

감자바이러스 Y 系統分類를 爲한 判別 植物

朴銀景*·崔章京**

Classification of Potato Virus Y Strains based on Reactions of Differential Plants.

Park, E. K.* · and J. K. Choi**

ABSTRACT: Four varieties of tobacco, *Nicotiana tabacum* var. NC 2326, NC 95, NC 744 and Havana, and two plant species, *Physalis floridana* Rydb., *N. repanda* Wild. were used for classification of ten isolates of potato virus Y (PVY) obtained from potato or tobacco plants showing various symptoms.

Each of the 10 isolates could be distinguished by the host reactions showing necrosis, vein banding and/or mottling, or no symptom on these hosts. Five isolates of PVY, PVY-VN, PVY-N, PVY-NSNR, PVY-Chile, and PVY-Argentina, showed necrotic symptom on NC 2326, but others showed vein banding and/or mottling symptom. On NC 95, each of the isolates tested showed similar symptoms as on NC 2326, except necrotic symptom by the isolate PVY-MSNR. Havana showed mottling reaction to the PVY-NSNR, PVY-MSNR, PVY-MSMR, PVY-VB, and necrosis to PVY-Chile, PVY-Argentina, but showed no symptom to the others. NC 744 showed mottling symptom to the PVY-MSNR and PVY-MSMR, necrosis to the PVY-Chile and PVY-Argentina, and no symptom to the others. On *N. repanda*, necrotic reaction to PVY-Argentina, no symptom to PVY-VN and PVY-C, and mottling to others were observed.

緒 論

Smith가 1931年 감자 바이러스로서 PVY를 報告하였으며 Smith와 Dennis¹⁶⁾는 잎담배에 壞疽 病징을 나타내는것이 PVY 감염에 의한 것이라고 처음으로 報告한 바 있다. 그후 壞疽病징을 나타내는 PVY 系統에는 tobacco veinal necrosis¹⁾, necros das nevruras, bolivian strain¹⁵⁾, Tabak-rippenbräune¹⁰⁾, Y-A1¹³⁾등 여러가지 이름으로 불리워졌고 Klinkowski 등¹¹⁾은 이들을 한 group 으로 묶어서 모자이크 증상을 나타내는 系統과 區分하기 위해 "new strain" 또는 "necrotic strain" 이라고 불렀다. 그는 이 group의 判別寄주로 잎담배 Samsun-품종을 사용하였다. 이어 Bokx²⁾는 이 "new strain"이 감자, 담배 및 *Physalis floridana* 등에서 모두 비슷한 병징이 나타나는것을 근거로 PVY^N이라 하고, 이 系統의 生

物的 檢定寄주로 감자 "A 6" 를 사용하였다.

이상과 같이 PVY는 잎담배에서 葉脈綠帶 또는 mottling 증상을 나타내는 普通系와 葉脈壞疽 증상을 나타내는 壞疽系統으로 나누는데 그 외에 Bawden¹⁾은 PVY의 한 系統인 potato virus C (PVY)를 報告하였다. 이 系統은 감자의 品種에 따라 top necrosis, streak, stipple streak 등의 병징을 나타내고 진딧물에 의해 傳染되지 않는 特異한 系統으로 알려져 있다. Bokx와 Huttinga⁴⁾는 이 같은 여러가지 系統들을 구별하기 위해 *P. floridana*, 담배 Samsun 品種 및 감자 品種 "Eersteling" 을 利用하여 PVY^N, PVY^O 및 PVY^C 系統으로 분류하였다.

한편, Gooding과 Tolin⁷⁾은 黃色種 잎담배에서 分離된 PVY의 系統을 근류선충에 저항성인 담배품종 NC 95와 感受性인 McNair 12를 利用하여 3가지로 분류하는 다른 方法을 擇하고 있다.

