

## 감자 바이러스의 발생과 방제대책

함 영 일\*

고령지농업시험장

우리 나라에 감자가 처음 전래된 것은 두 가지 설이 있는데, 1824년(순조 24년) 만주를 통해서 들어 왔다는 설과 화란의 식민지였던 남방에서 도입되었다는 설이 있으나, 감자가 북서(北薯)로 불렸던 것과 몇 가지 서적기록에 나타난 사실로 보아 북방으로부터의 전래설이 유력하며 주로 북부산간 지대에서 재배되었으나 1960년대까지는 재배와 이용이 보편화되지 못하였다.

재배면적의 년도별 추이를 보면 1965년부터 1970년말까지 60~50만 ha에 단수는 ha당 10 MT 내외였으며 총생산량도 60만 MT 내외였으나 '80년대부터 현재까지 현저이 줄어 25만 ha 내외까지 줄어들었다. 단수의 급격한 증가로 과거에 비해 면적은 1/2~1/3로 줄었으나 생산량은 비슷한 실정으로 아직도 선진외국의 30~40 MT/ha에 비하면 상당히 낮은 편으로 개선의 여지가 많다고 하겠다. 그러나 감자는 저칼로리의 알칼리성 식품으로 기호도가 높은 작물이어서 선진국에서는 다이어트 식품으로 또한 후진국에서는 식량문제 해결의 전략적인 식품으로 중요성이 강조되고 있으며 최근 우리나라에서도 소비량이 증가 추세에 있으며, 특히 가공 산업은 상당히 빠른 속도로 발전하고 있다. 가공제품의 소비량 증가를 보면 90년도에 3만 MT 정도였던 것이 '94년에는 무려 8배인 24만 MT으로 급증하고 있는 실정이며, 앞으로도 전망은 밝다고 하겠다.

하지만 생산면에서 보면 아직도 선진국의 60~80% 수준으로 현저히 낮은 실정이다. 생산성이 낮은 이유로는 품종, 기상과 토양환경, 재배법 등 여러 가지가 있겠으나 씨감자 갱신율이 20% 내외로 무병종서를 매년 사용재배하여야 하나 종서의 부족으로 병해충 특히 바이러스에 이병된 씨감자를 재배하는 것이 가장 중요한 요인이라고 생각된다.

감자는 과수, 정원수, 딸기 등과 같이 유전자형이 영양번식 수단으로 유지되므로 종자번식 작물과는 아주 다른 병방제 방법을 사용해야 한다. 따라서 오래전인 19세기말부터 무병씨감자를 공급하기 위해 보증제도(elaborate program)를 도입하여 나라마다 바이러스병 발생을 극소화하기 위한 노력을 현재까지 경주하고 있다. 현재 씨감자를 생산하는 여러나라에서는 각 나라마다 씨감자 생산체계(Seed potato program)를 가지고 있다(11). 우리 나라는 1961년 처음 보급종과 원종을 생산하기 시작하였으며 그후 여러 번에 걸쳐 씨감자 생산 체계가 수정되어 현재까지 유지되고 있다(Table 1). 그러나 1960년대와 1970년대에는 주로 씨감자 공급량의 확대에 역점을 두어 바이러스병 방제에는 여러 가지로 미흡하다. 1970년과 1980년대 후반에 바이러스병이 대발생하여 종서 공급의 차질은 물론 농가에 상당한 피해를 입힌 적도 있으나(1), 현재는 비교적 이병율이 낮은 종서를 안정적으로 생산하고 있으나(Table 7) 아직도 수요량에는 크게 못미치고 있는 실정이다.

Table 1. National seed potato production system

Generation	Grade	Agency	Methodology
1	Tissue culture (Mother)	AAES <sup>a</sup>	Meristem culture Multiple shoot culture Microtuberisation <i>in vitro</i> Virus test by EM <sup>d</sup> and AS <sup>e</sup>
2	Basuc	AAES	Multiplication in glasshouse Virus test by EM & AS
3	Elite I	AAES	Planting clones in units under nethouse Virus test by visual and AS Tuber indexing in winter test
4	Foundation	KPSF <sup>b</sup>	Unit planting under nethouse Reguing out
5	Registered	KPSF	Same as above
6	Certified	OSPD <sup>c</sup>	Same as above

<sup>a</sup> AAES : Alpine Agricultural Experiment Station, <sup>b</sup> KPSF : Kangwon Provincial Seed Farm, <sup>c</sup> OSPD : Office of Seed Production and Distribution, <sup>d</sup> EM : Electron Microscope, <sup>e</sup> AS : Anti-serum.

이 글에서는 우리 나라 감자에 발생하는 바이러스의 피해, 방제대책을 채종체계와 함께 무병종서 생산의 현황과 문제점을 파악하고 아울러 개선하여야 할 점을 서술하고자 한다.

