

담배(Burley 21) 포장에서 mineral oil 처리에 의한 감자바이러스Y(PVY-VN) 방제

채순용^{*} · 김상석¹ · 김영호² · 박은경

한국인삼연초연구원, ¹한국담배인삼공사, ²서울대학교 농업생명과학대학
(2001년 11월 12일 접수)

Control of Potato Virus Y (PVY-VN) with Mineral Oil Treatment in Tobacco Burley 21 Fields

Soon-Yong Chae, Sang-Seock Kim¹, Young-Ho Kim², Eun-Kyung Park

Korea Ginseng and Tobacco Research Institute, Daejeon 305-345, Korea,

¹*Korea Tobacco & Ginseng Corporation, Daejeon 306-712, Korea*

²*College of Agriculture & Life Sciences, Seoul National University*

(Received November 12, 2001)

ABSTRACT : The effect of mineral oil treatment in Burley 21 tobacco field on the control of potato virus Y(PVY-VN) mostly transmitted by green peach aphid(*Myzus persicae* Sulzer) in nature was studied and the virus infection in some plants including potato, pepper, bramble, radish, etc near the tobacco fields as a virus infection source was tested by capillary tube precipitation test with PVY-antibody and bioassay in Xanthi-nc tobacco. The main source of PVY-VN infection in tobacco field in Korea was potato(ca. 40% of test plants infected). Pepper and bramble were also infected by PVY-VN. The control level of PVY-VN infection by treatment of 0.75% liquid mineral oil with 3% nonionic emulsifier to the plants was 84.8% in case of the artificial transfection with a infected apterous aphid in laboratory. However, the reduction of PVY-VN disease severity in tobacco fields treated with mineral oil at late June was only 35.5%. These results suggest that mineral oil treatment is not so effective for the protection of aphid-born virus(PVY-VN) infection in tobacco fields.

Key words : PVY-VN, mineral oil, Tobacco plants, Aphid

담배포장에서 발생하는 potato virus Y(PVY-VN)는 주로 복숭아혹진딧물 (*Myzus persicae* Sulzer)에 의해 매개되며, 진딧물은 식물체의 잎에서 즙액을 흡즙하여 식물에 직접적인 피해를 줄뿐만 아니라 그 배설물로 인하여 식물상품으로서의 질을 떨어뜨리거나 그을음병을 유발시켜 각종 농작물에 많은

피해를 준다(Simons, 1969; Lampert 등, 1990; Reed와 Semtner, 1992). 따라서 담배가 PVY-VN에 감염되면 양적인 감소는 물론 질적으로도 많은 피해가 초래되어 원료 잎담배 생산을 저해하는 주요한 요인이 되고 있다.

PVY의 전염은 Broadbent와 Marthini(1959)에 의

*연락처 : 305-345 대전광역시 유성구 신성동 302 번지, 한국인삼연초연구원

*Corresponding author : *Korea Ginseng and Tobacco Research Institute, 302 Shinseong-Dong, Yusong-Gu, Daejeon 305-345, Korea*

하면 50마일 이상 멀리 떨어진 감자밭으로부터도 PVY의 전염원이 유래하며 주변 잡초를 경유하여 고추와 토마토에 전염이 가능하다고 하였다. 특히 복숭아혹진딧물에 의한 PVY의 전염 기작을 살펴보면, 진딧물이 수 초 이내에 PVY 전염원을 보독하여 진딧물 체내에서 수 초 내지 수 분 이내에 다른 식물로 전염시키는 비영속성 aphid-borne plant virus이기 때문에 담배포장 근처의 PVY에 이병된 식물은 담배포장으로의 중요한 PVY-VN 전염원이 된다(Broadbent, 1957; Powell 등, 1995). 그리고 잡초나 다른 식물포장으로부터 담배포장으로 이입되는 유시충에 대한 살충제 처리도 PVY의 감염율을 낮추거나 바이러스 발생을 지연시키는데는 실질적인 효과가 적다(Broadbent, 1957; Regan 등, 1979; Tappan, 1978; Ferro 등, 1980; Raccach, 1986; Lowery와 Boiteau, 1988; Pirone, 1988). 담배포장에서의 PVY-VN 발병은 포장내에서 가장 많이 존재하는 복숭아혹진딧물에 의해서 주로 매개됨에 따라 비래 시기와 밀도가 PVY-VN의 발병정도와 밀접한 관계를 가지고 있다(Broadbent와 Martini, 1959; 손과 송, 1994).