이와 같이 PVY의 系統들은 分離者에 따라 서

* 韓國人蔘煙草研究所 (Korea Ginseng & Tobacco Research Institute, Suweon, Korea)

** 江原大學校 農科大學 (College of Agriculture, Kangweon National University, Choonchon, Korea)

Table 1. Description of PVY strains used in the present study

PVY strains	Host origin	Symptoms on differential hosts	Geographic origin	Virus sources
MSMR	<i>N. tabacum</i>	Mottling in tobacco var. NC 2326 and NC 95, which are susceptible and resistant to the root knot nematode, respectively	U.S.A	G.V. Gooding, Jr.
MSNR	"	Mottling in NC 2326, and necrosis in NC 95.	"	"
NSNR	"	Necrosis in both of NC 2326 and NC 95.	"	"
Chile	"	Dark green bands along the veins with veinal necrosis in both of NC 2326 and NC 95.	Chile	"
Argentina	"	Severe necrosis of all veins including the midrib in most tobacco species and cultivars. Small plants are killed.	Argentina	"
N	<i>S. tuberosum</i>	Severe systemic veinal necrosis in tobacco, mottling in <i>P. floridana</i> , and mild mottling in most potato cultivars including "Eersteling"	Netherlands	J.A. De Bokx
O	"	Severe systemic crinkle, rugosity or leaf drop, especially rugose mosaic in potato "Eersteling"	"	"
C	"	Many potato cultivars are hypersensitive to this strain. Systemic stipple streak in potato "Eersteling". Systemic necrosis and leaf dropping in <i>P. floridana</i> .	"	"

로 다른 이름으로 불리워 지고 있으며 寄主植物의 병징에 따른 分類도 他 系統들과 충분히 비교 研究되지 않고 斷片的으로 이루어져 왔기 때문에 지금까지 報告되어온 系統들 사이에는 많은 混動을 가져오고 있다.

따라서 이 研究는 지금까지 報告되어온 PVY 系統中 代表的인 系統들을 서로 구분할 수 있는 判別 寄主體系를 확립하고, 이를 이용하여 우리나라에서 分離된 2가지 PVY isolates를 이들과 비교 檢討할 것을 目的으로 實施하였다.

材料 및 方法

供試된 PVY 系統 : 우리나라 일담배에서 分離된 두 系統, PVY-VB 및 PVY-VN과 外國에서 分離된 8 系統을 이용하였다 (Table 1). 이들 系統들은 담배 Burley 21 品種에 증식시켜 接種 2주후 全身 感染된 잎을 수확, 진공냉동조건 후 -20°C 에 保存하면서 必要時 이를 接種源으로 사용하였다.

접종 : 접종식물중 일담배는 殺菌培養土가 담겨진 직경 13cm의 포트에서 育苗하였으며, 4~5葉期에 접종하였다. 건조保存된 各 系統의 이병조직 0.1g을 0.01 M phosphate buffer(pH 7.0) 5ml와

함께 殺菌된 막자사발에 갈아 그 汁液을 接種源으로 하였다. Carborundum법에 의해 各 系統의 接種源을 접종한 후, 식물은 綱으로된 상자에 넣어 $20\sim 28^{\circ}\text{C}$ 되는 溫室에서 4주간 保存하면서 병징을 조사하였다. 병징이 不分明하거나 나타나지 않을 경우는 항혈청 반응 및 Burley 21에 再接種하여 PVY감염여부를 확인하였다. 감자 "A6" 잎 접종은 Bokx 방법³⁾에 따랐다.

結 果

4가지 일담배 品種과 *N. repanda*, *P. floridana* 및 감자 A6에 供試된 10種의 PVY 系統을 접종한 결과, 各 系統을 쉽게 구분할 수 있는 특징적인 병징을 나타냈다 (Table 2). 일담배에 있어서 이들의 병징은 葉脈綠帶 또는 mottling 증상의 가벼운 병징과 葉脈壞疽 또는 심한 壞疽로 인한 枯死 등의 심한 병징 및 바이러스가 感染되지 않아 병징이 나타나지 않는 경우 등, 크게 3類型的인 병징군으로 大別되었다. 또한 감자 A6와 *P. floridana*의 경우, 몇가지 系統은 특징적인 병징을 나타냈다. 各 寄主植物에서의 系統別 병징은 다음과 같다.