## 바이러스의 종류

감자에 발생하는 바이러스는 Potato virus X(PVX), Potato virus Y(PVY), Potato leafroll virus(PLRV), Potato virus S(PVS), Alfalfa mosaic virus(AMV), Tobacco rattle virus(TRV), Cucumber mosaic virus(CMV) 등 40여종이 보고되어 있다. 그 중에서 중요한 것은 PVX, PVM, PVS, PVY, PLRV와 비로이드인 PSTV 등 6가지이며 현재 제일 발생이 심하고 문제되는 것은 접촉전염하는 PVX와 진딧물 전염하는 PVY와 PLRV 등 3가지이며 현 채종단계에 주로 발생하는 바이러스는 PLRV와 PVY가 대부분을 차지한다(Table 2).

### 1. 감자 잎말림 바이러스(Potato leafroll virus, PLRV)

Luteovirus group에 속하는 바이러스로 *Myzus persicae* 등 몇 가지 진딧물에 의해 영속적으로 전염(Persistent type transmission)되는 순환형(circulative) 바이러스로 입자의 직경이 23 nm인 구상(isometric)이다. 전세계 감자 재배하는 곳이면 어디에서나 볼 수 있으며 피해가 가장 큰 바이러스병으로 기주범위는 비교적 좁은 편으로 담배, 페추니아, 파리, 독말풀 등의 가지과 작물과 비가지과 작물인 맨드라미 등이며 현재까지 알려진 자연기주로는 감자, 토마토, 냉이 등이 알려져 있을 따

Table 2. Methods of transmission of virus and viruslike pathogens in potato

Pathogen	Mechanical transmission	Vectors
PLRV	-	Aphids(P) <sup>a</sup>
PVY	+	Aphids(N)
PVA	±	Aphids(N)
PVX	+	-
PVS	+	Aphids(N)
PVM	+	Aphids(N)
TRV	±	Aphids(N)
PSTV	+	-
MLO	-	Leafhoppers

<sup>a</sup>P : persistent transmission, N : non-persistent transmission.

름이다. 우리 나라에서도 발생과 피해가 가장 큰 바이러스로(5-10)서 본병에 의한 수량감소는 이병 시기, 품종 등에 따라 다르나 50~80% 정도로 보고한 바 있다(Fig. 1) (2).

### 2. 감자 Y 바이러스(Potato virus Y, PVY).

Potyvirus group에 속하는 바이러스로 *Myzus persicae* 등 40여종의 진딧물에 의해 비영속형전염(Non-persistent type transmission)을 하며 입자의 크기는 730×11 nm로, 사상(flexuous rod)이다. 이 바이러스 역시 전세계 감자재배하는 곳이면 어디에서나 볼 수 있으며 PLRV 다음으로 피해가 크고 발생도 많다. 기주범위는 비교적 넓어서 여러 종류의 가지과 식물들과 명아주과와 콩과 식물들이 포함되며 포장에서는 이병감자와 담배 등이 중요한 전염원이다. 주로 3가지 계통(O, N, C)으로 나누어지며, PVX와 중복 감염이 되면 상승작용(Synergistic effect)에 의해 보다 심한 증상(rugose mosaic)을 보이며 보통 가벼운 증상의 것은 20~30% 감수를 초래한다고 한다. 현재 우리 나라에서 PVY의 발생이 증가하는 경향인데(9) 이는 재배품종 구성의 변화에 의한 것으로 생각된다(Table 4).

### 3. 감자 X 바이러스(Potato virus X, PVX).

Potexvirus group에 속하며 접촉전염하는 바이러스로 입자의 크기는 515×12 nm이며 대부분의 품종에서 당대감염시 증상을 보이지 않는다. 15% 내외의 감수를 보이며 주요 증상은 맥간모자이크(interveinal mosaic)이며 26°C 이상의 고온시에는 증상이 은폐(masking)되기도 한다.

PVX는 기계적으로 쉽게 전염되므로 지상부와 싹의 접촉, 절단도, 농기구 및 매미충 같은 씹는 입틀(chewing mouthpart)을 가진 곤충에 의해서 쉽게 전파된다. 기주범위는 비교적 광범위하지만 포장상태에서는 이병감자, 토마토, 담배가 중요한 전염원이다(11). 우리 나라에서는 항혈청으로 체계적 검정하기 전인 1980년대 중반까지 씨감자 생산시대에 널리 퍼져 있었으나 현재 대부분의 씨감자 생산체계가 "Flushing out" 형이어서 PVX 발생이 없으나 접촉전염으로 쉽게 재감염(re-contamination)되므로 항상 주의해야 한다.

## 바이러스 병발생의 과거와 현재

우리 나라 감자의 바이러스병 발생정도는 1980년대 이전, 1980년대, 1990년대 등 3단계로 나누어 고찰하여 보고자 한다.

### 1. 1980년대 이전

고령지시험장이 설립된 1960년도부터 우리 나라 씨감자에 대한 관심과 연구가 시작되었으나, 1965년 세균병인 들레썸병(*Corynebacterium sepedonicum*=*Clavibacter michiganense* subsp. *sepedonicum*)의 대발생으로 어려움을 겪었으며 아울러 바이러스병 방제의 어려움이 겹쳐 종서 공급이 여의치 않았다. 당시 바이러스병의 대부분은 PLRV에 의한 잎말림병과 PVX와 PVY에 의한 모자이크병(mild mosaic과 rugose mosaic)으로 그 피해가 매우 컸다. 이에 따라 씨감자 재배포장에서의 바이러스병 감염주가 많아 당시 이병주 제거가 씨감자 생산에 있어서 여러가지 작업중 매우 큰 비중을 차지하였다.

