

## 고랭지 나리의 바이러스 발생과 RT-PCR에 의한 검정

김수정\* · 함영일 · 신관용 · 류승열 · 유동림 · 정효원 · 최장경<sup>1</sup>

고령지농업시험장, <sup>1</sup>강원대학교 농생물학과

### Occurrence of Viruses in Lilies (*Lilium* spp.) in Highland Areas and Their Detection by One-step RT-PCR

Su Jeong Kim\*, Young Il Hahm, Kwan Yong Shin, Seung Yeol Ryu, Dong Lim Yoo, Hyo Won Jung and Jang Kyung Choi<sup>1</sup>

National Alpine Agricultural Experiment Station, Pyeungchang 232-955, Korea

<sup>1</sup>Department of Agricultural Biology, Kangwon National University, Chuncheon 200-701, Korea

(Received on March 6, 2001)

This study was carried out to examine the incidences of virus diseases in lily plants cultivated in highland areas, and to develop an effective detection method. Viral symptoms on lilies in the highland areas were differentiated into mosaic, crinkle, mottle, stripe and line pattern. The distribution of symptoms on infected plants was 43.8% of mosaic, 29.2% of crinkle, and 10.9% of mottle symptoms. Six viruses such as *Lily symptomless virus* (LSV), *Cucumber mosaic virus* (CMV), *Lily mottle virus* (LMoV), *Lily virus X* (LVX, Potexvirus), *Tabacco mosaic virus* (TMV, Tobamovirus), and *Tabacco rattle virus* (TRV, Tobravirus) were detected from the infected lilies. Infection rate of *Lilium oriental* (cvs. Casablanca and Marcopolo) was 2-4 times higher than that of *L. asiatic* (cvs. Solemio and Prato). Virus detection on lilies by one-step RT-PCR (by using reverse transcription and polymerase chain reaction simultaneously) was more rapid and reliable than by the conventional RT-PCR method.

**Keywords :** *Cucumber mosaic virus*, lily, *Lily mottle virus*, *Lily symptomless virus*, RT-PCR

나리는 수출 절화로 유망한 작물이지만, 주로 구근으로 번식하기 때문에 바이러스에 감염되면 상품성이 떨어지고 후대식물에서도 문제가 된다(김 등, 1994). 전 세계적으로 나리에서 보고된 바이러스는 현재 14종류가 있으며, 국내에서 보고된 것은 *Lily symptomless virus*(LSV), *Cucumber mosaic virus*(CMV), *Lily mottle virus*(LMoV) 등 9종이 있다(장, 1999). 나리는 지역과 품종에 따라 바이러스 발생양상과 발병률이 다르기 때문에(이 등, 1998) 바이러스 감염에 의한 피해를 줄이기 위해서는 종구생산 시 지역과 품종을 고려한 바이러스 검정이 필수적이다.

나리의 바이러스 검정에는 주로 tissue blotting(김 등, 1995), latex 응집법(정과 나, 1995), 면역혈청법 및 특정 염기서열만을 증폭시키는 polymerase chain reaction(PCR) 방법이 사용되고 있다(Takamatsu, 1994; 정 등, 1996). 최근 개발된 RT-PCR에 의한 검정방법은 ELISA와 같은 혈

청학적 방법보다 바이러스 검정에 대한 민감도가 높은 것으로 보고되었다(박 등, 1998; 정 등, 1997).

이 연구는 고랭지 나리에 발생하는 바이러스의 병징, 종류 및 계통별 발병률을 조사·분석하고자 1999년부터 2000년까지 수행하였다. 또한 기존의 RT-PCR 방법보다 간단하며, 역전사반응과 PCR을 동시에 실시함으로써 핵산 추출에서 바이러스 진단까지의 시간을 줄이면서 민감도가 뛰어난 one-step RT-PCR 방법의 적용 가능성을 모색하고자 수행하였다.

