

Note | Open Access

## 인삼(*Panax ginseng*)에 발생한 *Watermelon mosaic virus*의 새로운 병원성 계통

정원권<sup>1†</sup> · 남문<sup>2†</sup> · 이주희<sup>3</sup> · 박충열<sup>4</sup> · 김병훈<sup>4</sup> · 박은혜<sup>4</sup> · 이민아<sup>4</sup> · 김미경<sup>3</sup> · 최홍수<sup>3</sup> ·  
이준성<sup>3</sup> · 김정수<sup>5</sup> · 최진국<sup>1</sup> · 권태룡<sup>1</sup> · 이기운<sup>4</sup> · 이수현<sup>4\*</sup>

<sup>1</sup>경북농업기술원 풍기인삼시험장, <sup>2</sup>경북대학교 식물의학연구소, <sup>3</sup>국립농업과학원 작물보호과,  
<sup>4</sup>경북대학교 응용생명과학부, <sup>5</sup>안동대학교 식물의학전공

### Novel Pathogenic Strain of *Watermelon mosaic virus* Occurred on Insam (*Panax ginseng*)

Won-Kwon Jung<sup>1†</sup>, Moon Nam<sup>2†</sup>, Joo Hee Lee<sup>3</sup>, Chung Youl Park<sup>4</sup>, Byoung Hoon Kim<sup>4</sup>, Eun Hye Park<sup>4</sup>,  
Min-A Lee<sup>4</sup>, Mi-Kyeong Kim<sup>3</sup>, Hong-Soo Choi<sup>3</sup>, Jun Seong Lee<sup>3</sup>, Jeong-Soo Kim<sup>5</sup>, Jin Kook Choi<sup>1</sup>,  
Tae Ryong Kwon<sup>1</sup>, Key-Woon Lee<sup>4</sup> and Su-Heon Lee<sup>4\*</sup>

<sup>1</sup>Punggi Ginseng Experiment, Gyeongsangbukdo Agricultural Research and Extension Services,  
Youngju 750-871, Korea

<sup>2</sup>Institute of Plant Medicine, Kyungpook National University, Daegu 702-701, Korea

<sup>3</sup>Crop Protection Division, National Academy of Agricultural Science, Rural Development Administration,  
Suwon 441-707, Korea

<sup>4</sup>School of Applied Biosciences, College of Agriculture and Life Sciences, Kyungpook National University,  
Daegu 702-701, Korea

<sup>5</sup>Plant Medicine Major, Andong National University, Andong 760-749, Korea

(Received on October 31, 2013; Revised on November 3, 2013; Accepted on November 21, 2013)

A disease, supposedly caused by a virus, was observed from Insam (*Panax ginseng*) fields of Punggi in year 2006. It has long believed to be a physiological disorder. However, the incidence of the disease has increased every year. When several samples were observed under electron microscope, filamentous virus-like particles were observed. The nucleotide sequences of the virus were analyzed by RT-PCR with specific primer sets derived from the results of DNA chip. The results indicated that the disease was caused by *Watermelon mosaic virus* (WMV). It revealed that the result of the biological assay by the virus was different from that of WMV previously found in other crops. Therefore, this is the first report that WMV causes the disease in *P. ginseng* and the virus is named to be WMV-Insam.

**Keywords :** DNA chip, Insam, *Panax ginseng*, Potyvirus, *Watermelon mosaic virus*

두릅나무과(Araliaceae Juss.)에 속하는 인삼 속(*Panax* L.) 식물은 인삼 아속(subgenus)과 *Trifolius* 아속 두개로 나누어진다. 전 세계적으로 인삼 아속에는 인삼을 포함하여 10종의 식물이 있으며, *Trifolius* 아속에는 *P. trifolius* 1종이 있다(Wikipedia, 2013). 국내에는 인삼 속 식물에서는 인삼(*Panax ginseng* C. A. Mey) 1종이 분포하고 있다

(Flora of Korea Editorial Committee, 2007). 인삼은 깊은 산악지에서 자라는 다년초로서 흔히 재배하고 있으며 높이가 60 cm에 달하고 근경은 짧으며 곧거나 비스듬히 서고 밑에서 도라지 같은 뿌리가 발달한다. 근경 끝에서 한 개의 원 줄기가 나오고 끝에서 3-4개의 잎이 돌려나기로 달려서 긴 잎자루 끝에 5개의 장상복엽이 달린다. 꽃은 4월경에 피고 연한 녹색이며 산형화서에 달리고 화서는 잎의 기부에서 1개가 나온다. 꽃받침잎, 꽃잎 및 수술은 각각 5개이며 암술대는 2개이고 열매는 둥글며 여러 개가 산형화서에 모여 달리고 적색으로 익는다(Lee, 1982b).