또한 1977년 고령지시험장 기본식물 재배 포장에서 수확시 길쭉하고 눈이 깊으며 눈썹이 일자이



Fig. 1. Potato leafroll virus (PLRV), Early symptom (left) and late symptom (right).

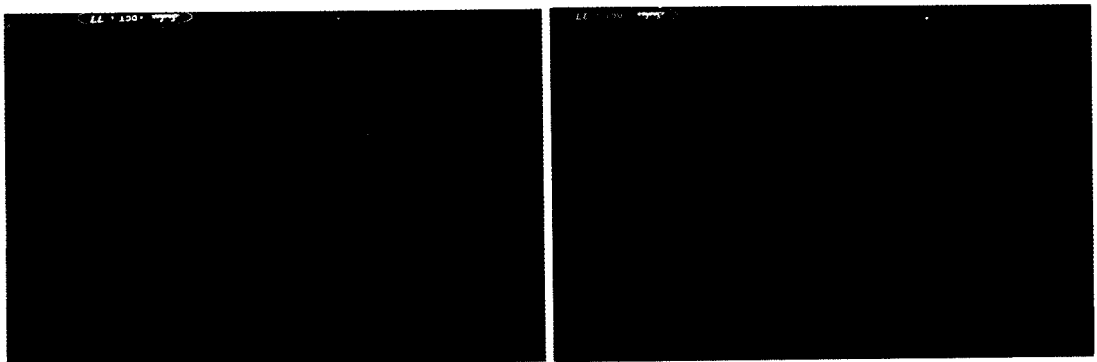


Fig. 2. Potato spindle tuber viroid (PSTV). Tuber symptoms (left) and healthy tuber (right).

고 눈두덩이 돌출된 괴경(남작, Irish Cobbler)이 발견되어 동정결과 갈쭉바이러스병(Potato spindle tuber viroid, PSTV; Fig. 2)으로 판명되어 전량 폐기소각하고 다시 원원종포장에서 육안으로 진전주를 선발, 기본식물로 이용하였으나 워낙 이병율이 높아 생산된 괴경은 씨감자로 사용되지 못하고 식용으로 처리되어 하는 수 없이 일본에서 수입하여 공급한 쓰라린 경험을 한 바 있다.

## 2. 1980년대

1980년대 초반 조직배양 기술과 바이러스 검정기술 도입으로 상위급 씨감자의 무병화가 본격적으로 이루어지게 되었다. 처음에는 상위급 씨감자의 PVX 이병율이 상당히 높았으나 항혈청제조와 검정으로 차츰 이병율이 낮아져 80년대 중반 이후에는 PVX가 상위단계에서 제거되었으며 후반에는 우리 나라 씨감자 전생산단계에서 PVX가 완전히 제거되어 현재에 이르고 있다. 아직도 일부 자기 채종농가 포장, 감자 Germ plasm 보존포장과 식용감자도입으로 재감염의 위험이 상존하고 있다.

기본종까지는 조직배양과 여러 가지 검정 방법(혈청검정, 전자현미경 이용, 지표식물이용 육안검정 등)과 망실재배로 무병상태로 유지, 증식되나 현재 대관령 등 우리 나라 채종포 주위 환경여건으로 보아 포장에 노출재배하면 당대에 10%내외의 감염이 육안으로 판별가능하다. 하지만 육안 판별되지 않는 것 즉 생육후기 감염에 의한 것도 상당하며 이들은 후대에 포장에서 또 15% 정도 발현하

**Table 3. The change of PLRV infection rate by visual observation on the first-year potato after the net-house cultivation in 1987-1990**

Observation	June	July			August	June <sup>b</sup>
	L <sup>a</sup>	E	M	L	E	L
PLRV (%)	0	0.85	6.39	7.85	9.38	27.40

<sup>a</sup> E : early, M : middle, L : late.

<sup>b</sup> Figure : the result of growing-on test at the following year.

**Table 4. Virus incidence of potato for spring crop in main potato-growing areas, 1995**

Areas	Cultivar	Virus (%)			Seed source
		PLRV	Mosaic	Total	
Gochang, Junbuk	Atlantic	3.3	10.0	13.3	Certified
Kimjae, Junbuk	Atlantic	5.0	20.0	25.0	"
	Superior	12.5	5.0	17.5	"
	Superior	50.5	8.0	58.5	Non-certified
	Superior	50.5	8.0	58.5	Non-certified
Haenam, Junbuk	Atlantic	6.7	11.7	18.4	Certified
Milyang, Kyongnam	Superior	17.5	2.0	19.5	"
Pyongchang, Kangwon	Superior	8.0	0.0	8.0	"
	Superior	50.0	5.0	55.0	Non-certified
Kangnung, Kangwon	Superior	15.0	2.0	17.0	Certified
	Atlantic	5.0	15.0	20.0	"

게 된다. 따라서 생육기에 이병주제거를 하지 않으면 1년 포장노출재배로 다음대에 25%내외의 이병율을 보임을 알 수 있다(Table 3).