### 재료 및 방법

**실험재료.** 평창(대관령, 해발 800 m)과 강릉(왕산, 해발 600 m)에서 재배되고 있는 나리의 오리엔탈 계통인 카사블랑카(*Lilium oriental* cv. Casablanca)와 마르코폴로(*Lilium oriental* cv. Marcopolo), 아시아틱 계통인 솔레미오(*Lilium asiatic* cv. Solemio)와 플라토(*Lilium asiatic* cv. Prato)의 잎을 사용하였다. 대상 바이러스를 *Lily symptomless*

\*Corresponding author  
Phone) +82-33-330-7943, Fax) +82-33-330-7715  
E-mail) sjkim@rda.go.kr

virus(LSV), *Cucumber mosaic virus*(CMV) 및 *Lily mottle virus*(LMOV)로 하여 지역별, 품종별 바이러스의 발생률과 병징 유형별 감염정도를 조사하였다.

**ELISA 검정.** 혈청은 Agdia사로부터 구입하여 이 제품의 사용방법에 따라 수행하였다. 각 시료는 잎조각 1g에 추출완충액 5 ml을 첨가하여 제조하였다. 모든 반응이 완료된 후에는 ELISA reader(Tecan Spectra Rainbow, Austria)로 405 nm에서 흡광도를 측정하였다.

**전자현미경 검정.** 나리 잎으로부터 dip에 의한 바이러스 입자의 관찰을 위하여 Kojima 등(1969)의 방법을 이용하여 바이러스 입자를 2% PTA(pH 6.0) 용액에 염색하여 전자현미경(TEM, Hitachi 7100S)으로 관찰하였다.

**RNA의 추출 분리.** Elise 등(1993)의 방법을 변형시킨 phenol 추출법을 사용하였다. 즉 나리 잎(30 mg)을 액체 질소로 마쇄한 후, 200 µl의 RNA extraction buffer(10 mM Tris-HCl, pH 8.5, 50 mM KCl, 1% SDS, 14 mM 2-mercaptoethanol)와 동량의 phenol:chloroform(1:1)을 첨가한 다음, 30초 동안 vortex한 후 12,000 rpm에서 5분 동안 원심분리하여 얻은 수층의 total RNA를 주형으로 사용하였다.

**Primer 제작.** RT-PCR을 수행하기 위한 각 바이러스의

primer는 이미 보고된 외피단백질 유전자의 염기서열을 기초로 하여 작성하였다(이 등, 1995). LSV의 1,603~1,622 염기서열에 해당되는 5'-GAACCT GCGAACCCCTAG-3'를 upstream primer로 사용하였고, 1,887~1,906 염기서열에 해당되는 5'-C AGACTTCCGCAGTCCAGC-3'를 downstream primer로 사용하였다. LMOV의 894~917 염기서열에 해당되는 5'-CATGGTTTGGTGCATAGAGAAATGG-3'를 upstream primer로 사용하였고, 1,194~1,218 염기서열에 해당되는 5'-GGCTGTTTTTCATCTGGAAGTGTGC-3'를 downstream primer로 사용하였다. CMV의 1,551~1,573 염기서열에 해당되는 5'-TATGATAAGAAGCTTGTTCGCG-3'를 upstream primer로 사용하였고, 2,019~2,038 염기서열에 해당되는 5'-GCCGTAAGCTGGATGGACAA-3'를 downstream primer로 사용하였다.

**RT-PCR 검정.** RT-PCR은 역전사반응과 PCR 반응을 동시에 실시하는 one step으로 수행하였다. RT-PCR을 한 튜브내에서 동시에 이루어지게 하기 위하여 RT-PCR cocktail (total RNA, 10 mM dNTPs, 100pmol primer upstream, 100pmol downstream, thermophilic DNA polymerase, 10x buffer, 25 mM MgCl<sub>2</sub>, 100 mM DTT, 200u MMLV reverse transcriptase, 5u Taq DNA polymerase)을 넣고 3차