근래에는 국내외적으로 담배를 비롯하여 각종 작물의 병해충 방제 전략이 점차 유기합성 농약의 사용을 줄이고, 생태계에 보다 안전하고 예방적이며 선택적인 방법을 개발하여 응용하는 추세로 변하고 있다. Bradley(1963)와 Dewijs 등(1979)은 mineral oil 처리에 의해 진딧물 매개충에 의한 비영속성 바이러스의 전염과 흡즙이 저해된다고 하였으며, 한편 고추에서 비영속성 바이러스 방제를 위해 oil을 처리하였을 때 실험실 조건에서와 pot 실험에서 모두 효과가 있었다고 보고된 바 있다(Simons, 1982). 그리고 Simons 등(1977)은 도포된 oil은 표피 세포의 anticlinal wall에 주로 축적되는데 이것이 진딧물의 stylet의 삽입 과정을 저해하여 stylet-borne 바이러스의 감염을 억제한다고 하였다.

따라서 본 연구에서는 담배 포장에서의 종합적인 PVY-VN 방제 방법을 확립하기 위한 기초자료를 얻기 위하여 담배 재배산지에서 PVY-VN 전염원을 조사하고, 담배포장에서 살충제를 사용하지 않고 PVY-VN 발병율을 감소시키거나 발병시기를 지연시키기 위한 방법으로 담배에 mineral oil을 처

리하여 복숭아혹진딧물에 의한 PVY-VN 전염 억제 효과를 조사하였다.

材料 및 方法

PVY-VN 전염원 및 감자밭 PVY-VN 감염을 조사

감자바이러스 병이 만연하고 있는 전북 완주군 이서면의 담배포장 주변에서 감자바이러스병과 유사한 증상을 보이는 산딸기, 잡초 등과 충북 괴산군 불정면 하문리 황색종 재배산지 일대 PVY-VN 발생지역의 주변에서 감자, 고추, 들깨, 썩 등을 채집하였다. 채집된 각각의 시료를 0.01M Tris-buffer와 1 : 6(W/V)의 비율로 넣고 마쇄한 다음 8,000rpm(한일 Microcentrifuge)에서 10분간 원심분리하여 상등액을 항원으로 사용하였다. Capillary tube(1.1×75mm)에 항원·항체 침강반응법(Gooding, 1975)에 따라 PVY-VN 항혈청을 사용하여 교반하면서 37℃에서 30분간 반응시킨 후 침강 반응 여부를 해부현미경으로 조사하였다. 감자는 초기 병증의 육안판별이 어렵기 때문에 PVY-VN 이병을 확인하기 위하여 잎담배가 피복비닐 밖으로 노출되기 전에 감자 잎을 각각 채집하여 상기 방법으로 반응 여부를 조사하였다. 또한 양성반응을 나타낸 시료는 담배 *Nicotiana tabacum* cv. Xanthi-nc. 유묘에 접종하여 PVY-VN 병증의 발현 유무를 확인하는 생물학적 검정 방법을 병행하여 실시하였다.

Mineral Oil 처리에 의한 PVY-VN 방제 실험

Mineral oil (light white oil, Sigma사)의 농도(0.75%, 1.5%, 3%) 및 유화제(NK-127Y) 농도(1%, 3%, 5%)별로 온실내 잎담배(Burley 21) 유묘(7~8엽의 묘)에 분무 처리하여 약해 유무를 3주 경과 후에 조사하였다. 온실에서 포트에 심은 담배(Burley 21)에서의 복숭아혹진딧물에 의한 PVY-VN 전염정도를 조사하기 위해 0.75% mineral oil(유화제 4% 함유)을 담배(7~8매묘) 잎에 고루 살포하고 1일 후에 PVY-VN 보독 무시충을 주당 1마리씩 접종하였다. 접종 24시간 경과 후에 살충제를 처리하여 진딧물을 제거하였으며, 접종 2~3주 후에 PVY-VN 병증 발현을 조사하였다. 포장실험은 1993년도 PVY-VN에 의해 피해가 극심한 전북