이들 보급종들은 포장검사전에 5% 정도의 이병주를 제거하고 3차에 걸친 포장검사를 거치며 허용범위(Tolerance)안에 들면 포장검사 합격으로 보급종을 생산하여 국가(종자공급소)에서 수매하여 전국에 공급하게 된다. 이들 보급종도 일반 농가에 가면 20% 내외의 이병율을 가지며 식용 또는 원료 감자로 재배된다(Table 4). 하지만 과거와 같이 포장노출 년수가 길어지면 이병주제거를 아무리 철저히 한다 해도 재감염율은 갈수록 높아진다(Table 5).

바이러스 매개진딧물이 옮기는 PVY와 PLRV의 이병율이 높은 식용감자 재배포장이 대관령 채종포 주변에 산재하여 있으며 이들에 기생하여 보독된 진딧물이 바람에 의해 채종포로 이동하여 쉽게 오염시킨다(5). 결과적으로 이들이 누적되어 다시 한번 바이러스병에 의한 씨감자 생산에 어려움

**Table 5. The reinfection rate of PLRV on potatoes in Daekwallyong during 1986-1990**

Cultivar	% of virus infection <sup>a</sup>				
	1986	1987	1988	1989	1990
Superior	0 (0) <sup>b</sup>	0.33 (1)	24.20 (2)	25.70 (3)	30.80 (4)
		0(0)	3.43 (1)	20.30 (2)	32.50 (4)
Irish Cobbler	0(0)	1.34 (1)	13.10 (2)	25.20 (3)	31.40 (4)
		0 (0)	1.00 (1)	21.40 (2)	33.40 (3)

<sup>a</sup> Based on visual observation at middle to late June of the year.

<sup>b</sup> Years from net-housecultivation.

**Table 6. A comparison of PLRV infection rates of seed potatoe grown under different cultivation in 1988-1989**

Cultivation	Cultivar	Year	No. Plants			Field environment
			Tested	Infected	PLRV (%) <sup>b</sup>	
Open field (Yong San) <sup>a</sup>	Superior	'89	43	3	7.0	Surrounded by potato fields
		'89	46	17	37.0	
Net house (Yong San)	"	'88	50	1	2.0	"
		'89	94	1	1.1	
Open field (Hyong Ke)	"	'88	46	10	21.70	"
		'89	45	9	20.0	
Net house (Hyong Ke)	"	'88	47	1	2.1	"
		'89	46	0	0	
Open field (Tae Baek)	"	'89	49	3	6.1	Isolated from potato fields

<sup>a</sup> ( ) : Name of cultivation area, <sup>b</sup> Tested by ELISA.

을 '89년과 '90년에 겪었음은 멀지 않은 과거의 일이라고 하겠다. 따라서 이러한 감자 재종포 주위환경으로부터 보독충의 차단에 의한 망실재배와 격리재배가 최선의 바이러스 방제 방법(5, 6)으로 구명되었다(Table 6).

### 3. 1990년대

그리하여 1991년부터 망실재배를 실시하여 현재는 일부면적을 제외하고 원종단계까지 망실을 썬 뒤 재배하고 있는 형편이며 바이러스 이병율도 급격히 낮아져 보급중에서의 포장검사전 이병주 제거율이 1~5% 정도에 지나지 않고 있으며(Table 7), 이들이 농가에 공급되어 포장에서 발현하는 바이러스 이병율은 10~20% 정도에 달하고 있는 실정이다. 하지만 이러한 바이러스 이병율 수준은 선진국에 비해 만족할 만하다고 할 수 없고 보다 더 낮은 수준으로 유지해야 한다.

현재 우리 나라 채종재배가 외국의 여러 곳보다 훨씬 열악한 환경 하에서 이루어지지만 여러 가지 현실적인 여건을 고려하여 최선을 다할 수 있는 방법을 알아보면 첫째, 망실재배를 너무 과신하지 말아야 할 것이다. 망실은 쉽게 찢어지고, 재배 관리작업을 위한 출입과 동시에 매개충이 유입될 가능성이 높으며 이 경우 땅을 썬다고 약제 살포를 소홀히 하면 망실내 매개충 번식으로 오히려 바이러스를 접종하는 결과를 초래하기도 한다.