N. tabacum var. NC 2326: PVY-NSNR, PVY^N,

Table 2. Reaction^{1/} of differential hosts to PVY strains^{2/}

Host plants	Strains										
	VN	N	NSNR	MSNR	MSMR	VB	O	C	Chile	Argentina	
<i>Nicotiana tabacum</i> var.											
NC 2326	N	N	N	Mo	Mo	VB,Mo	VB,Mo	Vc, mMo	N	SN	
NC 95	N	N	N	N	Mo	VB,Mo	mMo	Vc, mMo	N	SN	
Havana	-	-	Mo	mMo	mMo	mMo	-	-	N	SN	
NC 744	-	-	-	Mo	mMo	-	-	-	N	SN	
<i>N. repanda</i>	-	Mo	Mo	Mo	Mo	Mo	Mo	-	Mo	SN	
<i>Physalis floridana</i>	Mo	mMo	Mo, Ld	Mo	Mo	mMo	Mo	LL, Mo, Ld	Mo	SS, De	
"A6" (<i>Solanum tuberosum</i> × <i>S. demissum</i>)	LR	LR	LL	LL	LL	LR	LR	LL	LL	-	

1/ N : Necrosis
 Mo : Mottling
 VB : Vein banding
 LL : Local necrotic lesions on inoculated leaf
 LR : Local necrotic rings on inoculated leaf
 VC : Vein clearing
 mMo : Mild mottling
 SN : Severe necrosis
 Ld : Leaf dropping
 De : Deformation
 SS : Severe stunting
 - : No symptom

2/ Refer to the table 1.

PVY-Chile 및 PVY-VN 시스템들은 접종 5~7일 후부터 葉脈이 투명해 지기 시작하여 점차 細脈들은 灰白色 또는 황갈색으로 壞疽症狀을 나타냈다. (Fig. 1-B). 그후 이 병징은 확대되어 葉肉部分에도 壞疽가 나타나 접종 3주후에는 下位葉이 枯死하여 탈락되었다. 한편 上位어린잎은 불규칙한 斑點과 함께 mottling 증상을 나타냈다. 이들 시스템간의 병징 차는 구별하기 어려웠으나 PVY-VN과 PVY-Chile 시스템이 약간 심하게, 그리고 PVY-Argentina 시스템은 매우 심해서 접종 5~7일후부터 심한 壞疽症狀이 나타나기 시작하여 접종 2~3주후에는 全植物體가 枯死하였다.

반면, PVY-VB, PVY-MSNR, PVY-MSMR, PVY^o 및 PVY^c 등의 시스템은 공통적으로 葉脈透明 또는 葉脈緣帶 症狀을 形成했는데, PVY-MSNR 및 PVY-MSMR은 中位葉에 주름을 만들었다 (Fig 1-A).

N. tabacum var. NC 95 : PVY-VB, PVY-MSMR, PVY^o 및 PVY^c 시스템은 모두 가벼운 mottling 증상을 나타냈고 그외 시스템들은 모두 壞疽症狀을 나타냈다. 이 중 PVY-MSNR 시스템은 접종 3주가 되면 生長點을 除外한 大部分의 조직이 枯死하는 경우가 많았다. 특히 PVY-Argentina 시스템은 접종 2주후부터 심한 壞疽, 生長抑制, 上位 어린잎의 畸形 등이 나타나 他 시스템과 쉽게 區分할 수 있었다.

N. tabacum var. Havana : PVY-VN, PVY^o, PVY^c 시스템들은 병징을 나타내지 않았다.

며 生育도 健全株와 차이가 없었다. 이같이 병징을 나타내지 않은 접종주로부터 잎을 수확하여 Burley 21에 재접종하였을 때에도 병징이 發現되지 않았고 PVY 抗血清과도 反應되지 않아 전혀 感染되지 않았음을 알 수 있었다. PVY-NSNR, PVY-MSMR 및 PVY-VB 시스템은 가벼운 mottling 증상이 나타났으나 서로 區分은 어려웠고 生育도 健全株와 차가 나지 않았다. 그러나 PVY-Chile 시스템은 1~2枚의 下位葉에 가벼운 壞疽症狀을 보였고, PVY-Argentina 시스템에 의해서는 매우 심한 壞疽症狀을 나타내 芯葉을 除外한 大部分의 잎이 枯死하였다.

N. tabacum var. NC 744 : PVY-MSNR, PVY-MSMR 및 PVY-Chile 시스템은 심한 壞疽症狀을 나타냈으며 이 외의 시스템들에 의해서는 感染되지 않았다.

N. repanda : PVY-VN과 PVY^c 시스템은 감염되지 않았으며 (Fig. 1-D), PVY-Chile 시스템은 壞疽症狀을, PVY-Argentina 시스템에 의해서는 심한 壞疽증상을 나타내 芯葉을 除外한 모든잎이 枯死하였다 (Fig. 1-F). 이 외 시스템들에 의해서는 가벼운 mottling 증상을 나타냈는데, 특히 PVY-VB 시스템에 의해서는 mottling 증상과 함께 어린잎들이 뒷쪽으로 말리는 증상을 나타냈다 (Fig. 1-E).