\*Corresponding author

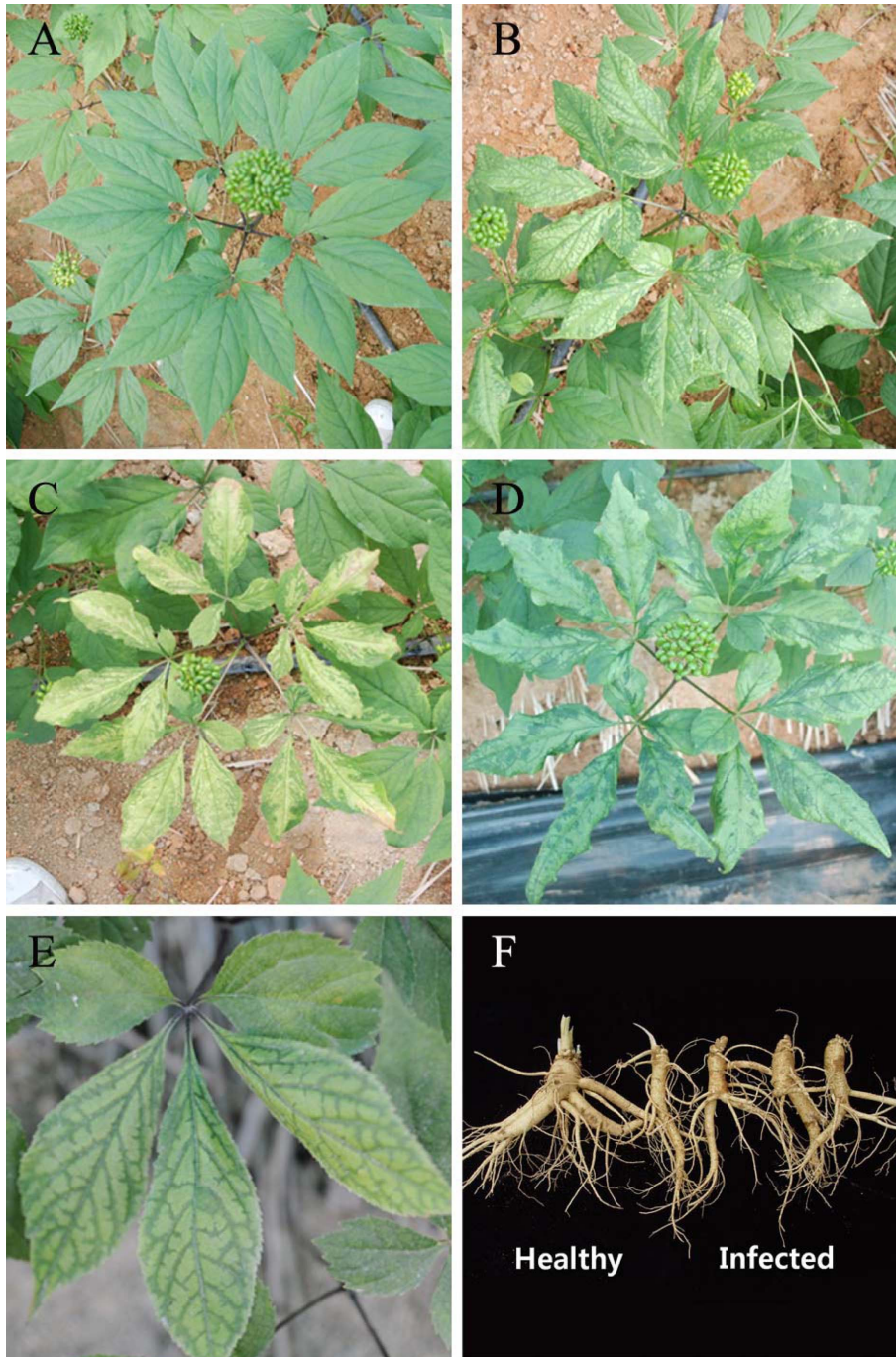
Phone) +82-53-950-5763 Fax) +82-53-950-6758

Email) suheon@knu.ac.kr

†These authors have contributed equally to this work.

인삼은 북위 30–48°에 이르는 지역에 자생하는데, 자생지로는 우리나라(33.7–43.2°), 중국의 만주(43–47°), 소련의 연해주(40–48°)가 알려져 있다. 광동인삼, 화기삼, 아메리카인삼, 서양인삼, 양삼, 포삼 등으로 불리는 미국인삼(*Panax quinquefolium* L.), 일본의 죽절인삼(*Panax japonicum*

C. A. Meyer), 중국의 삼칠인삼[*Panax notoginseng* (Burk) F. H. Chen]은 인삼과 같은 두릅나무과에 속하나 우리나라의 인삼과는 다른 종이다(Encyclopedia of Korean culture, 2012). 이러한 이유로 본 논문에서는 인삼의 영명을 ‘Insam’으로 기재하고자 한다.