완주군 이서면 일대의 감자밭과 인접되어 있는 담배포장을 선정하여 시험포장을 15이랑씩 6 등분하여 5월 19일, 5월 27일, 6월 3일, 6월 10일과 6월 17일에 5회에 걸쳐 0.75% mineral oil을 분무 살포하였고, 바이러스병 발생 조사는 처리구와 무처리구로 나누어 처리구별 전체 식물체의 병증 유무를 6월 8일과 6월 25일에 조사하였다. PVY-VN 발병율은 발병 초기(6월 8일)에 있어서는 PVY-VN 병증의 유무에 따른 감염 여부만을 조사하였고, PVY-VN 발병 최대발생기(6월 25일)에는 병증 발현 정도에 따라 구분하여 조사하였다. 즉 담배 잎에 병증이 보이지 않는 것, 수확엽의 1/5 이하에 병증이 나타나는 것, 1/5~2/5 정도 병증이 나타난 것, 그리고 3/5 이상 병증이 나타난 것을 각각 지수 0, 1, 3, 5로 하여 지수별로 포장내 전 개체를 모두 조사하였다.

結果 및 考察

담배포장 주변의 PVY-VN 전염원 조사

담배포장에서 복숭아혹진딧물에 의해 전파되는 PVY-VN 발생의 전염원을 알아보기 위하여 담배포장 주변에서 PVY-VN 이병 증상을 보이는 식물

Table 1. PVY-VN infection of herbal plants and weeds around Burley 21 tobacco fields.

Plant names	No. of observed	No. of positive reaction*	Remarks
Potato	71	30	PVY-VN
Pepper	3	2	mixed infection with TMV
Bramble	15	9	nonspecific reaction
Radish	3	0	CMV
Horse weed	2	0	
Green perilla	4	0	
Mug wort	8	0	
Others plants	18	0	

* Infection was determined by capillary tube test with PVY-VN antiserum and *in vivo* bioassay using tobacco(*Nicotiana tabacum* cv. Xanthi-nc.).

을 채취하여 PVY-VN의 감염 여부를 조사한 결과는 Table 1에서 보는 바와 같다. PVY-VN 항혈청에 대한 양성 반응은 감자, 고추, 산딸기 등 3종의 식물에서 나타났으나, 산딸기는 TMV 항혈청과도 같은 반응을 보이는 비특이적인 반응을 보여 PVY-VN 감염에 의한 반응이 아닌 것으로 생각되었다. 그리고 고추의 경우에는 TMV와 복합 감염되어 있었고, 무는 심한 모자이크 증상을 보였는데 cucumber mosaic virus(CMV)에 감염되어 있는 것으로 나타났다. 그러나 망초, 들깨, 쑥 등 다른 야생 잡초에서는 PVY-VN가 발병하지 않았으므로 담배포장으로의 PVY-VN 전염원은 아닌 것으로 사료되며 주요 전염원은 감자와 고추인 것으로 생각된다.

감자밭의 PVY-VN 감염주율

담배포장에 인접한 감자밭의 PVY-VN 감염주율을 혈청학적 조사와 담배(*Nicotiana tabacum* cv. Xanthi-nc.)를 이용한 생물학적 검정에 의해 조사한 결과는 Table 2와 같다. 감자포장 A 에서는 5월 2일에는 이병율이 9.6%에서 5월 27일에는 27.8%로 증가되었고, 포장 B 에서는 5월 20일과 6월 2일의 조사에서 PVY-VN 감염주율이 각각 2.3%에서 19%로 증가하였으며, 포장 C의 경우에는 6월 2일에는 PVY-VN 감염주율이 8%이었으나 2주일 후(6월 17일)에는 73%로 급격히 증가하였다. 이러한 결과는 5월 상순에 복숭아혹진딧물 유시충의 비래 증가와 더불어(Chae 등, 1994) 감자 포장 내에서의 이병율의 증가가 매개 유시진딧물의 밀도 증가와 관련되어 인접한 담배포장으로 PVY-VN의 확산 전염의 주요한 요인으로 작용하는 것으로 생각된다. 따라서 PVY 발병 초기에 감자밭에서 이병율이 10% 정도로 나타남으로 담배에 있어서 초기 PVY-VN 감염을 방지하기 위해서는 감자로부터의 전염을 차단하여야 할 것으로 사료된다.