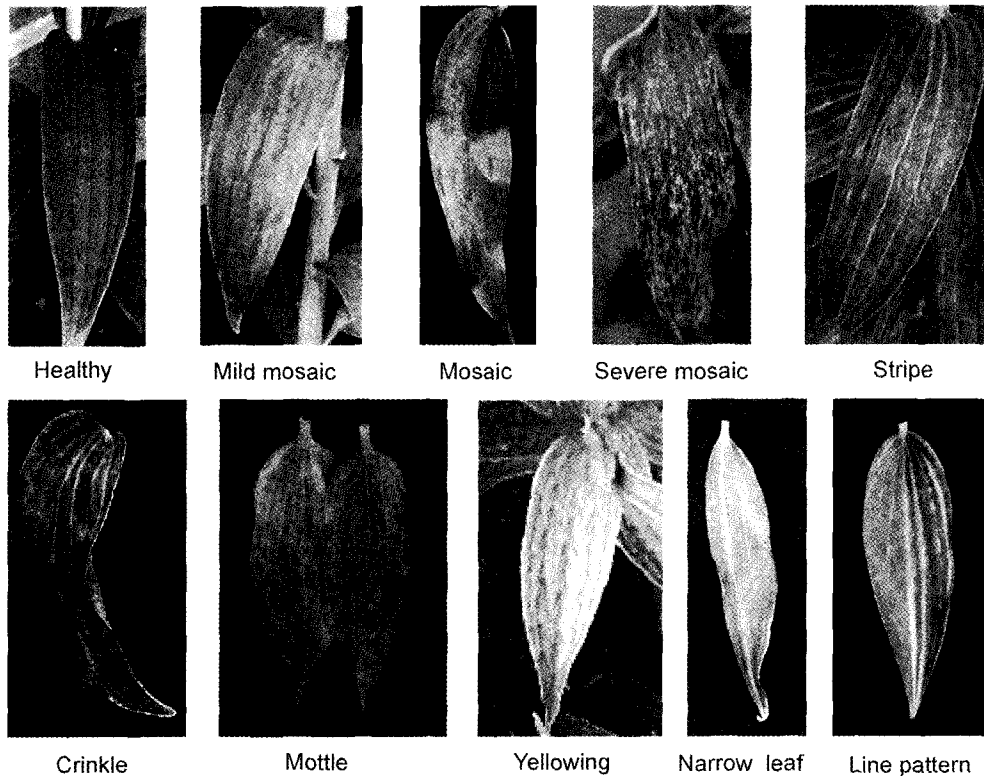


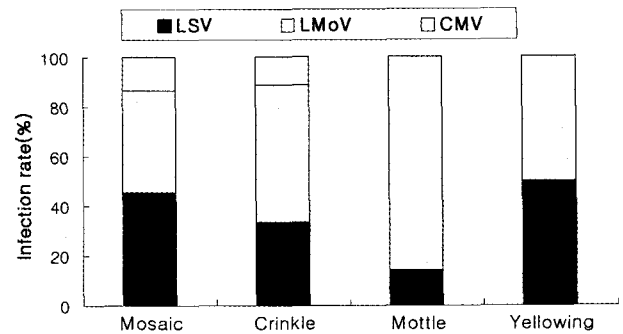
Fig. 1. Various symptoms on lily leaves naturally infected by various viruses in highland areas (Daekwallyong and Wangsan, Korea).

증류수로 최종 volume를 100  $\mu$ l로 조정하였다. 이 반응액은 42°C 45분, 94°C 2분30초, 1 cycle; 94°C 1분, 55°C 1분, 72°C 1분, 35 cycle; 72°C 10분, 1 cycle의 RT-PCR을 실시한 후, RT-PCR 산물을 agarose gel에서 전기영동으로 확인하였다.

## 결과 및 고찰

**나리 바이러스의 병징.** 고랭지(대관령, 왕산)의 나리 재배농가를 대상으로 5~10월에 채취한 바이러스 이병주 137개체를 병징별로 구분한 결과, 바이러스의 병징이 다양하였다. 특히 모자이크 증상이 43.8%로 가장 많이 분포하였으며, 축엽 증상도 29.2%, 퇴록반점 증상도 10.9%였으며, 잎이 좁아지거나 라인패턴 현상(line pattern)도 관찰되었다(Fig. 1). 모자이크 증상은 약, 보통 및 심한 증상으로 구분할 수 있었는데 약한 모자이크 증상은 황화 또는 축엽과 같은 다른 증상과 복합적으로 나타나는 경우가 있었다. 복합적으로 병징이 발현되면 잎이 기형이 되거나 위축되었는데 이러한 결과는 이 등(1998)의 결과와 같았다.

