

人蔘의 疫病·病原菌 및 防除책에 關하여

吳承煥, 朴昌錫

고려인삼연구소

(1980년 12월 26일 접수)

Studies on *Phytophthora* disease of *Panax ginseng* C. A Meyer; its causal agent and possible control measures

Seung Hwan Ohh and Chang-Suck Park

Korea Ginseng Research Institute

(Received December 26, 1980)

Abstracts

The causal organism of *Phytophthora* disease on *Panax ginseng* Meyer in Korea was isolated and identified as *Phytophthora cactorum*. Its pathogenicity, etiology, and possible control measures were investigated.

Disease symptoms on various parts of ginseng plants were also described. The fungus caused seedling and mature plant blight and root rot. Oospores were easily formed on potato dextrose agar and corn meal agar. Oospores, however, were not formed in the diseased root tissues but did in the infected shoots such as leaves, petioles, and stems and in the inoculated berries.

緒論

人蔘疫病은 腰折病이라고도 하며 美國, 日本, 韓國, 소련 등 人蔘栽培地에서 發生하는 病으로서 1900년대 초기부터 알려져왔다.^{2-8, 10, 12, 14)} 日本의 Hori⁹⁾와 美國의 Rosenbaum¹³⁾ 등이 이 病에 對하여 研究보고한 바 있지만 다른 人蔘病의 研究와 마찬가지로 研究가 활발하지 못하였으며 1922년 日本人 Nakata와 Takimoto¹²⁾가 우리나라에서는 처음으로 人蔘의 疫病을 수록하였을 뿐이며 그 후로 1960년대에 와서 정³⁾, 洪¹⁰⁾, 및 許⁸⁾ 등이 人蔘에역병을 수록 또는 피해율을 보고하였다.

人蔘의 역병을 日本에서는 “Koshi-ore”, 美國에서는 mildew, Japanese mildew, 혹은 b-light, soft rot 등 여러가지로 불리어지고 있는데¹³⁾ 病을 일으키는 곰팡이는 *Phytophthora* 菌의 일종으로서^{2, 3, 6, 9-11, 17)} 人蔘의 잎, 줄기, 뿌리 등 人蔘의 모든 部分을 침해한다^{13, 14, 16)}. 이 病菌은 人蔘뿐만 아니라 사과, 배, 호두, 단풍나무류, 소나무류 등의 묘목에 立枯病

을 일으키며, 양파, 딸기 등에도 病을 일으키는 것으로 보고되어 있다¹¹⁾.

이와같이 人蔘의 疫病은 人蔘의 各 部分을 침해하여 상당한 被害를 주는 것으로 특히 1980년과 같이 夏期 生育期間中에 氣溫이 낮고 강우가 잦은 해에는 被害가 크며 실제로 1980년에는 여러 곳에서 疫病의 發生이 많았으며 美國에서도 1915年 보고를 보면 地上部 被害가 25~30%나 되는 것으로 보고된바 있다¹³⁾. 그러므로 이 病을 일으키는 病原菌, 傳染경로 및 방제대책에 대하여 조사관찰한 것을 보고 하고저 한다.

材料 및 방법

病原菌의 分離는 증평인삼시험장 및 광능임간재배지에서 수집한 苗蔘 및 2 年根의 줄기를 2 cm 길이로 잘라서 살균수로 3 회以上 깨끗히 水洗한 다음 2% water agar plate를 이용하여 分離하여 Potato Dextrose Agar(PDA) 및 Oat Meal Agar(OMA)에 7~10일 배양하여 사용하였다. 接種시험은 묘삼 또는 4 年根의 葉병, 줄기, 잎, 뿌리 등을 채취하여 깨끗히 살균수로 水洗한 후 接種하여 병원성 및 胞子形成을 조사하였다.

病菌의 菌絲生長과 이 菌에 의한 뿌리썩음病 發生에 對한 溫度效果를 보기 위하여 PDA에서 10일간 배양한 균총을 5 mm cork bore로 절단하여 50ml의 potato broth가 들어있는 100ml 삼각 flask에 1 個씩 옮겨서 각각 다른 온도에서 (5℃, 10, 15, 20, 25, 30) 4 주간 배양한 후 균사건물중을 조사 비교하였고 일년생 묘삼을 살균수로 깨끗히 水洗한 다음 살균한 해부칼로 1 cm정도 동체상부에 상처를 내고 PDA에서 10일간 자란 균사를 삽입 接種하여 비닐주머니에 살균한 여지 (Toyo filter paper No.2, (18¹/₂ cm) 한장을 넣고 살균수로 포화시킨 다음 다섯뿌리씩 10반복으로 10℃, 15℃, 20℃에 각각 처리하여 7, 15, 30일 후에 뿌리의 썩는 정도를 0~5로 구분(0 ; 건전, 5 완전히 썩음)하여 罹病율을 조사하였다.