둘째, 아직도 채종포 주변에는 이병율이 높은 일반감자 재배가 많은 면적에 재배되고 있는 실정으로 전염원이 상존하고 있는 상태에서 채종이 이루어지고 있다. 이런 지역에서의 진딧물 가해는 수량에 직접적인 영향이 거의 없으므로 살충제 살포를 하지 않아 상당수의 매개진딧물이 보독충이 되어

**Table 7. Virus incidence of seed potatoes in registered and certified seed fields**

Year	Cultivars	Registered			Certified		
		% of plants rogued out	% of infected plants at inspection	Total	% of plants rogued out	% of infected plants at inspection	Total
1990	Irish Cobbler	1.40	0.00	1.40	36.40	0.40	36.80
	Superior	1.30	0.00	1.30	36.30	0.40	36.70
1991	Irish Cobbler	0.75	0.10	0.85	3.90	0.23	41.30
	Superior	0.39	0.06	0.45	5.20	0.25	5.45
1992	Irish Cobbler	0.88	0.10	0.98	9.93	0.26	10.09
	Superior	0.53	0.09	0.62	8.40	0.25	8.56
1993	Irish Cobbler	0.74	0.01	0.75	-	-	-
	Superior	0.60	0.09	0.69	7.70	0.14	7.84
1994	Irish Cobbler	0.27	0.25	0.52	5.40	0.70	6.10
	Superior	0.37	0.28	0.64	2.90	0.20	3.10
1995	Irish Cobbler	0.14	0.01	0.15	4.20	0.01	4.21
	Superior	0.21	0.01	0.13	3.30	0.05	3.35

Source : Records of the National Agricultural Products Inspection Office (NAPIO).

Table 8. Sensitivity of several viruses tested by using indicator plants

Virus	Indicator plant	Dilution end point	Possible dilution of 100% detection
PVX	<i>Gomphrena globosa</i>	1,000 leaves	400 (times)
PVY	A6 <sup>a</sup>	100	35
PVA	A6	200	40
PVM	<i>Vigna sinensis</i>	100	10
PVS	<i>C. quinoa</i>	90	20
AMV	<i>P. vulgaris</i>	90	10

<sup>a</sup>(*S. demissum* × *S. tuberosum* 'Aquila')

바람에 따라 대관령의 채종지대로 비래 이동하며 채종포 씨감자를 이병시키기 때문에 이들 지역에 우선적으로 이병을 낮은 질 좋은 씨감자를 공급하여야 할 것이다(8).

셋째, 현재의 여러 채종단계로는 이병기회가 많으므로 단계를 한두 단계 이상을 줄이는 방법도 고려하여 봄직하다. 즉 상위단계의 씨감자 파종량을 인공씨감자나 양액재배법으로 급속증식시킴으로써 가능할 것으로 생각된다(Table 8). 이외에도 신속하고 정확한 진단법의 개발, 연구인력의 보강 등 여러가지 해결해야 할 문제점이 있다고 생각된다.

## 감자바이러스 검정 및 검사

### 1. 검정

감자바이러스 검정 방법에는 병징차이에 의한 육안검정, 지표식물검정(Table 9), 항혈청 검정, 전자현미경법과 핵산진단법 등이 있으며 그중 전세계적으로 가장 널리 쓰이고 있는 방법은 항혈청을 이용한 효소결합항체법(ELISA)이며(4, 5) 현재 일부 진단에 이용되기 시작한 핵산진단법(3)이 있는데 간단히 소개하면 다음과 같다.

● **ELISA(Enzyme-Linked Immunosorbent Assay)**: Clark와 Adams(1977)의 방법을 약간 변형한 과정을 따랐으며 검정판(plate)은 Polystyrene으로 만든 96 well짜리를 사용하며 그 과정은 다음과 같다.

Coating : 바이러스 항혈청에서 정제한 IgG를 coating buffer로 희석 후 37°C에서 2시간 정치

↓ Wash(3회)

Adding antigen : 검정하고자하는 sample 즙액을 첨가 후 37°C에서 4시간 정치

↓ Wash(3회)

Adding conjugate : 바이러스의 IgG와 효소를 conjugation하여 첨가한 후 37°C에서 3시간 정치

↓ Wash(3회)

Adding substrate : substrate를 첨가하여 30분후 육안 또는 Microplate reader(Dynatech lab. Inc.)로 발색정도 측정



Table 9. Present and future program of seed potato production in Korea

Generation	Present	Future	
Meristem culture	0	0	
Multiple shoot culture	0	0	
Tuber formation	<i>In vitro</i> culture (microtuber)	Hydroponics (minituber) <i>In vitro</i> culture (micro)	
Basic	0		
Elite	0	0	
Foundation	0	0	0
Registered	0	0	0
Certified	0	0	0
(Starting year)		(1997)	(2004)