**Fig. 1.** Various symptoms of Insam (*Panax ginseng*) caused by *Watermelon mosaic virus* (WMV) Insam isolate naturally occurring in fields. **A:** Healthy, **B-E:** Various symptoms observed in Insam leaves infected with WMV-Insam, **F:** Comparison of the roots between healthy and WMV infected Insam.

인삼은 다양한 병해충에 의하여 피해가 발생하며, 우리나라에서는 약 20종의 병해가 보고되어 있다(KSPP, 2009). 인삼은 한 곳에서 장기간 재배되기 때문에 여러 가지 토양 병원균들에 의하여 많은 피해를 받고 있는데, *Cylindrocarpon destructans*, *Fusarium solani*, *Erwinia carotovora*, *Pseudomonas fluorescens* 등이 대표적인 토양 병원균들이다(Jang 등, 2005). 인삼에서 바이러스병으로는 1982년 사상형 바이러스의 존재가 보고되어 있으나(Lee, 1982a), 종 수준에서의 동정은 이루어지지 않았다. 세계적으로 인삼 속 식물에서 바이러스병으로는 우크라이나에서 긴 사상형의 바이러스인 *Closterovirus*가 보고되었으며(Mishchenko 등, 2009), 중국에서는 삼칠삼(*Panax notoginseng*)에서 *carrot virus Y*(CarVY)와 75% 상동성을 나타내는 새로운 *Potyvirus*가 보고되었고(Tao 등, 2008), 2001년 중국의 운남 지역 삼칠삼 재배 농가 포장에서 마이크로어레이 기술을 이용하여 *Potyvirus* 속의 일종이 보고된 바 있다(Zhang 등, 2010).

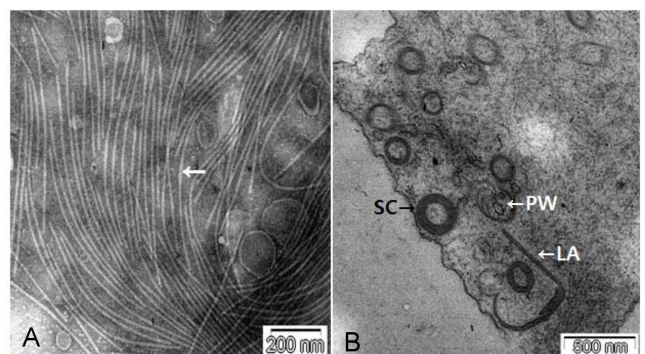
본 논문에서는 풍기 지역의 인삼에서 지금까지 생리장해의 하나로 취급되어 온 황증의 일부 증상에서 사상형 바이러스가 검출되어 이 병원체를 최근 개발된 마이크로어레이 기술을 이용하여 종 수준에서 동정하였으며, 지금까지 알려진 바이러스의 병원성과는 완전히 다른 새로운 병원성을 가진 바이러스 계통임을 밝힌 연구결과를 기술하였다. 아울러 인삼의 생리장해로 취급된 황증의 일부가 바이러스 감염으로 인한 결과이며, 본 바이러스의 전국적인 확산 방지와 방제 대책수립을 위한 기초자료를 제공하고자 한다.

**바이러스 병징과 발생실태.** 2006년 5월에 경북 영주시 안정면에 위치한 경북농업기술원 풍기인삼시험장 시험포장과 인근 농가포장의 인삼에서 토양의 영양 불균형으로 발생하는 생리장해인 황증과 유사한 여러 가지 증상이 발견되었다. 그러나 황증과는 달리 잎의 반점 형성 부위가 불규칙하고, 잎이 고사되지 않는 점이 기존의 황증과 구별되었다. 인삼의 잎에서 관찰된 주요 바이러스 증상은 잎에 엽맥늑대(vein banding), 황색 반점(yellow spot), 황화(yellowing), 모자이크(mosaic), 기형(malformation) 등이었다(Fig. 1). 2006년 6월에 풍기인삼시험장내 4년생 인삼을 육안 조사한 결과 바이러스병 발병주율은 4.4%이었으며, 2007년 6월에는 동일 포장의 발병주율은 8.2%이었고, 2008년 6월에는 10.4%까지 급격히 증가하였다. 바이러스에 의한 인삼의 이상증상이 생리장해인 황증과 비슷한 시기에 유사한 형태로 나타나지만 구별되는 점은 황증은 인삼 식물체 전체 잎에 고르게 황색 또는 갈색 반점이 나타나는 것에 비하여 바이러스에 의한 것은 잎에 국부적

으로 황화 증상이 시작되고 모자이크나 잎 모양이 변형되는 증상이 나타나는 것이 다른 점이다. 인삼 재배 농업인이나 연구자들도 이러한 증상들을 일반적으로 황증이라고 인식하고 있어 적절한 대책을 수립하지 못하고 있는 상태이다. 그러나 인삼에서 본 바이러스병은 최근 급격히 확산되고 있는 양상을 보이고 있어, 방제대책 수립을 위한 본 바이러스의 특성과 전염생태에 대한 연구가 시급한 실정에 있다.