나리의 바이러스는 모자이크 증상의 경우 LSV 45.5%와 LMoV 40.9%로 검정되었고, 축엽증상은 LMoV 55.6%, LSV 33.3% 및 CMV 11.1%로 나타났으며, 퇴록반점은 LMoV가 85.7%와 LSV 14.3%로 검출되었다(Fig. 2). 따



**Fig. 2.** Distribution of *Lily symptomless virus* (LSV), *Lily mottle virus* (LMoV), and *Cucumber mosaic virus* (CMV) according to typical symptoms on lily leaves cultivated in highland areas (Dae-wallyong and Wangsan).

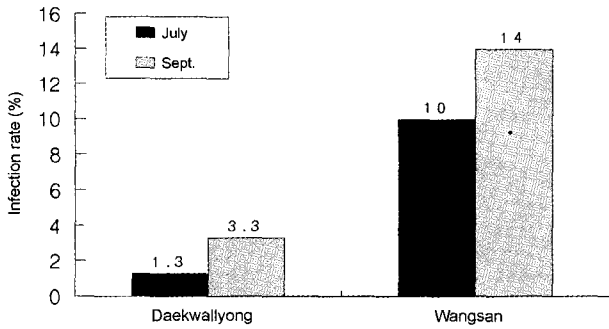
라서 LSV는 나리의 대부분의 병징에서 검정됨을 알 수 있었다. 병징에 관계없이 나리의 인편을 이용하여 검정한 결과 카사블랑카, 마르코폴로 및 르네브 품종 모두 LSV와 LMoV가 주로 검출되었고, 조직배양묘 200개체를 검정한 결과 LSV만이 2개체 유묘에서 검출되었다고 보고하였다(이 등, 1998). 따라서 나리에서 LSV 검정은 필수적이라고 생각한다.

**전자현미경 검정에 의한 나리 바이러스 종류.** 고랭지(대관령, 왕산) 지역을 대상으로 전자현미경에 의한 나리 바이러스 검정결과 LSV 등 모두 6종이 조사되었다(Table 1). 모자이크 증상에서는 LSV가 모두 검출되었으며, CMV

**Table 1.** Morphological characteristics of viruses isolated from lily leaves with various symptoms and their corresponding virus species

Symptom	Particle shape	Particle size(nm)	Corresponding virus <sup>a</sup>
Symptomless	Flexuous	600×13	LSV (Carlavirus)
	Isometric	28~30	CMV (Cucumovirus)
Mosaic	Isometric	600×13	LSV (Carlavirus)
	Isometric	28~30	CMV (Cucumovirus)
	Rod	300~400×18	TMV (Tobamovirus)
Mild mosaic	Flexuous	600×13	LSV (Carlavirus)
	Isometric	28~30	CMV (Cucumovirus)
	Rod	300~400×18	TMV (Tobamovirus)
Severe mosaic	Flexuous	600~700×13	LSV (Carlavirus)
	Flexuous	900×11	LMoV (Potexvirus)
	Rod	180~200×20	TRV (Tobravirus)
	Rod	300~400×18	TMV (Tobamovirus)
Crinkle	Flexuous	600~700×13	LSV (Carlavirus)
	Flexuous	900×11	LMoV (Potexvirus)
	Flexuous	400~500×13	LVX (Potexvirus)
Mottle	Flexuous	600×13	LSV (Carlavirus)
	Flexuous	900×11	LMoV (Potexvirus)
Line pattern	Flexuous	600×13	LSV (Carlavirus)
	Isometric	28~30	CMV (Cucumovirus)

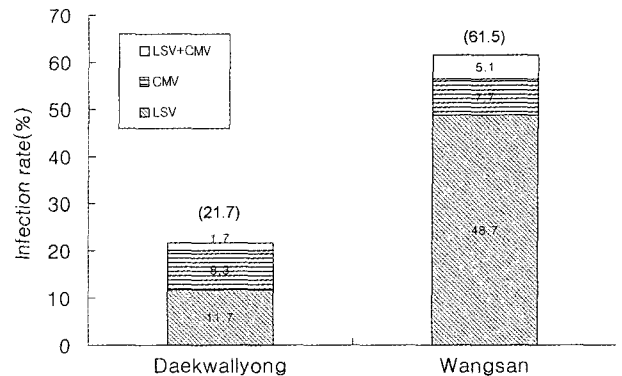
<sup>a</sup> LSV: *Lily symptomless virus*; CMV: *Cucumber mosaic virus*; TMV: *Tobacco mosaic virus*; LMoV: *Lily mottle virus*; LVX: *Lily virus X*; TRV: *Tobacco rattle virus*



**Fig. 3.** Infection rate of viruses by using the visual inspection of *Lilium oriental* cv. Casablanca cultivated in highland areas (Daewallyong and Wangsan) in July and September.