P. floridana : PVY^c 시스템은 접종 3~5일후 접종잎에 灰白色의 작은 斑點이 形成되었고 (Fig. 1-G, 下), 접종 2주후에는 上位 어린 잎들이 黃化되

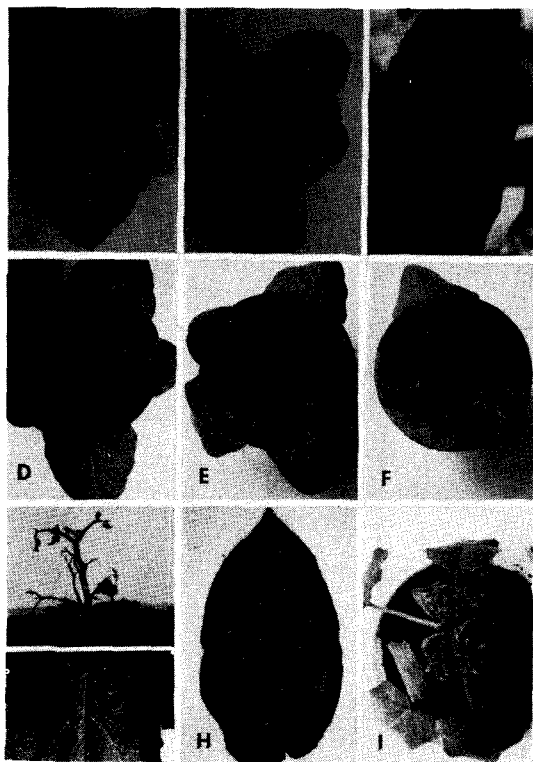


Fig. 1. Various diagnostic symptoms of differential host plants when inoculated with various PVY strains.

- A-B : *Nicotiana tabacum* var. NC 2326 infected with PVY-MSMR and PVY-VN, respectively.
- C : Vein banding symptom on *N. tabacum* var. Burley 21 infected with PVY-VB.
- D-F : *N. repanda*, 2 weeks after inoculation with PVY-VN, PVY-VB, and PVY-Argentina, respectively.
- G : *Physalis floridana*, local necrotic lesions on inoculated leaf (low), and leaf dropping symptom (upper) inoculated with PVY-C.
- H : Detached leaf of potato "A6" (*Solanum tuberosum* × *S. demissum*) inoculated with PVY-NSNR.
- I : *P. floridana*, mottling and severe deformation of leaves inoculated with PVY-Argentina. Three weeks after inoculation.

어 脫落되기 시작했으며 3주후에는 거의 모든잎이 脫落되었다 (Fig. 1-G, 上). PVY-Argentina 系統에 의해서는 접종후 약 10日부터 生育이 거의 정지되면서 어린 잎들에 심한 畸形을 나타냈다 (Fig.

1-I). 이같은 葉脫落 현상은 PVY-NSNR 系統에서도 나타났지만 경미했으며 접종잎에 壞疽斑點은 形成되지 않았다. 이 外의 系統들은 가벼운 mottling 症狀를 나타냈다.

A6(*Solanum tuberosum* × *S. demissum*):PVY-NSNR, MSNR, MSMR, PVY^c 및 PVY-Chile 系統에 의해서는 접종잎에 흑갈색의 괴저반점을 나타냈으며 (Fig. 1-H), PVY-Argentina 系統에 의해서 斑點을 形成하지 않았다. 이 外의 系統에 의해서는 고리모양의 괴저반점을 나타냈다.