그리고 바이러스 매개 진딧물들은 비영속성 바이러스의 종류에 따라 매개율이 다르지만 그들 중 *M. persicae*가 상대적으로 다른 진딧물에 비해 높은 매개율을 보이고(Day와 Irzykiewicz, 1954), 담배 포장으로 이입되는 유시진딧물 중에는 복숭아혹진딧물(*Myzus persicae*)이 대부분을 차지하고 있다(Chae 등, 1994). Van Hoof(1980)도 담배에서

Table 2. PVY-VN infection rates in the potato fields adjacent to Burley 21 tobacco fields in 1992 and 1994.

Potato fields	PVY-VN infection rates (%)					Year
	May, 2	May, 20	May, 27	June, 2	June, 17	
A	9.6	-	27.8	-	-	1994
B	-	2.3	-	19	-	1992
C	-	-	-	8	73	1992

- Determined by capillary tube (1.1×75mm) test with PVY-VN antiserum and *in vivo* bioassay with tobacco(*Nicotiana tabacum* cv. Xanthi-nc.).

PVY-VN 매개시험에서 *M. persicae*를 비롯한 12종류의 진딧물들이 바이러스를 매개하였는데 그 중에서 *M. persicae*와 *M. certus*가 감자바이러스 Y의 매개율이 높았다고 보고한 바 있고 진딧물은 바이러스에 감염된 기주 식물로부터 수 분 이내에 바이러스를 흡즙 보독하여 새로운 식물에 전염시킬 수 있기 때문에(Bradley 와 Ganong, 1965) 담배포장에서 효율적인 PVY-VN 방제 전략의 수립 시에는 시기에 따른 PVY-VN 전염원의 크기나 위치와 PVY-VN 매개충의 동태뿐만 아니라 감자밭 자체의 PVY-VN 전염원의 확산 방지와 담배포장으로의 이입을 감소시키기 위하여 감자밭에 살충제를 처리함으로써 감자밭의 진딧물을 제거하는 것이 매우 중요하리라고 생각된다.

Mineral Oil 처리에 의한 PVY-VN 방제 실험

복숭아혹진딧물의 PVY-VN 매개 저지 효과를

조사하기 위하여 0.75%, 1.5%, 3% 농도의 mineral oil을 담배(Burley 21)의 잎에 처리하여 농도에 따른 식물의 약해를 조사한 3% 농도 처리구에서는 잎 주변이 약간 주름이지고 반점이 생기는 약해가 나타났으며 1.5%와 0.75% 농도 처리구에서는 약해가 나타나지 않았다. 따라서 담배 식물에 약해가 없는 0.75%의 mineral oil과 3~5%의 비이온성 유화제 비율이 가장 적절한 것으로 판단되었다(Table 3).

실험실 내에서 PVY-VN에 감염된 Burley 21 이병 잎에서 흡즙 보독시킨 복숭아혹진딧물 무시 성충을 한 마리 씩 건전한 Burley 21 유묘기 담배 식물체에 옮겨 PVY-VN을 접종한 결과 대조구에서는 이병율이 21.7%로 나타났으나, 0.75% mineral oil을 처리한 담배에서는 이병수가 단 3.3%로 mineral oil 처리구에서는 84.8%의 방제가를 보였다 (Table4). 이러한 mineral oil 처리에 의한 PVY 감

Table 3. Plant toxicity and emulsification of mineral oil and emulsifier treated on Burley 21 tobacco plants.