結果 및 考察

1. 病原菌

人蔘疫病을 일으키는 病原菌은 *Phytophthora cactorum* (Cohn et Leb) Schroeter로 알려져 있는데¹³⁾ 最初에는 *Peronospora cactorum*이라고 Chon et Leb.가 명명하였던 것을 Schroeter가 1889년에 재명명 하였다. 그동안 수록된 異名을 수록하면 Table 1과 같다. 그러나 이들은 모두 人蔘 以外の 植物에서 이 菌을 分離하여 명명하였으며 人蔘에서는 日本의 Hanai가 1900에 처음으로 보고하였다⁶⁾. 人蔘疫病菌은 分生胞子(혹은 胞子낭胞子), 卵胞子 등을 生成하며 分生胞子は 병든 植物의 조직표면에 形成되며 卵胞子は 병든 조직 內에 生成된다. 分生胞子は 크기에 따라 다르지만 9~41개의 유주자를 生成하는 간접발아 방법과 수 개의 菌絲를 生成하는 직접발아의 2 가지 방법으로 發生한다 (Fig 1 참조).^{3, 13)}

分生胞子の 發芽方法은 생성된지 오래 된것인지 아닌지¹³⁾ 혹은 외부조건 특히 溫度에 따라서 다르다고 하는데 생성된지 오래된 것이나¹³⁾ 저온에서는 간접발아를 한다. 이와 근연의 감자역 평균도 25℃ 이상에서는 직접발아를 하고 12℃ 以外에서는 간접발아를 하며,¹⁵⁾

다른 조균류에 속하는 곰팡이도 저온하에서 간접발아를 하며, 필자가 관찰한 것에도 저온(15℃内外)에서는 간접발아를 하였다. 이와같이 저온하에서는 간접발아를 하면 한개의 분生胞子에서 9~41개의 유주자를 형성하게 되므로 접종원이 10~40배로 증가되는 결과를 초래함으로써 病이 더 많이 發生하게 된다.

Table 1. Synonyms of *Phytophthora cactorum*¹³⁾

Synonyms	Source
<i>Peronospora cactorum</i> Cohn et Leb.	Bictr. biol. pflanz. 1 : 51 - 57 (1870.)
<i>Peronospora Sempervivi</i> Schenk.	Bot. ztg. 33 : 690 - 693. (1875.)
<i>Peronospora Fagi</i> Hartig.	Zeitsch. forst. - u. jagdw. 8 : 117 - 123. (1876)
<i>Phytophthora omnivora</i> De Bary.	Bot. ztg. 39. 585 - 595, 601 - 609, 617 - 626. (1881.)
<i>Phytophthora cactorum</i> (Cohn et Leb.) Schroeter.	Krypt-fl. Schlesien 3 : 235 - 236 (1889.)

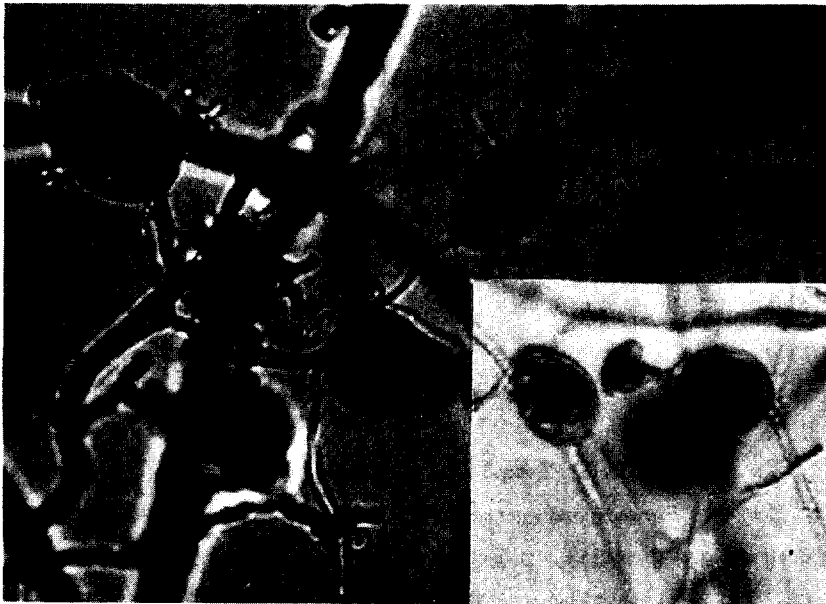


Fig. 1. Conidia (x 600) and indirectly germinating conidia (x 300) of *Phytophthora cactorum*.