**전자현미경 검정.** 여러 가지 바이러스병 유사 증상을 나타내는 인삼 잎을 direct negative staining 방법을 이용하여 전자현미경으로 관찰하였다(Horne와 Wildy, 1963). Formvar film으로 막을 씌운 grid(200 mesh)에 2% phosphotungstic acid(PTA, pH 7.2)를 한 방울 떨어뜨리고, 식물조직의 절단면을 침지해 1분간 놓아둔 후 여과지로 여액을 제거한 다음 투과전자현미경(Carl Zeiss LEO912AB, Germany)으로 관찰하였다. 그 결과, 15–20 × 720–780 nm 크기의 사상형 바이러스 입자가 관찰되었다(Fig. 2(A)). 바이러스에 감염된 인삼 조직의 미세구조를 관찰하기 위하여 시료를 Ultramicrotome(Leica Co., Germany)으로 80 nm 두께로 초박질편하여 2% uranyl acetate와 lead citrate로 이중염색하고 증류수로 3회 세척 후 투과전자현미경으로 검정하였다(Lee 등, 1990). 인삼 시료에서는 *Potyvirus*의 전형적인 세포 미세구조인 봉입체가 세포질에서 흔히 관찰되었으며, 그 형태는 풍차형, 원통형, 와형, 층상구조 등 이었다(Fig. 2(B)). 이와 같이 관찰된 바이러스 입자의 형태와 세포내 봉입체의 모양으로 보아 인삼의 바이러스병 유사증상은 *Potyvirus*의 감염으로 인한 결과로 추정되었다.

**병원성 분석.** 전자현미경 분석에서 *Potyvirus*의 일종



**Fig. 2.** Electron micrograph of virus particles purified from Insam (*Panax ginseng*) leaves with direct negative staining and the ultrathin sections of Insam leaf showing mosaic and yellowing symptoms. Average particle length was 720–780 nm. **A:** Purified virus particles, **B:** ultrathin sections; PW, pinwheel; CI, cylindrical inclusion; LA, laminated aggregates; SC, scrolls.

**Table 1.** Reactions on the indicator plants inoculated with *Watermelon mosaic virus* (WMV) Insam isolate and WMV2 isolated from squash<sup>a, b</sup>

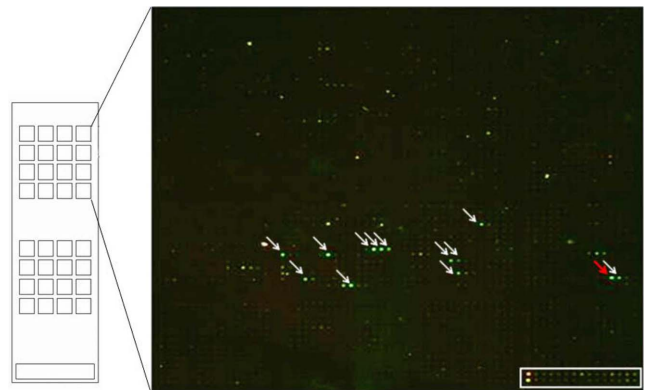
Family	Indicator plants Species	WMV-Insam		WMV2
		Insam sap	Purified extract	Squash isolate
<i>Aizoaceae</i>	<i>Tetragonia expansa</i>	-/-	-/-	-/-
<i>Araliaceae</i>	<i>Panax ginseng</i>	-/-	-/-	-/-
<i>Amaranthaceae</i>	<i>Gomphrena globosa</i>	-/-	-/-	-/-
<i>Brassicaceae</i>	<i>Brassica campestris</i> var. <i>pekinensis</i>	-/-	-/-	-/-
	<i>Brassica juncea</i> var. <i>integrifolia</i>	-/-	-/-	-/-
	<i>Raphanus sativus</i>	-/-	-/-	-/-
<i>Chenopodiaceae</i>	<i>Chenopodium amaranticolor</i>	-/-	-/-	-/L
	<i>Chenopodium quinoa</i>	-/-	-/-	-/
<i>Cucurbitaceae</i>	<i>Citrullus vulgaris</i>	-/-	-/-	M/-
	<i>Cucumis melo</i> var. <i>makuwa</i>	-/-	-/-	M/-
	<i>Cucumis melon</i>	-/-	-/-	M/-
	<i>Cucumis sativus</i>	-/-	-/-	M/-
	<i>Cucurbita pepoovifera</i>	-/-	-/-	M/-
	<i>Cucurbita moschata</i>	-/-	-/-	M/-
<i>Leguminosae</i>	<i>Phaseolus angularis</i>	-/-	-/-	-/-
	<i>Phaseolus radiatus</i>	-/-	-/-	-/-
	<i>Phaseolus vulgaris</i>	-/-	-/-	-/-
	<i>Pisum sativum</i>	-/-	-/-	-/-
	<i>Vicia faba</i>	-/-	-/-	M/-
<i>Solanaceae</i>	<i>Vigna sinensis</i>	-/-	-/-	-/-
	<i>Capsicum annuum</i>	-/-	-/-	-/-
	<i>Datura stramonium</i>	-/-	-/-	-/-
	<i>Lycopersicon esculentum</i>	-/-	-/-	-/
	<i>Nicotiana benthamiana</i>	-/-	-/-	-/-
	<i>Nicotiana clevelandi</i>	-/-	-/-	-/-
	<i>Nicotiana debneyi</i>	-/-	-/-	-/-
	<i>Nicotiana glutinosa</i>	-/-	-/-	-/-
	<i>Nicotiana occidentalis</i>	-/-	-/-	-/
	<i>Nicotiana rustica</i>	-/-	-/-	-/-
	<i>Nicotiana tabacum</i> cv. Bright yellow	-/-	-/-	-/-
	<i>Nicotiana tabacum</i> cv. Turkish	-/-	-/-	-/
	<i>Nicotiana tabacum</i> cv. KY57	-/-	-/-	-/-
	<i>Nicotiana tabacum</i> cv. Samsun	-/-	-/-	-/-
<i>Nicotiana tabacum</i> cv. Xanthi nc	-/-	-/-	-/-	
<i>Petunia hybrida</i>	-/-	-/-	-/-	
<i>Physalis floridana</i>	-/-	-/-	-/-	