考 察

PVY는 감자를 비롯한 담배, 고추, 토마토 등의 作物에서 많이 분리되고 있으며 이를 同定하기 위한 寄主植物로 잎담배가 많이 이용되고 있다. 특히 PVY의 系統區分을 위한 判別寄主로 Samsun⁹⁾, White Burley, Havana 425¹⁴⁾, *N. debneii*⁵⁾ 등의 담배가 많이 이용되었다. 이 같이 담배가 PVY 또는 그 系統을 구분하는 데 判別寄主로 많이 이용되는 것은 바이러스의 感染이 잘 되고 병징발현도 비교적 짧은 時日에 명확하게 나타나며 遺傳的으로 均一한 種子의 大量 生産 可能性 및 種 또는 品種間的 병징多樣性 등이 있기 때문이다⁶⁾. 그러나 지금까지 분리, 報告된 PVY 系統中 MSNR 系統⁷⁾은 Samsun, White Burley, Havana 425 등의 品種에서는 모두 壞疽병징을 나타내 他 壞疽系統 (NSNR)과 구분하기 곤란하다. 따라서 이들 잎담배 品種들은 PVY의 判別寄主로는 不適合한 것으로 생각된다.

Bokx⁴⁾는 감자에서 분리된 PVY 系統을 몇가지 判別寄主에서의 병징에 따라 3 group으로 분류하였다. 이 group들은 잎담배 品種 Samsun, White Burley와 *P. floridana*, 감자 品種 Eersteling을 이용하여 분류되었는데 이때 壞疽系統 PVY^N은 담배 Samsun과 White Burley에 나타난 병징에 의해서 구분하였다. 따라서 앞에서 言及한 바와 같이 이 壞疽系統은 담배 品種에 따라 mottling 증상을 나타낼 可能性이 있으며 他 壞疽系統과 비교, 구분하기 어려운 점이 있다. 한편, PVY^o 및 PVY^c 系統은 감자 Eersteling에서 각각 rugose mosaic 및 stipple streak 병징에 의해 구분하였으나, 감자는 영양번식을 하는 관계로 다른 바이러스에 感染되기 쉽고 感染 첫해의 병징 (primary symptom)

과 이후의 2차병징 (secondary symptom)이 다르기 때문에 이용에 어려운 점이 있다.

잎담배 品種中 PVY에 대해 高度抵抗性으로 알려진 Virgin A mutant(VAM)^{8, 12, 17)}에 대해서도 判別寄主로서의 利用性を 檢討하였다. 그러나 系統에 따라, 接種植物 個體에 따른 感染의 變化가 있어 大部分의 植物이 感染되지 않았지만 例外的으로 感染되어 mottling 증상을 나타내는 경우가 있었다. 이같은 현상은 여러차례 반복 실험하였으나 같은 결과를 나타내, 判別寄主로는 不適合한 것으로 판단되었다.

잎담배에서 PVY에 의한 병징發現은 接種후 溫度에 따라 큰 차이를 나타냈다. 壞疽증상을 나타내는 PVY-VN과 PVY^N 系統을 담배 Xanthi-NC에 接種하여 25°C, 30°C 및 35°C의 서로다른 溫度 처리를 하였을 때 溫度가 높을 수록 壞疽병징이 약하게 나타났으며 35°C에 保存한 것은 가벼운 葉脈 透明증상만이 나타났다. 그러나 이렇게 高溫에서 경미한 병징을 보인 罹病組織을 搾汁하여 같은 品種에 接種後 25°C에 保存한 結果 다시 심한 壞疽증상을 나타냈다. 따라서 判別寄主에서의 병징에 따른 系統의 判別 또는 각 系統의 특징적인 병징을 조사하기 위해서는 接種후 30°C가 넘지 않도록 유의해야 하며 20~25°C가 가장 좋을 것으로 생각된다.

이상에서 言及된 바와 같이 PVY의 系統判別을 위해서는 잎담배를 이용하는 것이 有利할 것으로 생각되며 이에 따라 본 실험에서 조사선정된 判別寄主들은 여러 PVY 系統들을 비교, 구분하는데 效率적으로 이용될 수 있으리라 믿는다.

摘 要

잎담배 4品種 (NC 2326, NC 95, NC 744, Havana) 과 2種의 植物 (*Nicotiana repanda* Wild., *Physalis floridana* Rydb.)을 이용하여 감자 또는 잎담배에서 분리된 10가지의 감자바이러스 Y (PVY)系統 判別을 시도하였다.

10가지의 PVY系統들이 이 植物들에 接種했을 때 괴저, 葉脈緣帶 또는 mottling, 無病徵 등을 나타내면서 서로 다른 基準반응을 보여 쉽게 구분할 수 있었다.