분생자의 外部形態 및 발아 방법, 유주자의 形態, 1개 분생포자당 유주자 생성수 등은 이미 보고된 바와 유사하였다^{11, 13)}

감자역병균은 分生胞子가 형성된지 1~7시간이 지나면 유주자를 생성한다고 한다¹⁵⁾ 人參疫病菌은 分生胞子 形成으로 부터 얼마나 빨리 유주자의 形成이 되는지는 모르지만 적당한 조건하에서는 15分内에 일어나며 4~10초내에 分生胞子 밖으로 유출되기 때문에

¹³⁾병균의 전파가 급속히 이루어지고 따라서 피해가 급속히 증가될 수 있는 것이다. 유주자는 외부 조건에 따라 다르지만 생성된지 2 시간 후면 발아하여 식물체를 침입할 수 있는 것을 관찰할 수 있었다.

人蔘疫病菌의 卵胞子는 Oat meal Agar에서 잘 형성되고 인삼 줄기, 엽병 및 인삼과육에서 잘 형성되며 葉조직 특히 葉맥 조직에서 발견할 수 있었지만 뿌리조직에서는 접종했던 것이거나 자연상태에서 병든 것이거나 발견할 수 없었다. 分生胞子는 PDA나 OMA 배지에서 形成되지만 7일간 배양한 것을 살균수로 씻은 다음 살균수로 Flooding하면 48~72시간내에 많은 分生胞子가 形成됨을 관찰할 수 있었다.

2. 菌絲生長 및 發病에 미치는 溫度의 영향

Table 2에서 보는바와 같이 人蔘역병균은 5℃에서 부터 30℃까지 자랄 수 있었으며 이는 이미 보고한 바와 ¹¹⁾ 유사하였다. 실험성적에 의하면 적온은 15~20℃인 것 같으며 10℃에서 오히려 균사건물량이 많았으나 이는 통계적으로 유의차가 없었고 배양기간이 길었기 때문인 것으로 추측된다. 초기에 균사생장은 20~25℃에서 현저하게 빨랐으나 4주후에 건물량에서는 Table 2에서 보는바와 같았다. 아마도 고온에서 균사의 Autolysis가 일어났기 때문인 것 같으나 이는 앞으로 더 연구되어야 할 것이다.

Table 2. Effect of temperature on mycelial growth of *Phytophthora cactorum* in potato broth

Temperature (°C)	Mycelial dry weight (mg) *
5	38**
10	48
15	46
20	46
25	34
30	26

*Dry weight were measured after 4 weeks incubation **Each datum is mean value of three replicates.

균의 생장적온 범위가 10~20℃인 것으로 인정하고 균을 접종하여 3 가지 온도로 처리하여 비교해본 결과 Table 3에서 보는바와 같이 접종한지 7 일까지는 온도별 뚜렷한 차이가 있었으나 접종 후 기간이 길어짐에 따라 처리간에는 차이를 인정할 수 없었다. 이로 미루어 볼 때 포장상태에서는 균의 생육온도 범위가 넓고 人蔘의 生育기간이 길기 때문에 疫病的 被害가 상당할 것으로 추정할 수 있겠다. 그리고 실내에서 뿌리에 상처를 내고 균사를 접종한 것에서는 100% 근부를 일으켰으나 상처를 내지 않은 것은 잘 발생하지 않는 것을 관찰하였는데 인삼재배 중에 비배관리시 뿌리에 상처를 주게 되면 뿌리를 침입하는 병균의 감염이 많아질 것이다.

Table 3. Effect of temperature on root of ginseng seedlings inoculated with *Phytophthora cactorum*.*

Temperature (°C)	Days after inoculation**					
	7		15		30	
	T	C	T	C	T	C
10	0.96	0.00	1.75	0.00	4.50	0.00
	(19.20)		(35.00)		(90.00)	
15	1.72	0.00	3.55	0.00	5.00	0.00
	(34.40)		(71.00)		(100.00)	
20	2.64	0.00	4.00	0.00	5.00	0.00
	(52.80)		(80.00)		(100.00)	

*Each datum is mean value of 10 replicates. Root index: 0~5 (0; healthy, 5; Completely rotted).