와 함께 2가지 이상의 바이러스에 의한 복합감염이 많았다. 또한 간상형의 *Tobacco mosaic virus*(TMV, 입자크기 300~400 nm)로 추정되는 tobamovirus와 *Tobacco rattle virus*(TRV, 입자크기 180~200 nm)로 추정되는 tobavirus 입자도 상당수 관찰되었다. 이런 결과는 장(1999)이 나라에서 보고한 결과와 일치하였다. 축엽증상에서는 LSV, LMoV가 주로 검정되었으며 사상형인 *Lily virus X*(LVX, 입자크기 600~700 nm)로 추정되는 potexvirus도 함께 검출되었다. 퇴록반점 증상에서는 LMoV가 가장 많이 검출되었으며 LSV도 검출되었다. 전자현미경 검정으로는 나라 바이러스 병징에 따라 한가지 바이러스보다는 여러 종류의 바이러스가 복합적으로 검출하였다. 나라에 발생하는 바이러스 종류에 대해서는 앞으로 보다 세밀한 연구를 통하여 다양한 바이러스에 대해 검토할 필요가 있겠다.

**ELISA 검정에 의한 나라의 바이러스 이병률.** 대관령과 강릉(왕산) 두 지역에서 각각 나라 잎 300개체를 채취하여 육안검정과 ELISA 검정을 수행한 결과, 바이러스의 이병률은 생육시기, 조사지역 및 품종에 따라 약간의 차이가 있었다. 먼저 나라(*Lilium oriental* cv. Casablanca)의 생육시기에 따라 바이러스 이병률을 육안검정하면 다음과 같다(Fig. 3). 대관령의 경우 생육초기(7월 4일) 바이러스 이병률은 1.3%에서 생육후기(9월 20일)에 3.3%로 증가되었고, 강릉에서는 생육초기 10%에서 생육후기에는 14%의 이병률을 나타내었다. 생육초기보다 바이러스 이병률이 대관령이 2%, 강릉은 4% 증가함을 알 수 있었다. 나리는 이미 감염된 구근과 진딧물 등 매개충에 의한 감염 피해로 인하여 생육이 진전됨에 따라 이병률도 증가됨을 알 수 있었다. 지역별로 나라(*Lilium oriental* cv. Casablanca)의 바이러스 이병률을 ELISA로 검정한 결과 대관령은 21.7%, 강릉은 61.5%를 나타내었다(Fig. 4). 또한 두 지역의 LSV에 의한 이병율은 대관령 11.7%와 강릉 48.7%로



**Fig. 4.** Infection rate of *Lily symptomless virus* (LSV) and *Cucumber mosaic virus* (CMV) detected by ELISA in *Lilium oriental* cv. Casablanca cultivated in highland areas (Daewallyong and Wangsan). Values in parentheses indicate the total infection rate of each area.

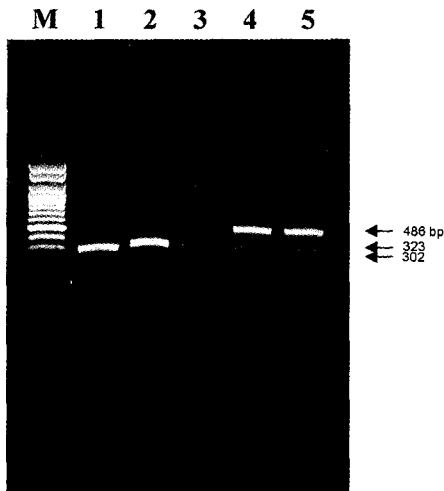
**Table 2.** Infection rate of viruses in *Lilium oriental* hybrids and *L. asiatic* hybrids detected by ELISA

Cultivar	Infection rate (%)			Total
	LSV <sup>a</sup>	CMV	LSV+CMV	
<i>Lilium oriental</i>				
cv. Casablanca	11.7	8.3	1.7	21.7
cv. Marcopolo	30.0	6.7	10.0	46.7
<i>L. asiatic</i>				
cv. Solemio	3.3	0	6.7	10.0
cv. Prato	10.0	0	0	10.0

<sup>a</sup>LSV: *Lilium symptomless virus*; CMV: *Cucumber mosaic virus*.