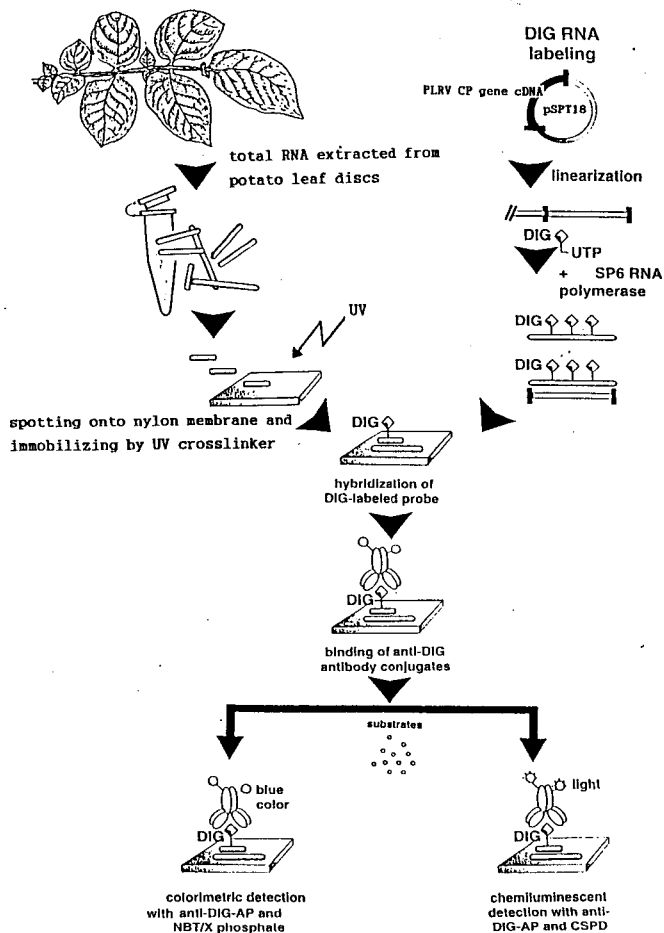


Fig. 3. Strategy for the detection of potato leafroll virus (PLRV) using nonradioactive Digoxigenin-labeled RNA probe.

● **핵산검정법** : 바이러스 유전자에 상보성을 가진 유전자 probe를 이용하여 검정하는 방법은 다른 검정 방법에 비해 소량의 시료로 보다 명확하게 이병 여부를 검정할 수 있다는 장점을 가지고 있다. 이 방법은 1981년 Owens등에 의해 최초 보고되었으며 그후 probe의 표지에 사용되는 여러가지 물질이 개발되면서 활발하게 연구되어 온 방법으로 일부 분야에서 실용화 단계에 이르고 있다.

순화된 바이러스 RNA에 대한 cDNA를 클로닝하여 이를 주형으로 probe를 합성하게 되며 이때 <sup>32</sup>P, Digoxigenin 등을 붙인 염기를 사용함으로써 검정이 가능한 probe를 합성할 수 있다. 검정하고자 하는 식물체의 총 RNA 추출액을 변성 과정을 거친 후 Nylon 혹은 Nitrocellous막에 부착시키고, 합성된 probe와 혼성화 시킨다. 혼성화가 끝난 막을 특정 기질이 첨가된 반응액에서 반응시킨 다음 X-ray 필름에 감광시키거나, 기질의 종류에 따라서는 막에 직접 발색시켜 검정할 수 있다 (Fig. 3). Probe 합성시 <sup>32</sup>P를 사용할 경우 기질 반응과정이 생략되지만 probe의 장기 보관이 불가능하고 안전성, 경제성에서 불리하므로 최근에는 비방사능 표식 인자(HPR, DIG, Biotin 등)를 많이 사용(3) 하고 있다(Fig. 4).

## 2. 검사

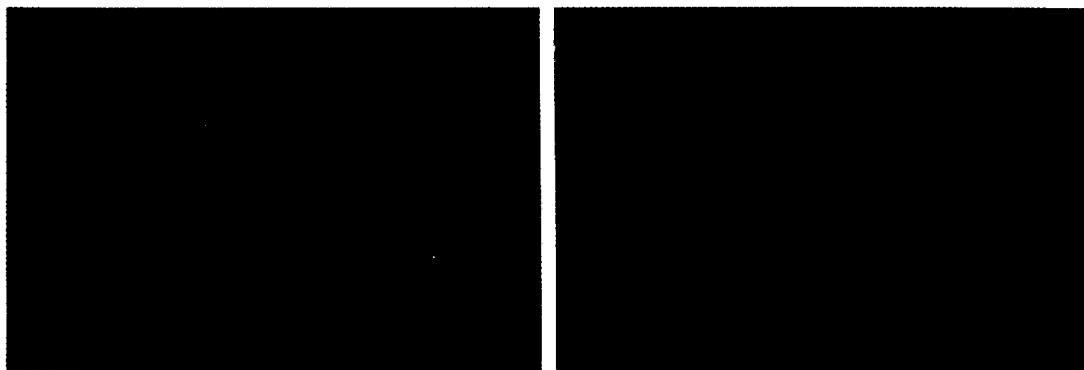


Fig. 4. Detection of potato leafroll virus (PLRV) by dot-blot hybridization. Hybridized filter can be detected by colormetric (A) or chemiluminescent (B) detection with different substrates to anti-Digoxigenin-Apase conjugates.

Table 10. Field inspection tolerances (%) for foundation, registered and certified potatoes in Korea

Diseases or Varietal mixture	Foundation	Registered	Certified
Varietal mixture	0	0	0
Mosaic virus	0.5	1.0	2.0
Leafroll virus	0.3	0.5	1.0
Other viruses	0.2	0.5	1.0
Total	1.0	2.0	4.0
Ring rot	0.0	0.0	0.0

씨감자 검사는 주요 농작물 종자법(법률 제 4845호)에 의거하여 포장 검사와 종서 검사로 나누어지며 포장 검사규격(Table 10), 즉 허용범위내에 들어야만 채종 단계별 씨감자로서 자질을 갖추어 포장검사를 통과하게 된다.