**Numbers in parenthesis are percentage of infection. T: inoculated, C: control.

3. 病徵 및 傳染經路

감자역병에서와 같이 分生胞子, 유주자, 亞胞子가 發芽하여 形成된 菌絲가 잎의 氣孔을 통하여 角皮를 직접 뚫고 침입할 것으로 추측할 수 있지만 침입방법에 대하여는 밝혀진 바가 없다. 이 병균은 잎, 줄기는 물론 뿌리에도 病을 일으키며 苗蔘으로 부터 本圃의 고년근에 이르기까지 人蔘 全生育期間을 통하여 發病하지만 Rosenbaum¹³⁾의 보고에 의하면 지상부는 7月以前에 집중한 것에만 발병되고 8月이후 집중한 것에서는 병이 나지 않았다고 한다. 그러나 뿌리에는 상처만 주면 연중 시기에 관계없이 발병되었다고 한다. 인삼 생육기간 중에는 病斑部에 形成된 分生胞子에 依해서 病이 전파되고 월동은 병든 잎, 줄기 조직내에 生成된 卵胞子에 의해서 월동하리라고 생각되며 병든 뿌리조직 내에서 菌絲상태로 월동할 수 있을 것이라고 생각되나 앞으로 연구 규명되어야 할 것이다.

病에 걸린 잎에는 暗綠色 내지 暗褐色의 斑點이 나타나며 1~2주가 지나면 病斑 中央部는 흰색으로 變하여 병반 진전부위는 수침상으로 남아있다. *Alternaria*에 의한 斑點病과 다른 것은 病斑진전부위가 黃갈색으로 되지 않는 것이라고 하는데¹³⁾ 실제로 포장에서는 구별하기가 어렵다. 습기가 많고 구름이 많이 끼는 날에는 병반진전부위의 이면에 흰색의 곰팡이가 피는 것을 볼 수 있다고 하며 *Alternaria*에 걸린 병반처럼 병에 걸린 부분과 진전부와의 경계가 뚜렷하지 않다.

葉柄基部나 小葉柄基部가 침입을 받으면 잎이 늘어지고 시들어 고사하며 특히 어릴 때 병에 걸린 묘삼의 지상부는 급속히 시들며 더운물에 삶아 놓은 것처럼 되어 黑變枯死한다. (Fig2 참고). 그러나 검게 變하는 것은 이차부생균의 활동으로 되는 것이 아닌가 생각된다. 줄기에는 병반部가 회색이 되며 습기가 많고 구름이 많이 끼는 날에는 줄기가 빨리씩어서 손가락으로 눌러 보면 속이 빈 것을 알 수 있다. 병에 걸린 뿌리는 軟腐현상 (Semi-soft rot)을 보이며 (Fig3 참고) 뿌리가 썩기 시작하면 이차적으로 *Fusarium*이나 *Erwinia*와 같은 菌들의 침입을 받아서 급속히 썩으면서 불쾌한 냄새를 발산하는 경우가 많다고한

다.¹³⁾

이 병은 저온다습한 상태에서 많이 발생하여 ¹³⁾人蔘이 낙엽이지고 땅이 얼기까지 그리고 이른봄부터 여름이전의 기간에 많이 발생할 수 있는 인삼병 중에 중요한 것이라고 생각된다.

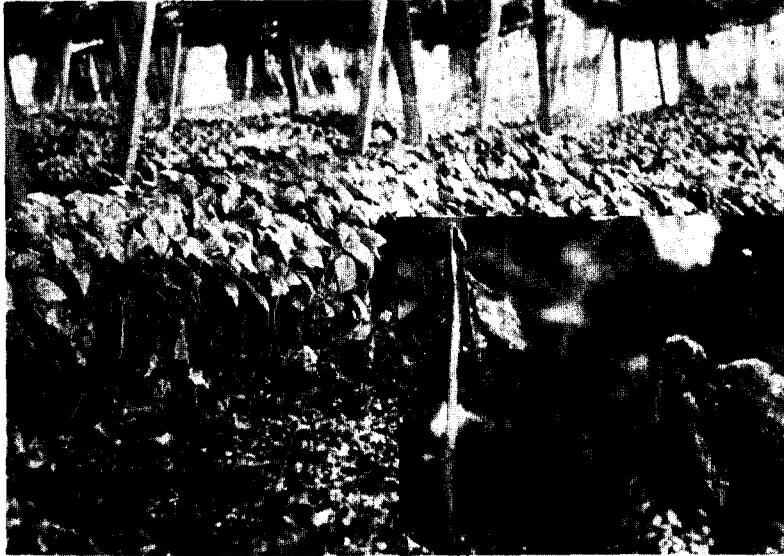


Fig. 2. *Phytophthora* infected seedlings of ginseng and its close view.