	Emulsifier(NK-127Y) ¹⁾			Mineral oil ²⁾		
	1 %	3 %	5 %	0.75 %	1.5 %	3%
Plant toxicity	-	-	-	-	-	+
Emulsification	+	++	+++			

1) Density of emulsifier (polyoxyethylen alcohol) in mineral oil, + : weakly emulsified, ++ : moderately emulsified, +++ : strongly emulsified.

2) Liquid mineral oil with 3% nonionic emulsifier ; - : not plant toxicity, + : plant toxicity.

담배(Burley 21) 포장에서 mineral oil 처리에 의한 감자바이러스Y(PVY-VN) 방제

Table 4. Reduction of PVY-VN infection to Burley 21 tobacco treated with 0.75% liquid mineral oil in 3% nonionic emulsifier.

Treatments	No. of inoculated	No. of infected	Infected rates (%)	Reduction of infection
Not treated	60	13	21.7	-
Oil treated	60	2	3.3	84.8 %

- Tobacco(Burley 21) was treated with 0.75% mineral oil and then infected by a apterous *M. persicae* after one day.
- For virus transmission, aphids acquisition feeding on PVY-infected tobacco(Burley 21) leaves for 20~30 seconds after were starved for 2 or 3 hours were placed on the upper leaves(1 aphids per plant) of tobacco Burley 21 treated with 0.75% mineral oil, and killed by spraying aphicide in next day.
- The symptom was observed 3 weeks after inoculation.

염억제 효과는 mineral oil을 잎 표면에 처리함으로써 oil에 의한 직접적인 전염 차단과 잎 표면에서 oil의 반사로 인한 진딧물의 기피로 인하여 진딧물 매개 바이러스의 방제효과가 나타나는 것으로 알려져 있다(Bradley 등, 1962; Simons, 1982).

담배포장에서 mineral oil을 처리하여 PVY-VN 전염 억제 효과를 알아보기 위하여 PVY-VN 감염율이 20% (5월19일)인 감자밭(Chae 등,1994)이 인접한 담배포장에 유시진딧물이 유입되기 시작하는 5월 19일, 27일, 6월 3일에 걸쳐 0.75% mineral oil을 3회 처리하여 PVY-VN 발병율을 비교하여 본 결과는 Table 5와 같이 PVY-VN 발병 초기인 6월 8일 조사에서는 무처리구에서 2.9%, mineral oil 처리구에서 5.6%로 나타나 mineral oil 처리에 의한 PVY-VN 방제효과가 거의 나타나지 않았다. 그러나 PVY-VN 발생 최성기인 6월 25일에는 발병정도가 mineral oil을 처리한 포장에서는 22.2%, 처리

하지 않은 대조 포장에서는 34.4%로서 약 12%의 차이를 보여 mineral oil 처리에 의한 PVY-VN 방제효과는 약 36%로서 나타났다(Table 6).

Toscano 등(1979)은 호박포장에 aluminum foil과 white plastic을 처리하여 복숭아혹진딧물의 이입율을 각각 96%와 68% 감소 효과를 보였으나, 일주일에 2회 씩 mineral oil을 처리한 포장에서는 17~33%의 감소 효과만을 보여 mineral oil 처리에 의한 watermelon mosaic 바이러스의 확산 방지는 비록 초기에는 효과가 있었으나 식물이 매우 빠르게 성장하는 시기에는 그 효과가 감소하여 말기에는 23-36%의 감소 효과만을 가져왔다고 하였고, Gooding 과 Lapp(1981)은 황색종 담배에서 mineral oil 처리 효과에 대하여 oil 처리에 의해 식물의 약해 없이 8~9%의 PVY-VN의 전염이 감소하였음을 보고하였는데 이러한 결과는 본 실험 결과와 유사하였다. 그리고 담배포장에서 매우 왕성한 시기가

Table 5. PVY-VN infection in Burley 21 tobacco fields treated with mineral oil¹⁾ on June 8th, 1993.

Field	Oil treatment	Total No.	Infected plant No.	Infected rate
Burley 21 tobacco	Not treated	307	9	2.9 %
	Treated ²⁾	468	26	5.6 %

1) 0.75% liquid mineral with 3% nonionic emulsifier.

2) Oil treated on May 19, 27 and June 3.