CMV 이병률보다 높았다. 이것은 강릉(왕산) 지역이 대관령지역보다 지대가 낮아 진딧물 발생이 많아 상대적으로 바이러스 감염기회가 더 많이 주어졌기 때문이 아닌가 생각한다. 품종별로 조사한 결과 바이러스 이병률이 오리엔탈 계통인 카사블랑카에서 21.7%, 마르코폴로에서 46.7%로 아시아틱 계통인 솔레미오와 플라토보다 2~4배 높았다(Table 2). 4품종 모두 LSV가 CMV보다 많았으며 복합 감염도 검정되었다. 이러한 결과는 오리엔탈 계통이 일본에서 육성된 품종으로 꽃이 크고 향기가 있으나 바이러스에 약한 특징이 있다는 보고와 일치하였다(김 등, 1995).

**RT-PCR 검정.** RT-PCR을 이용하여 LSV, LMoV 및 CMV를 검정한 결과 agarose gel 상에 증폭된 DNA 밴드의 유무로 쉽게 바이러스를 진단할 수 있었다(Fig. 5). 기존의 RT-PCR 방법으로는 12시간이 소요되었으나 역전사 방법과 PCR을 동시에 실시하는 one-step RT-PCR을 이용하면 6시간만에 검정이 가능하여 경제적이고 신속하게 진단할 수 있었다. 또한 one-step RT-PCR을 이용하면 potyvirus인 LMoV(Fig. 5의 Lane 2), LSV 및 CMV의 진



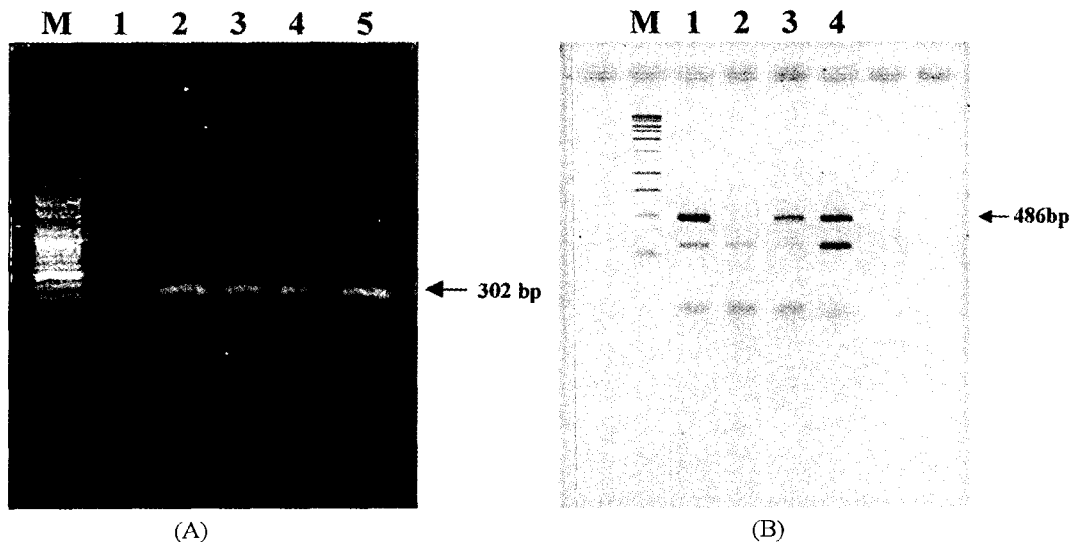
**Fig. 5.** Detection of *Lily symptomless virus* (LSV), *Lily mottle virus* (LMoV) and *Cucumber mosaic virus* (CMV) in *Lilium oriental* cv. Casablanca by one-step RT-PCR through agarose gel electrophoresis of RT-PCR products produced by using RNA templates isolated from lily leaves. M: size marker (1 kb ladder), 1: LSV, 2: LMoV, 3~5: CMV.