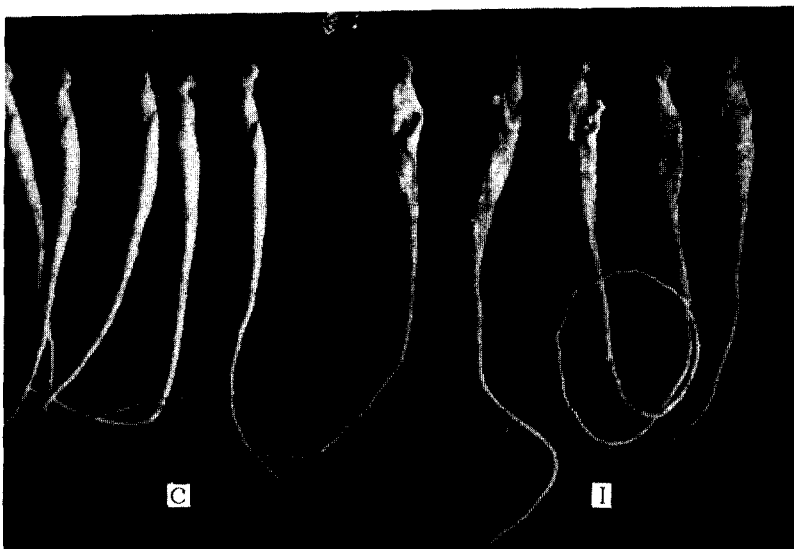


Fig. 3. Symptoms of *Phytophthora* infected roots artificially inoculated one year old root and incubated 15 days at 20°C (C : Control, I : Inoculated).

병균의 월동은 난포자로서 병든조직 내에서(뿌리에서는 난포자 형성을 관찰할 수 없었다) 월동하거나 균사상태로 뿌리에서 월동할 것이라고 생각되며 卵胞子는 토양中에서 적어도 4년간은 생존할 수 있다고 한다¹³⁾

卵胞子는 發芽하여 分生胞子를 形成하고 이 胞子가 發芽(직접, 또는 간접)하여 병을 일으킨다. 필자가 관찰한바에 의하면 이 병균은 적당한 조건하에서 침입하여 24~48시간이면 分生胞子를 生成하고 이 胞子는 또다시 유주자를 生成할 수 있음으로 짧은 기간내에 많은 피해를 줄 수 있는 인삼병중의 복병이라고 할 수 있겠다.

4. 防除 대책

다른 病의 防除의 경우처럼 農藥의 利用, 포장위생, 경종적인 방법, 토양소독등의 방법을 생각할 수 있지만 인삼역병의 방제시험은 시도하지 못했으나 이미 보고된 자료를 토대로 하여 요약하고자 한다.

오래전 부터 미국에서는 Bordeaux mixture로서 이병을 방제하는데 使用한 것으로 알려졌다. 그러나 인삼이 전염되기 전까지는 약해가 있음으로 생육 초기에는 적당치 않고, Mancozeb, Chlorothalonil, Acylalanine, Aliette 등의 이용이 가능할 것으로 추정 되지만 이들 약제의 인삼에 대한 시험 성적은 아직 없다. 特別 Acylalanine, Aliette 등은 조균류에 선택적으로 잘 듣는 약제이며 침투성 살균제로서^{1,5)} 인삼역병방제에 꼭 시도해 볼만한 가치가 있겠다. 그러나 다른 침투성 살균제에서 내성이 발생한다는 사실을 감안하여 지속적인 사용과 단용은 피하는 것이 바람직 하다고 생각 된다. 경종적인 방법으로는 기주 이외의 식물과 윤작을 하거나 뿌리의 감염을 감소시키기 위하여 10cm 이상 깊이 심는 법¹³⁾ 등은 감자 역병의 괴경감염을 감소시키기 위하여 복을 돌아 준다는 등¹⁵⁾의 방법을 생각할때 인삼에서도 활용 연구되어야 할 것이다. 병든 식물을 제거하여 다른 식물로 전염되는 전염원을 제거한다는 것은 상식적인 일이다. 습기가 많으면 이 病이 많이 발생함으로 포장의 배수가 잘되게 하는 것 등이다.