Table 6. PVY-VN disease severity at Burley 21 tobacco fields treated with mineral oil on June 25th, 1993.

Field	Mineral oil ¹⁾	Total No.	No. of Disease index ²⁾				Disease severity ³⁾	Reduction of infection
			0	1	3	5		
Burley 21 tobacco	Not treated	306	120	53	96	37	34.4%	-
	Treated ³⁾	605	358	88	106	53	22.2%	35.5 %

1) 0.75% liquid mineral with 3% nonionic emulsifier.

2) Disease index : scored on July 1st by visual estimation of yield reduction.

0 : no visual symptom, 1 : less than 1/5 leaves damaged,

3 : 1/5~2/5 leaves damaged and 5 : more than 3/5 leaves damaged.

3) Disease severity = $\frac{\sum(\text{disease index} \times \text{no. of plants diseased})}{\text{Total no. of plants} \times 5} \times 100$

4) Oil treated on May 19, 27, June 3, 10, 17.

므로 실제로 mineral oil을 식물체 전체에 골고루 살포하는 일은 매우 어렵고 많은 주의를 요하기 때문에 실용적인 측면에서 mineral oil 처리만으로는 담배포장에서의 PVY-VN 방제 효과는 미흡하다고 사료된다.

그리고 감자는 담배보다 일찍 포장에서 재배되고, 고추는 담배보다 늦게 재배되기 때문에 실제적으로 담배의 PVY-VN 전염원은 전적으로 감자일 가능성이 높다. 궁극적으로 효과적인 PVY-VN의 방제를 위해서는 PVY-VN 저항성 담배 품종을 개발 보급하거나 담배포장 주변 감자밭에 PVY-VN 무병 감자를 식재하여 PVY-VN 전염원을 근본적으로 제거하는 것이 실효성이 있을 것이다. 그렇지 못한 상황에서는 차선책으로 담배포장으로 진딧물이 비래하기 이전에 감자밭의 진딧물들을 조기 방제와 더불어 mineral oil이나 aluminum foil 등의 물리적인 방법 등을 이용한 체계적이고 종합적인 방제 방법을 활용하는 방안이 강구되어야 할 것으로 생각된다.

결 론

담배 (Burley 21)포장에서 복숭아혹진딧물(*Myzus persicae*)에 의해 많이 발생하는 감자바이러스 (PVY-VN)의 발병율을 줄이기 위하여 담배포장에

mineral oil을 처리하여 이에 따른 담배의 PVY-VN 방제 효과를 알아보았다. 담배포장에 대한 복숭아혹진딧물 매개 바이러스인 PVY-VN의 주요 전염원은 감자밭인 것으로 확인되었다. 3% 유화제가 포함되어 있는 0.75% mineral oil을 처리한 담배 (Burley21)에서 처리하지 않은 대조구에 비해 84.8%의 방제가를 보였으나, 담배포장에서는 0.75% mineral oil 처리에 의한 진딧물 매개 바이러스인 PVY-VN의 감염 억제 효과는 35.5%로 미약하게 나타났다. 따라서 담배포장에서의 진딧물 매개 바이러스인 PVY-VN의 효율적인 방제는 담배포장 주변의 전염원을 제거하거나, 포장으로 진딧물이 비래하기 전에 감자밭의 진딧물들을 조기에 방제함으로써 가능할 것으로 생각된다.

참 고 문 헌

1. Bradley, R. H. E.(1963) Some ways in which a paraffin oil impedes aphid transmission of potato virus Y. Can. J. microbiol. 9:369-80.
2. Bradley, R. H. E. and R. Y. Ganong(1955) Evidence that potato virus Y is carried near the tip of the stylets of the aphid vector *Myzus persicae* (Sulz.) Canadian Jour. Microbiol. 1:775-82.