조사된 系統들 중에 PVY-VN, PVY-N, PVY-NSNR, PVY-Chile 및 PVY-Argentina 등은 잎

담배 품종 NC 2326에서 괴저병징을 나타냈으며 이 외 系統들은 葉脈緣帶 또는 mottling 병징을 나타냈다.

NC 95에서는 PVY-MSMR에 의해 괴저병징을, 이 외 系統들에 대해서는 葉맥늑대 또는 mottling 병징을 나타냈다.

Havana에서는 PVY-NSNR, PVY-MSNR, PVY-VB 등에 의해 mottling 병징을, PVY-Chile 및 PVY-Argentina에 의해 괴저병징을 나타냈으나 이외의 系統들에 대해서는 병징이 나타나지 않았다.

NC 744에서는 PVY-MSNR, PVY-MSMR에 의해 mottling 병징을, PVY-Chile 및 PVY-Argentina에 의해 괴저병징을 나타냈으며 이외의 系統들에 대해서는 병징을 나타내지 않았다.

*N. repanda*에서는 PVY-Argentina에 의해 괴저반응을, PVY-VN 및 PVY-C에 대해서는 병징을 나타내지 않았으며 이외의 系統들에 대해서는 mottling 병징을 나타냈다.

引 用 文 獻

1. Bawden, F. C. and B. Kassanis. 1947. The behavior of some naturally occurring strains of potato virus Y. *Ann. Appl. Biol.* 34: 503-516.
2. Bokx, J. A. de. 1961. Host plants of the potato virus Y^N (Tobacco vein necrosis virus). *T. Pl. - Ziekten* 67: 273-277.
3. Bokx, J. A. de. 1972. *Viruses of potatoes and seed-production*, 233pp., Pudoc. Wageningen, The Netherlands.
4. Bokx, J. A. de. and H. Huttinga. 1981. C.M.I. / A.A.B. *Descriptions of plant viruses*, Potato virus Y, No. 242.
5. Calvert, E. L., P. Cooper and J. McClure. 1980. An aphid transmitted strain of PVY^C recorded in potatoes in northern Ireland. *Record of Agricultural Research, N. Ireland*, 28: 63-74.
6. Fulton, R. W. 1979. *Nicotianas as experimental virus hosts*. In: *Nicotiana*, p. 79-86, Tech. Bull. No. 1586, U.S.D.A.
7. Gooding, G. V. Jr. and S. A. Tolin. 1979. Strains of potato virus Y affecting flue-

- cured tobacco in the southeastern United States. *Plant Dis. Repr.* 57:200-204.
8. Johnson, M.C. and T.P. Pirone. 1982. Evaluation of tobacco introduction 1406 as a source of virus resistance. *Phytopathology* 72:68-71.
 9. Kahn, R.P. and R.L. Monroe. 1963. Detection of tobacco veinal necrosis strain of potato virus Y in *Solanum cardenasii* and *S. andigenum* introduced into the United States. *Phytopathology* 53:1356-1359.
 10. Klinkowski, M. and K. Schmelzer. 1957. Beitrage zur Kenntnis des Virus der Tabakrippenbräune. *Phytopath. Z.* 28 : 285-306.
 11. Klinkowski, M. and K. Schmelzer. 1959. A necrotic type of potato virus Y. *Am. Potato J.* 37:221-228.
 12. Koelle, G. 1961. Genetische Analyse einer Y-Virus-(Rippenbräune) resistenten Mutante der Tabaksorte Virgin A. *Zuchter* 31:71-72.
 13. Köhler, E. 1955. Weitere Beiträge zur Kenntnis des Y-Virus der Kartoffel. *Phytopath. Z.* 23:328-334.
 14. Makkouk, K.M., and D.J. Gumpf. 1976. Characterization of potato virus Y strains isolated from pepper. *Phytopathology* 66:576-581.
 15. Silberchmidt, K.M. 1959. Type of potato virus Y necrotic to tobacco: history and recent observation. *Am. Potato J.* 37: 151-159.
 16. Smith, K.M., and R.W.G. Dennis. 1940. Some notes on a suspected variant of *Solanum virus 2* (Potato virus Y). *Ann. Appl. Biol.* 27:65-70.
 17. Yamamoto, Y. 1982. Current status of the breeding of potato virus Y resistant tobacco and the agronomic characteristics of the new varieties. *Iwata Tob. Exp. Stn. Report* 14:29-57.