토양소독은 증기 소독을 할 경우에는 이용하는 장치가 필요한 것이 결점이고 많은 면적에는 실용성이 적다고 하겠다. 토양 혼중제를 이용하는 것이 바람직하지만 아직 시험성적도 없고 아직까지 우리나라에서 등록된 약제도 없으나 앞으로 개발 보급되리라고 믿고 있다.

要 約

人參疫病의 病原, 病原性 검정, 溫度가 菌生長 및 發病에 미치는 영향 및 방제 대책에 대하여 조사 관찰한바를 보고하였다. 그리고 각部位에 나타나는 病徵을 기술하였다. 病原菌의 生育범위는 5~30°C이며 이병된 잎이나 줄기에서는 24~48시간이면 분생포자 형성이 된다. 卵胞子는 病든 잎 줄기에서는 生成되지만, 뿌리에서는 形成되지 않는다. 發病은 10, 15, 20°C에서 접종후 처음 7일간에는 고온에서 빨리병이 진전 되었으나 30일이 지나서는 溫度간에 차이가 없었다. 病菌은 卵胞子의 상태로 병든 잎, 줄기등의 부스러기

로 토양중에서 월동할 것으로 추정되며 병든 뿌리에서는 菌絲상태로 월동할 것이라고 생각한다. 방제대책으로는 침투성 살균제의 이용가능성과 토양훈증제를 이용하는 것이 좋을 것이다.

참고문헌

1. Bruck, R. I., W. E. Fry, and A. E. Apple. Effect of Metalaxyl, an acylalanine fungicide on developmental stages of *Phytophthora infestans*. *Phytopathology* **70**, 597 (1980).
2. Bunkina, I. A. Analysis of ginseng seed for fungal infection and pre-sowing treatment. *Mater. Inuch. Zhenshenya (Rev. Appl. Mycol.)* **40**, 120 (1960)
3. 정후섭 ; 인삼의 병해, 한국생약학회지 **3**, 73 (1972).
4. 정후섭, 조용섭, 나용준 : 식물병리학 집현사, 347P, (1975).
5. Edgington, L. V., R. A. Martin, G. C. Bruin, and I. M. Parsons, Systemic fungicides. A perspective after 10 years. *Plant Disease*, **64**, (19) (1980).
6. Hanai, I. On the culture and curing of Idzumo ginseng (Japanese). *Cent. Agr. Exp. Sta. (Japan) Rept.* **8**, 128 (1900).
7. 한국 식물보호학회 : 한국식물병해충 잡초명감. (1972)
8. 허근 : 인삼경작지 조사 및 경작방법 종합검토, 수연 **7**, 45 (1965)
9. Hori, S. A disease of the Japanese ginseng caused by *Phytophthora cactorum* (Con. et Leb.) Schrot. *Imp. Cent. Agr. Exp. Sta. (Japan) Bul.* **1**, 153 (1907).
10. 홍순근 : 인삼경작지 조사 및 경작방법 종합검토, 수연, **6**, 27 (1964).
11. 桂瑤一 : 식물의 역병. 이론과 실제, (일문) 성문당, 신광사 128P. (1971).
12. 中田覺五郎, 龍仁清透. 人參의 病害 (日文) 朝鮮總督部勸業模範場 報告 No. 5 (1922)
13. Rosenbaum, J. *Phytophthora* disease of ginseng. *Cornell Univ. Agr. Exp. Sta. Bul.* **363** (1915).
14. Van Hook, J. M. Diseases of ginseng. *Cornell Univ. Agr. Exp. Sta. Bul.* **219** (1904).
15. Walker, J. C; *Plant Pathology*, 2nd ed. McGraw-Hill. 707P (1957)
16. Whetzel, H. H. The mildew of ginseng caused by *Phytophthora cactorum* (Leb. & Cohn) Schroeter, *Science*, **31**, 790 (1910).
17. Whetzel, H. H., J. Rosenbaum, J. W. Brann, and J. A. McClintock. Ginseng diseases and their control. U. S. D. A. *Farmer's Bul.* **736**, (1916).