<sup>a</sup>L, local lesion; M, mosaic; -, no symptom; -/-, upper leaf/inoculated leaf.<sup>b</sup>Indicator plants were mechanically inoculated by rubbing leaves, previously dusted with carborundum, with extracts of infected tissues at a 1:10(w/v) dilution in 10 mM phosphate buffer, pH 7.2 and purified extract. All plants were kept in greenhouse and were observed for 2 months after mechanical inoculation. Virus infection was confirmed by the RT-PCR using target specific primer sets.



으로 추정되는 본 바이러스의 동정과 병원성 분석을 위하여 *Tetragonia expansa*를 포함한 8과 36종의 지표식물을 이용하여 생물검정을 실시하였다(Table 1). 접종원으로는 바이러스 입자가 관찰된 인삼 잎 조직과 이로부터 부분 정제한 순화액을 각각 사용하여 즙액접종을 실시하고 2달 동안 관찰하였으며, 바이러스 감염여부는 RT-PCR로 확인하였다. 그 결과 인삼으로부터 추출한 2가지 접종원 모두에서 바이러스 병징을 관찰할 수 없었다. 그러나 대조구로 호박에서 분리한 *Watermelon mosaic virus*(WMV, 이전 WMV2)를 접종한 조롱박과 애호박 등의 일부 지표식물에서는 뚜렷한 병징을 관찰할 수 있었다. 한편 호박에서 분리한 WMV를 접종한 인삼에서도 감염은 이루어지지 않았다. 인삼에서 본 *Potyvirus*가 즙액접종되지 않은 것으로 볼 때 자연상태에서는 진딧물과 같은 매개충이 이 바이러스를 전염할 것으로 판단된다. 그리고 바이러스 입자가 관찰된 인삼 즙액을 접종원으로 사용한 경우와 인삼의 즙액을 배제한 순화액을 사용한 경우 모두에서 지표식물에 병징을 보이지 않은 점으로 볼 때, 본 인삼에 발생한 본 *Potyvirus*는 인삼 즙액의 영향으로 지표식물에 병원성을 나타내지 않은 것이 아니라 본 바이러스의 병원성에 따라 즙액접종으로 여러 가지 지표식물을 감염시키지 못하는 것으로 판단된다. 지금까지 여러 가지 식물에서 보고된 WMV의 분리주들은 즙액접종이 쉽게 이루어지나 인삼에 발생한 본 바이러스는 기존에 알려진 분리주와는 완전히 다른 병원성을 가지고 있는 계통으로 생각된다.

