, A.B. (1969): Dispersal of streptomycetes in air. *J. Gen. Microbiol.* 57:35-40.
- Martin, J.P. (1950): Use of acid, rose bengal and streptomycin in the plate method for estimating soil fungi. *Soil Sci.* 69:215-232.
- Mitchell, R. and Alexander, M. (1962): Microbiological processes associated with the use of chitin for biological control. *proc. Soil Sci.* 26:556-558.
- Nash, S.M. and Alexander, J.V. (1965): Comparative survival of *Fusarium solani* f. *cucubita* and *F. solani* f. *phaseoli* in soil. *Phytopathology* 55:963-966.
- Ohh, S.H., Chung, Y.R. and Lee, I.H. (1982): Soil environmental factors affecting *Fusarium* population and root rot of *Panax ginseng* fields. *Korean J. Plant Prot.* 21:68-72.
- Papavizas, G.C. (1967): Evaluation of various media and antimicrobial agent for isolation of *Fusarium* from soil. *Phytopathology* 57:848-852.
- Sands, D.C. and Rovira, A.D. (1970): Isolation of fluorescent *pseudomonas* with a selective medium. *Appl. Microbiol.* 20:513-514.
- Schroth, M.N. and Fendrix, F.F. Jr. (1962): Influence on non susceptible plants on the survival of *Fusarium solani* f. sp. *phaseoli*. in soil. *Phytopathology* 52: 906-909.
- Sneh, B., Kantan, J, and Henis, Y. (1971): Mode of inhibition of *Rhizoctonia solani* in chitin-amended soil. *Phytopathology* 61:1113-1117.
- Snyder, W.C. (1969): Survival of *Fusarium* in soil. *Ann. Phytopathol.* 1:209-212.
- Snyder, W.C., Schroth, M.N. and Christou, T. (1959): Effect of plant residues on root rot of bean. *Phytopathology* 49:755-756.

- Toussoun, T.A., Partrick, Z.A. and Snyder, W.C. (1963): Influences of crop residues decomposition products on the germination of *Fusarium solani* f. sp. *phaseoli* chlamydospore in soil. *Nature* 197: 1341-1346.
- Toussoun, T.A., Meninger, W. and Smith, R.S. Jr. (1969): Role of conifer litter in ecology of *Fusarium* stimulation of germination in soil. *Phytopathology* 59:1396-1399.
- Vruggink, H. (1970): The effect of chitin amendment on actinomycetes in soil and on the infection of potato tubers by *Streptomyces scabies*. *Net. J. Plant Pathol.* 76:293-295.
- Zakaria, M.A. (1978): Reduction in *Fusarium* population in soil by oil seed meal amendment. *Ph. D. thesis*. Department of Botany and Plant Pathology, Michigan State University. 85pp.
- Zentmyer, G.A. (1963): Biological control of *Phytophthora* root rot of Avocado with alfalfa meal. *Phytopathology* 53:1383-1387.

<Received December 20, 1984;

Accepted January 16, 1985>