검사는 농산물검사 요원에 의해 이루어지며 씨감자 생육기간 중 3회에 걸쳐 실시되며 피감자(생산자)는 이병주 제거후에 검사를 받게 된다. 1990년 망실재배와 기타 재배기술 개선에 의해 바이러스 이병율이 낮아져 안정된 추세에 있으나 1995년 일부 채종포의 보급종의 이병율이 허용범위를 훨씬 초과하여 15.8 ha의 보급종 수미 품종이 불합격되어 망실재배의 맹신에 경종을 울린 바 있다(9).

## 방제방법

감자는 영양번식 작물로 한번 바이러스병에 걸리면 번식체(괴경)에 의해 이병이 계속되며 세대를 계속할수록 피해가 심하게 된다. 따라서 바이러스병을 직접 방제할 약제는 아직 발견되지 않아 무병주를 만들어 무병상태로 유지, 증식하는 것이 최선의 방법이다. 그러기 위해서는 바이러병의 치료, 저항성 품종이용, 충매전염바이러스병 방제법, 접촉전염하는 바이러스병 방제법, 토양전염 바이러스병의 방제법 등을 사용하고 있는데 한가지 방법보다 가능한 이들 방법 모두를 이용하는 종합적인 방제방법을 체계적으로 동원하여야 할 것이다.

### 1. 바이러스병의 치료

- ① 열처리 : 무병(virus-free)씨감자를 만들기 위해서는 흔히 바이러스를 열처리에 의한 치료를 하는데 PLRV의 괴경을 37.0-37.5°C로 30일 정도의 처리로 75% 정도의 높은 치료율을 보이고 있으나 다른 바이러스와 복합감염된 경우는 바이러스 종류에 따라 불 활성화 온도가 다르기 때문에 또다른 방법을 이용하여야 한다.
- ② 조직배양 : 바이러스에 감염된 식물일지라도 생장점에는 바이러스가 거의 분포되어 있지 않기 때문에 또는 바이러스 증식 속도 보다 생장점 생장이 빠르기 때문에 감자 재배에서 생장점배양(meristem tip culture)은 전개체가 바이러스병에 감염된 품종의 치료법으로는 유일한 방법으로 알려져 있다. 1952년 Morel과 Martin이 조직배양에 의해 Virus-free 개체의 작출이후 생장점 부근의 바이러스가 없는 조직을 절단하여 인공배 지상에서 배양하는 방법이 여러 작물에서 행해지고 있다. 바이러스 존재 여부를 검정하여 Virus-free로 확인되면 대량증식 체계로 들어간다.

### 2. 저항성에 의한 방제

저항성을 이용하는 방법에는 여러 가지가 있으나 현실적으로 제일 많이 사용하는 방법은 저항성 품종의 이용이다. 선진국에서 알려진 주요 바이러스에 대한 저항성 품종의 대표적인 것은 다음과 같다(Table 11).

**3. 총매전염 바이러스병 방제**

감자바이러스 매개자에는 주로 진딧물과(Aphidae)와 멸구과(Delphacidae)의 곤충이 많고 이들은 흡수구(Sucking mouthpart)를 가지고 있으며 바이러스 전염양식은 비영속(non-persistent) 또는 구침전염(stylet borne)과 영속(persistent)전염으로 나누어진다. 그 외에 매뚜기류 등의 저작구

**Table 11. Potato cultivars with reported resistance to potato viruses**

Virus	Cultivar	Resistance <sup>a</sup>	Reference <sup>b</sup>
PVY	Chippewa	R	24:413
	Donna	MR	65:509
	Nordak	FR	34:774
	Red Gold	FR	65:49
PVX	Atlantic	I	47:201
	Monona	R	
	Saco	R	32:41
	Hunter	FI	40:275
	Sangre	MR	
PLRV	Rose Gold	FR	65:325
	Kennebec	MR	
	Katahdin	MR	
	Houma	R	20:1
	Red Gold	FR	65:49
	Rosa	R	58:451
	Jopung	R	

<sup>a</sup> Reported resistance reactions are I=immune, FI=field immune, R=resistant, MR=moderately resistant, FR=Field resistant.

<sup>b</sup> References are to volume and page numbers of reports in the American Potato Journal. No references are from other sources.

**Table 12. The effect of chemical spray and roguing out**

Treatment			Aphid number/100 plts	% of PLRV
Systemic insecticide	Roguing out	Spray		
0 <sup>a</sup>	0	0		0.9
0	0	-	5.3	0.7
0	-	-	3.3	4.1
-	0	0	10.3	3.3
-	0	-	83.0	4.6
-	-	-	132.7	17.0

<sup>a</sup> Treated.

(chewing mouthpart)를 가진 곤충이 접촉전염성 바이러스를 매개한다.