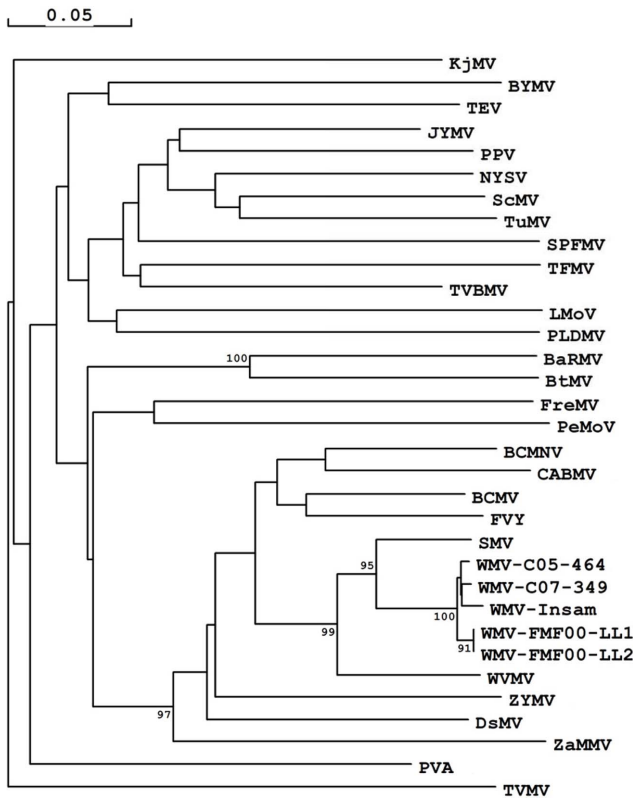
**혈청학적 진단.** 인삼에서 발견된 본 바이러스병을 진단하기 위하여 효소결합항체법(enzyme-linked immunosorbent assay, ELISA)을 이용하였다(Banttari와 France, 1981). *Potyvirus* 진단용 항체로, *Pepper mottle virus*(PepMoV), *Bean yellow mosaic virus*(BYMV), *Pepper vein mottle virus*(PVMV), *Turnip mosaic virus*(TuMV), *Potato virus Y*(PVY), *Soybean mosaic virus*(SMV), *Zucchini yellow mosaic virus*(ZYMV) 그리고 WMV의 항체를 사용하였다. 항원은 0.01 M potassium phosphate buffer, pH 7.0을 첨가한 바이러스에 감염된 인삼의 즙액을 이용하였다. 그러나 ELISA를 이용한 인삼 바이러스 진단에서 실험에 사용된 8개 항체 모두에서 음성 반응이 나타났다. 2001년 중국 운남 지역의 삼철삼에서 발생한 바이러스병의 경우도 혈청학적 진단과 RT-PCR 방법으로 진단이 불가능하여 마이크로어레이 기술을 이용하여 *Potyvirus*의 감염을 보고한 바 있다(Zhang 등, 2010). 본 연구에서 지표식물을 사용한 생물검정과 ELISA 진단법으로 본 바이러스병의 진단 실패로 인하여 최근 국내에서 개발한(Nam 등, 2013)



**Fig. 3.** The analysis of LSON (Large-scale oligonucleotide chip) chip, containing approximately 4,000 probes specific to 538 plant virus species for the Insam (*Panax ginseng*) viral sample. White arrows are indicated virus spots belonging to *Potyvirus*. Red arrow is indicated *Watermelon mosaic virus* specific spot. White rectangle is indicated the control spots designed with the plant elongation factor gene.

식물바이러스 진단용 올리고뉴클레오타이드 칩(Large-scale oligonucleotide chip, LSON 칩)을 이용하여 본 바이러스병을 진단하고자 하였다.

**LSON 칩 및 염기 서열 분석.** LSON 칩은 수백 종의 식물 바이러스를 동시에 진단할 수 있어 예상하지 못한 바이러스의 진단에 매우 유용하게 이용할 수 있다(Nam 등, 2013). 인삼에 발생한 바이러스병의 LSON 칩 분석에서 양성반응을 나타낸 프로브는 BCMV(*Bean common mosaic virus*) 5개, CIYVV(*Clover yellow vein virus*) 2개, ISMV(*Iris severe mosaic virus*) 1개, SMV 2개, WMV2 1개, 그리고 WWMV(*Wisteria vein mosaic virus*) 1개이었다(Fig. 3). 양성반응을 나타낸 BCMV 등 6종의 식물 바이러스는 모두 *Potyvirus* 속에 속하는 바이러스들이었다. 이러한 결과로부터 인삼에 발생한 바이러스가 *Potyvirus*의 일종이라는 것을 알 수 있었다. 종 수준에서의 동정을 위하여 LSON 칩 분석에서 양성반응을 나타낸 프로브 염기 서열 정보를 기초로 하여 프라이머를 제작하여 RT-PCR을 수행하였으며, 여기서 증폭된 PCR 산물들의 염기 서열을 분석한 결과 WMV와 90% 이상의 높은 상동성을 나타내었다(자료 미제시). 이러한 결과로 인삼에 발생한 본 *Potyvirus*는 WMV로 확인되었으며, 기존에 알려진 WMV 분리주들과의 비교분석을 위하여 외피단백질 염기 서열을 결정하였다. 염기 서열 유연관계 분석은 DNAMAN 7.0 program(Lynnon Co., Canada)을 사용하였다. 인삼에서 분리한 WMV의 외피단백질 서열을 기존에 알려진 32개 *Potyvirus* 분리주와 비교분석한 결과, 98.7~59.7%의 아미노산 서열 상동성을 보였으며, 그 중 멜론과 추키니