단이 가능하고(Fig. 5), 나리의 LMoV 외에 같은 potyvirus에 속하는 감자의 PVY와 배추의 TuMV의 진단도 가능하였다(미발표). 이러한 결과는 potyvirus에 대한 동시 신속진단을 보고한 권 등(1995)의 결과와 같았다.

앞에 나타나는 모자이크, 축엽, 퇴록반점 및 줄무늬 등 모든 병징에서 LSV가 감염된 사실이 RT-PCR로 확인할

수 있었기 때문에(Fig. 6A) 나리의 잠재 바이러스(LSV)는 다양한 형태로 병징을 나타냄을 알 수 있었다. 그러므로 LSV가 다른 바이러스와 복합감염되면 그 병징이 더욱 복잡할 것으로 생각된다. 모자이크 증상을 나타내는 나리잎을 RT-PCR로 검정한 결과 약한 모자이크 증상과 심한 모자이크 증상 모두 486 bp에서 band pattern을 나타내었다(Fig. 6B).

바이러스 병의 방제는 뚜렷한 방제 방법이 없는 현재의 상황에서는 바이러스 무병주를 만들어 계속 유지 증식하고 또한 유지 증식과정에서 바이러스에 감염된 이병주를 조기에 정확 신속히 검정하여 제거하는 것이 가장 좋은 방법이라고 생각된다. 나리 바이러스 검정시 육안검정에 의한 바이러스의 이병정도는 병징만으로도 전체적인 경향을 파악할 수 있었으나 병징에 따라 바이러스 종류를 정확히 진단하기는 어렵다. 전자현미경에 의한 검정으로는 ELISA 검정의 혈청이나 RT-PCR 검정의 Primer 사용없이 한 샘플에서 복합적으로 나타나는 바이러스 종류를 알 수 있었다. 예를 들면 모자이크 증상의 경우 전자현미경 검정시 LSV와 LMoV가 검출되었으며 그 외 다른 tobamovirus와 tobavirus와 같은 바이러스를 검정할 수 있었다. 전자현미경으로 병징별 바이러스 종류를 분석한 결과 LSV가 대부분의 병징에서 관찰되었음은 매우 주목할 만한 점이라고 하겠다. 따라서 고랭지에서는 LSV가 널리 감염되어 있는 것으로 판단되며 이에 따라 LSV 진단은 반드시 수행하여야 할 것으로 사료된다. 또한 RT-



**Fig. 6.** Detection of *Lily symptomless virus* (LSV) (A) and *Cucumber mosaic virus* (CMV) (B) with various symptoms in *Lilium oriental* cv. Casablanca by RT-PCR. Agarose gel electrophoresis of RT-PCR products produced by using RNA templates isolated from leaves of *Lilium oriental* cv. Casablanca. M: size marker (1 kb ladder). A) 1: symptomless, 2: mosaic symptom, 3: crinkle symptom, 4: mottle symptom, 5: stripe symptom, B) 1: positive control, 2: symptomless, 3: mild mosaic symptom, 4: severe mosaic symptom.

PCR로 검정할 경우 모자이크, 축엽, 퇴록반점 및 줄무늬 등 모든 병징에서 LSV를 검정하였고, 특히 모자이크 증상에서는 약한 증상과 심한 증상에서 모두 CMV를 검정할 수 있었기 때문에 민감도가 높은 검정방법이라 생각된다. 그리고 동일 바이러스에서도 계통분리가 계속되므로 최근의 RT-PCR을 이용하여 진단하는 것이 민감도가 뛰어난 방법이라고 보고한 바가 있다(박 등, 1998). 따라서 나리 바이러스의 이병률과 종류, 무병종구 생산을 위한 나리 바이러스의 검정 및 진단을 위해서는 포장에서와 같은 대량검정시에는 ELISA 검정을 도입하고, 조직배양이나 인편번식 등 무병종구 유지증식의 초기단계에서는 바이러스에 대한 민감도가 뛰어난 one-step RT-PCR 방법을 이용하는 것이 바람직한 것으로 판단되었다.