3. Bradley, R. H. E., C. V. Wader, and F. A. Wood(1962) Aphid transmission of potato virus Y inhibited by oils. *Virology* 18:327-328.
4. Broadbent, L.(1957) Insecticidal control of the spread of plant viruses. *Ann. Rev. Entomol.* 2:339-354.
5. Broadbent, L. and C. Martini(1959) The spread of plant viruses. *Adv. Virus Res.* 6:94-130.
6. Chae, S. Y., S. S. Kim, and E. K. Park (1994) Effects of Polyethylene Net Barrier on the Control of Aphid-borne Potato Virus Y in Tobacco. *J. Kor. Soc. Tobacco Science.* 16:84-89.
7. Day, M. F. and H. Irzykiewicz(1954) On the mechanism of transmission of non-persistent phytopathogenic viruses by aphids. *J. Biol. Sci.* 251-273.
8. Dewijs, J. J., E. Strum, and F. J. Schwinn (1979) The viscosity of mineral oils in relation to their ability to inhibit the transmission of stylet-borne viruses. *Neth. J. Pl. Path.* 85:19-22.
9. Ferro, D. N., J. D. Mackenzie, and D. C. Margolies(1980) Effect of mineral oil and insecticide on field spread of aphid-borne maize dwarf mosaic virus in sweet corn. *J. Econ. Entomol.* 73:730-735.
10. Gooding Jr., G. V.(1975) Serological identification of tobacco viruses. *Tobacco Science* 19:127-130.
11. Gooding Jr., G. V. and N. A. Lapp(1981) Effect of JMS Stylet-oil on the incidence of potato virus Y in flue-cured tobacco. *Tobacco Science* 25:106:107.
12. Lampert, E. P., H. A. Smith, and G. V. Gooding, Jr.(1990) Transmission of potato virus Y and tobacco etch virus by red and green color forms of *Myzus nicotianae* Blackman. *Tobacco Sci.* 34:1-3.
13. Lowery, D. T. and G. Boiteau, 1988. Effect of five insecticides on the probing, walking, and settling behavior of the green peach aphid and the buckthorn aphid (Homoptera: Aphididae) on potato. *J. Econ. Entomol.* 81: 208-214.
14. Pirone, T. P.(1988) Suppression of aphid colonization by insecticides: Effect on the incidence of potyviruses in tobacco. *Plant Disease* 72:350-353.
15. Powell. G., J. Hardie, and J. A. Pickette (1993) Effects of the antifeedant polygoidal on plant penetration by aphids, assessed by video and electrical recording. *Entomol. Exp. appl.* 68: 193-200.
16. Raccah, B.(1986) Nonpersistent viruses : Epidemiology and control. *Adv. Virus Res.* 31:387-429.
17. Reed, T. D. and P. M. Semtner(1992) Effects of Tobacco Aphid (Homoptera: Aphididae) populations on flue-cured tobacco production. *J. Econ. Entomol.* 85(5):1963-1971.
18. Regan, T. E., G. V. Gooding, Jr., and G. G. Kennedy(1979) Evaluation of insecticides and oil suppression of aphid-borne viruses in tobacco. *J. Econ. Entomol.* 72:538-540.
19. 손준수, 송유한(1994) 복숭아혹진딧물의 유시충과 무시충의 생태적 특성. *한국연초학회지* 16:113-121.
20. Simons, J. N.(1969) Differential transmission of closely related strains of potato virus Y by the green peach aphid and the potato aphid. *J. Econ. Entomol.* 62:1088-1096.
21. Simons, J. N.(1982) Use of oil sprays and reflective surfaces for control of insect-transmitted plant viruses. Harris, K. F. and Maramorosch, K. eds. In : Pathogen, vectors, and plant disease: Approaches to control. pp.71-93. Academic press. New York.
22. Simons, J. N., D. L. McLean, and M. G. Kinsey,(1977) Effects of mineral oils on probing behavior and transmission of stylet-

- borne virus by *Myzus persicae*. J. Econ. Entomol. 70:309-315.
23. Tappan, W. B.(1978) Chemical control of the green peach aphid to prevent PVY dissemination on florida tobacco. Tobacco Science 128-129.
 24. Toscano, N. C., Wyman, K. Kido, H. Johnson, Jr., and K. Mayberry(1979) Reflective mulches foil insects. California Agriculture August. 17-19.
 25. Van Hoof, H. A.(1980) Aphid vector of potato virus Y^N. Neth. J. Pl. Path. 159-162.