**Fig. 4.** Phylogenetic trees of the complete polyprotein amino acid sequence. The tree was generated from a multiple sequence alignment using the neighbor-joining method in DNAMAN 7.0. The dataset was subjected to 1,000 bootstrap replicates. Bootstrap values higher than 80 are indicated at the corresponding branch. The scale bars shows a genetic distance of 0.05. The virus sequences used here are those of *Basella rugose mosaic virus* (BaRMV), NC\_009741; *Bean common mosaic necrosis virus* (BCMNV), NC\_004047; *Bean common mosaic virus* (BCMV), NC\_003397; *Beet mosaic virus* (BtMV), NC\_005304; *Bean yellow mosaic virus* (BYMV), NC\_003492; *Cowpea aphid-borne mosaic virus* (CABMV), NC\_004013; *Dasheen mosaic virus* (DsMV), NC\_003537; *Freesia mosaic virus* (FreMV), GU214778; *Fritillary virus Y* (FVY), NC\_010954; *Japanese yam mosaic virus* (JYMV), NC\_000947; *Keunjong mosaic virus* (KJMv), JF838187; *Lily mottle virus* (LMoV), NC\_005288; *Narcissus yellow stripe virus* (NYSV), NC\_011541; *Peanut mottle virus* (PeMoV), NC\_002600; *Papaya leaf-distortion mosaic virus* (PLDMV), NC\_005028; *Plum pox virus* (PPV), NC\_001445; *Potato virus A* (PVA), NC\_004039; *Scallion mosaic virus* (ScMV), NC\_003399; *Soybean mosaic virus* (SMV), NC\_002634; *Sweet potato feathery mottle virus* (SPFMV), NC\_001841; *Tobacco etch virus* (TEV), NC\_001555; *Thunberg fritillary mosaic virus* (TFMV), NC\_007180; *Turnip mosaic virus* (TuMV), NC\_002509; *Tobacco vein banding mosaic virus* (TVBMV), NC\_009994; *Tobacco vein mottling virus* (TVMV), NC\_001768; *Watermelon mosaic virus* (WMV C05-464), JF273459; WMV C07-349, JF273459; WMV FMF00-LL1, JF273459; WMV FMF00-LL2, JF273459; WMV Insam, KF637299; *Wisteria vein mosaic virus* (WVMV), NC\_007216; *Zantedeschia mild mosaic virus* (ZaMMV), NC\_011560; *Zucchini yellow mosaic virus* (ZYMV), EF062583.

에서 분리된 WMV C07-349와 WMV C05-464 분리주와 98.7%로 가장 높은 아미노산 서열 상동성을 나타냈다. 또한 유연관계 분석 결과 WMV 분리주들과 같은 그룹에 속하는 것을 확인할 수 있었다(Fig. 4). 이러한 결과로부터 인삼에서 분리한 *Potyvirus*를 WMV-Insam 분리주로 명명하였다. LSON 칩 분석에서 본 인삼 바이러스병을 직접적으로 진단할 수 있었으나, 불행히도 분석 당시에 사용한 LSON 칩에는 WMV 특이적 프로브가 1개만 포함되어 있었기 때문에 정확한 동정을 위하여 추가적인 염기서열 분석이 필요하였다.

**종합고찰.** 본 연구에서 인삼의 생리장애로 취급되어온 황증의 일부 증상이 WMV 감염으로 인한 바이러스병으로 최초로 확인되었다. 세계적으로도 인삼 속 식물에서는 WMV의 감염은 알려져 있지 않다(Brunt 등, 1996). WMV는 우리나라에서 여러 가지 박과 작물에 흔히 발생하고 있으며, 지금까지 박과 식물 이외에는 참깨에서만 보고되어 있다(KSP, 2009). WMV는 최근에 수박(Ko 등, 2004)과 참외(Park 등, 2011) 등에 대발생하여 농업인에게 많은 피해를 주고 있는 바이러스이다. 인삼에 발생한 WMV-Insam은 생물검정에서 기존에 알려진 WMV 분리주와는 병원성이 완전히 다른 새로운 계통으로 확인되었다. 아마도 지금까지 인삼에서 본 바이러스병이 동정되지 않았던 것은 여러 가지 지표식물에서 즙액접종으로 감염이 이루어지지 않았기 때문인 것으로 추정된다. 인삼에서 본 바이러스병이 어디에서 유래하였는지, 그리고 언제부터 발생하였는지는 현재 알 수 없지만, 다른 작물에서 널리 발생하고 있는 WMV의 일반적 특성으로 볼 때 인삼에서 급격히 확산되어 엄청난 피해를 초래할 가능성이 충분히 있는 것으로 판단된다. 우리나라에서 인삼의 경제적 및 문화적 가치를 고려할 때, 인삼에 발생한 WMV-Insam에 대한 중간기주, 매개체, 전염생태, 분포 조사, 병원성 등에 대한 다양한 연구가 시급히 이루어져야 할 것으로 사료된다.