## 요 약

이 연구는 고랭지 나리에서 발생하는 바이러스의 병징, 종류 및 계통별 방병률을 조사 분석하고 효과적인 검정 방법을 개발하고자 수행하였다. 고랭지 나리에서 발생하는 바이러스의 병징은 모자이크, 축엽, 퇴록반점, 줄무늬, 라인패턴을 나타내었으며, 증상별 분포는 모자이크가 43.8%, 축엽이 29.2%, 퇴록반점이 10.9%였다. 바이러스 종류별로는 *Lily symptomless virus*(LSV), *Cucumber mosaic virus*(CMV), *Lily mottle virus*(LMoV) 등 6가지 바이러스가 전자현미경으로 검정되었다. 지역별로는 강릉(왕산)이 대관령보다 바이러스 이병률이 높았으며, 계통별 바이러스 이병률은 오리엔탈 계통(카사블랑카, 마르코폴로)이 아시아틱 계통(솔레미오, 플라토)보다 2~4배 높았다. 바이러스 진단방법으로는 기존의 RT-PCR보다 개선된 one-step RT-PCR 검정이 시간을 줄이면서 민감도가 뛰어나 가장 효과적이었다.

## 참고문헌

- Elise, L. D., Derks, A. F. L. M., Sjes, C. J. A., Lemmers, M. E. C., Bol, J. F. and Langeveld, S. A. 1993. Characterization of potyviruses from tulip and lily which cause flower-breaking. *J. Gen. Virol.* 74: 881-887.
- 장무웅. 1999. 한국 화훼식물 바이러스병의 최근 연구동향. <http://bric.postech.ac.kr/webzine>.
- 정효원, 나용준. 1995. Latex 응집반응법을 이용한 백합에서의 lily symptomless virus(LSV), tulip breaking virus(TBV) 및 cucumber mosaic virus(CMV)의 검출. *한식병지* 11: 396.
- 정영희, 전재홍, 최경화, 김현순, 정혁. 1996. RT-PCR 기법을 이용한 lily symptomless virus의 검정. *한식병지* 12: 187-190.
- 정영희, 전재홍, 최경화, 김현순, 오현우, 정혁. 1997. ELISA 및 RT-PCR 기법을 이용한 potato virus S의 검정. *한식병지* 13: 317-322.
- Kojima, M., Shikata, E., Sugawara, M. and Muraqama, K. 1969. Purification and electron microscopy of potato leafroll virus. *Virology* 39: 162-173.
- 김재영, 이수영, 김현란, 최주건. 1994. 바이리줄 처리에 의한 나리의 바이러스(LSV; lily symptomless virus and CMV; cucumber mosaic virus)방제 효과. *농업과학논문집*. 37: 64-69.
- 김재영, 신학기, 이수영, 임진희, 고재영, 정순경, 최주건. 1995. Tissue blotting법에 의한 나리의 기관 및 조직부위별 바이러스 분포 조사. *한국원예학회지* 36: 843-850.
- 김정수, 최국선. 1990. 황화 줄무늬 병징을 보이는 백합에서 분리한 tomato ringspot virus. *한식병지* 6: 369-375.
- 김영진. 1985. 구근식물 재배기술. *농촌진흥청*. 41-82.
- 권순배, 김재영, 최홍수, 류화영. 1995. 1 step RT-PCR 및 1 pair primer를 이용한 원예작물에 감염하는 수종의 potyvirus의 동시 신속 진단. *한식병지* 11: 396.
- 이진상, 노희선, 홍대기, 이경구, 이윤수, 최장경. 1998. RT-PCR을 이용한 백합 바이러스병 진단. *작물보호논문집* 40: 50-56.
- 이상용, 홍진성, 이진상, 최장경. 1996. 간이 조즙액 추출법을 이용한 RT-PCR 방법에 의한 오이 모자이크 바이러스의 검정. *한식병지* 12: 432-436.
- 이용, 김기청. 1990. Dot-immunobinding assay (DIBA) 및 indirect-ELISA에 의한 국내 구근화훼류 침해 바이러스의 조사. *한식병지* 6: 519.
- 박원목, 심걸보, 김수중, 류기현. 1998. ELISA와 RT-PCR에 의한 국내재배 난에서 심비디움 모자이크 바이러스와 오돈토 글로섬 윤문 바이러스의 검정. *한식병지* 14: 130-135.
- Takamatsu, S., Lin, B. N., Furuta, H. and Makara, K. 1994. RT-PCR mediated cloning and sequence analysis of lily symptomless virus. *Ann. Phytopath. Soc. Japan* 60: 487-490.