이들 총매전염바이러스를 방제하기 위해서는 망실재배에 의한 매개충 차단, 장벽설치에 의한 매개충으로부터 보호, 오염원으로부터의 격리재배(isolation), 씨감자 포장에서의 조기 이병주제거 등 오염원과 기주식물의 제거, 경엽고사제 살포에 의한 경엽제거, 백색 mulching 등에 의한 오염원과 매개충으로부터 회피(escape), 약제살포에 의한 매개충 구제 등의 방법으로 총매전염바이러스를 방제할 수 있다(Table 12). 특히 이상의 여러 처리를 종합적으로 실시하므로써 거의 완전한 바이러스 전염을 방제하는 것도 가능하지만 우리 나라 현실과는 상당한 거리가 있음이 안타까울 뿐이다.

#### 4. 접촉전염하는 바이러스병의 방제

포장에서 접촉에 의해 전염되는 바이러스에는 PVX, PVS, PVM과 PSTV 등이 있으며 감염은 자력이 아닌 접촉에 의해 식물체 표면의 상처를 통해 침입하게 된다. 방제법에는 무병씨감자의 사용, 이병주의 제거, 접촉의 방지, 저항성 품종의 재배 등의 방법이 있다(11).

#### 5. 토양전염하는 바이러스병의 방제

토양에서 서식하는 선충과 균류에 의해 전염하는 바이러스는 현재까지 우리나라에는 알려져 있지 않아 생략하기로 한다.

### 무병씨감자 생산체계 개선

전세계적으로 씨감자를 생산하는 국가에서는 그들 나름대로 씨감자 생산체계(Seed Potato Program, Seed Potato Scheme)를 가지고 있으며 생산체계의 주체가 국가, 주정부, 대학, 감자 생산자 협회 등이 가지고 있으나 하위단계인 원원종, 원종, 보급종 등은 우리 나라와 일본과는 달리 개인이 생산하는 경우가 대부분이다(Table 13). 씨감자 생산의 기본인 기본종 생산은 대부분 조직배양에 의해 생산되어 무병주를 확인한 후 경삽에 의한 mini-tuber 생산으로 괴경생산을 시작한다(12). 한편 우리 나라에서는 최근 조직배양방법으로 생산한 무병주를 기내배지에 배양하여 형성시킨 인공씨감자(micro tuber)와 무병주를 양액재배하여 mini-tuber를 대량생산하여 씨감자 생산단계를 1~3단계 줄이려는 연구가 시도되어 상당한 관심을 불러 모으고 있는 실정이다.

Table 13. The methods of seed potato in major countries

	Korea	Japan	USA	Holland
Basic seed production	Microtuber	Minituber	Minituber	Minituber
Steps of multiplication	5	5	5	5-6
Agency (high grade)	Government	Government	University, State	Seed company
Agency (low grade)	Government	Agricultural-Cooperation	Seed grower	Seed grower

이상의 모든 씨감자 생산체계의 기본은 무병주의 창출과 무병주의 유지, 증식이므로 단계마다 바이러스 전염원 제거와 재감염 방지를 위한 제도적 장치는 물론 관계기관간의 긴밀한 협조, 바이러스병에 대한 연구 등에 좀더 많은 관심을 가져야 할 중요한 시기라고 생각한다.

## 참고문헌

1. 김화영, 함영일. 1993. 한국의 감자 종서 생산체계의 발전과정과 현황. 강릉대 영동연구 논문집. 4(1) : 39-49.
2. Baerecke, M. I. 1961. Results of one year degeneration experiments with the potato under conditions of heavy leafroll infection. *Z. Pflanzenzuchtung*. 45 : 225-368.
3. 최장경, 이종희, 함영일, 1995. *In vitro* RNA 전사 probe를 이용한 식물바이러스병 진단. 한식병지. 11(4) : 367-373.
4. Clark, M. F. and Adams, A. N. 1977. Characteristics of the microplate method of enzyme-linked immunosorbent assay for the detection of plant viruses. *J. Gen. Virol.* 34 : 475-483.
5. 함영일, 최장경. 1990. 대관령지방 비래진딧물의 감자잎말림바이러스(PLRV), 보독성검정. 한식병지. 6(3) : 382-386.
6. 함영일, 박천수, 김정간. 1990. 대관령지역에서의 감자 잎말림바이러스(PLRV)의 전염원 과 재감염. 한식병지. 6(4) : 497-503.
7. 함영일. 1992. 씨감자 단계별 병해검정. 감자 무병종서 생산에 관한 심포지움. pp.30-49.
8. 함영일, 박천수, 최관순, 한병희. 1992. 감자포장에 비래하는 진딧물과 보독충의 발생양상. 농시 논문집(작보). 34(2) : 74-78.
9. 함영일. 1995 최근 한국감자의 문제 병해충. 우리 나라 감자산업의 활성화 방안에 관한 심포지움. pp. 59-89.
10. 이영인. 1992. 씨감자의 leafroll virus 이병을 감소방안에 대하여. 안동대 논문집. 14 : 97-112.
11. Shepard, J.F. and Claffin, L. E. 1975. Critical analysis of the principles of seed potato certification. *Ann. Review of Phytopath.* 13 : 271-293.
12. Slack, S. A. 1993. Seed certification and seed improvement programs. *Potato health Management*. pp. 61-65. APS press.