## 요 약

2006년 풍기지역 인삼(*Panax ginseng*)에서 바이러스병 유사증상이 관찰되었으며, 매년 발병율이 증가하였다. 인삼에서 이러한 증상은 지금까지 생리장애의 일부로 다루어졌다. 그러나 전자현미경에서 사상형 바이러스가 관찰되었고, DNA 칩 및 염기 서열 분석으로 *Watermelon mosaic virus*(WMV) 감염으로 인한 결과로 확인되었다. 인삼에 발생한 WMV 분리주는 생물검정에서 기존에 알려진 WMV 분리주들과는 새로운 병원성 계통으로 확인되어 WMV-

Insam 계통으로 명명하였다. 본 논문은 인삼에 발생한 WMV에 관한 최초보고이다.

## Acknowledgements

This research was supported by the Rural Development Administration fund PJ007755 and by a grant from the Next-Generation BioGreen 21 Program (PJ009033), Rural Development Administration, Republic of Korea.

## References

- Banttari, E. E. and Franc, G. D. 1981. Single or combined antisera for detection of *potato viruses S* and *X* in plants of tubers using enzyme-immunosorbent assay. *Phytopathology* 71: 201.
- Brunt, A. A., Crabtree, K., Dallwitz, M. J., Gibbs, A. J., Watson, L. and Zurcher, E. J. (eds.) (1996 onwards). Plant viruses online: descriptions and lists from the VIDE database. Version: 20th August 1996. URL <http://biology.anu.edu.au/Groups/MES/vid/>
- Encyclopedia of Korean Culture. 2012. "Ginseng": The Academy of Korean Studies.
- Flora of Korea Editorial Committee. 2007. The Flora of Vascular Plants of Korea. Academy Publishing Co. pp. 725–732.
- Horne, R. W. and Wildy, P. 1963. Virus structure revealed by negative staining. *Adv. Virus Res.* 10: 101–170.
- Jang, C. S., Lee, J. J., Kim, S. I., Song, J. Y., Yoo, S. J. and Kim, H. G. 2005. Specific detection of root rot pathogen, *Cylindrocarpon destructans*, using nested PCR from ginseng seedlings. *Res. Plant Dis.* 11: 48–55. (In Korean)
- Ko, S. J., Lee, Y. H., Cha, K. H., Park, J. W., Lee, S. H. and Yang, K. Y. 2004. Virus diseases occurred on watermelon in Jeonnam province. *Res. Plant Dis.* 10: 39–43. (In Korean)
- Lee, J. T. 1982a. Studies on virus diseases of medicinal plants in Korea. *Res. Rev. Kyoungpook Univ.* 34: 505–515.
- Lee, K. W., Lee, B. C., Park, H. C. and Lee, Y. S. 1990. Occurrence of cucumber green mottle mosaic virus disease of watermelon in Korea. *Korean J. Plant Pathol.* 6: 250–255. (In Korean)
- Lee, T. B. 1982b. Illustrated Flora of Korea. Hyangmunsa, 575 pp.
- Mishchenko, L. T., Koreneva, A. A., Molchanets O. V. and Boyko, A. L. 2009. Detection of infection agents in medicinal plant in conditions of Ukraine. *Mikrobiolohichnyi zhurnal* 71: 55–61.
- Nam, M., Kim, J. S., Lim, S. M., Park, C. Y., Kim, J. G., Choi, H. S., Lim, H. S., Moon, J. S. and Lee, S. H. 2014. Development of the Large-scale oligonucleotide chip for the diagnosis of plant viruses and its practical use. *Plant Pathology J.* (in press) doi: 10.5423/PPJ.OA.08.2013.0084.
- Park, S. J., Lee, J. H., Nam, M., Park, C. Y., Kim, J. S., Lee, J. H., Jun, E. S., Lee, J. S., Choi, H. S., Kim, J. S., Moon, J. S., Kim, H. G. and Lee, S. H. 2011. Virus disease incidences and transmission ecology of oriental melons in Seongju Area. *Res. Plant Dis.* 17: 342–350. (In Korean)
- Tao, Z., Yan, Z., Song, L., Li, H. and Fan, Z. 2008. Molecular identification of viruses that infect *Panax notoginseng* in China. *Phytopathology* 98: S155.
- The Korean Society of Plant Pathology. 2009. List of plant diseases in Korea. 5th ed., Suwon, Korea. 853 pp. (In Korean)
- Wikipedia. 2013. Web. "Ginseng": The Free Encyclopedia. Wikimedia Foudation, Inc.
- Zhang, Y. J., Yin, J., Li, G. F., Li, M. F., Huang, X., Chen, H. J., Zhao, W. J. and Zhu, S. F. 2010. Oligonucleotide microarray with a minimal number of probes for the detection and identification of thirteen genera of plant viruses. *J. Virol. Methods* 167: 53–60.