

과일 괴저 병징의 단 고추에서 분류동정한 오이모자이크바이러스의 새로운 계통 CMV-NP 특성

조점덕 · 김정수^{1*} · 이중환² · 정봉남

농촌진흥청 원예연구소 원예환경과, ¹농촌진흥청 농업과학기술원 식물병리과,

²경북농업기술원 환경농업연구과

Characteristics of a NP Strain for *Cucumber mosaic virus* (CMV-NP) Identified Newly from Sweet Pepper Showing Fruit Necrosis

Jeom-Deog Cho, Jeong-Soo Kim^{1*}, Joong-Hwan Lee² and Bong-Nam Chung

National Horticultural Research Institute, RDA, Suwon 441-440, Korea

¹National Inst. of Agricultural Science & Tech., RDA, Suwon 441-707, Korea

²Gyeongsangbukdo Agricultural Research and Extension Service, Daegu 702-708, Korea

(Received on October 18, 2007)

A strain of *Cucumber mosaic virus* (CMV) was isolated newly from sweet pepper (*Capsicum annuum* var. *angulosum*) showing necrosis with large necrotic spots on fruits and vein banding with malformation on leaf at Cheongdo area in Gyeongsangbukdo. The new strain was designated as a CMV-NP and the shape of virus particles was isometric of 26 nm in diameter from the sweet pepper fruit by Dip method. The strain of CMV-NP was identified genetically by VC/RT-PCR. CMV-NP could infect systemically on the 9 indicator plants including *Cucumis sativus*, but it could infect locally on *Chenopodium amaranticolor* and *C. quinoa*. CMV-NP induced the specific symptoms of necrotic rings on the inoculated and the upper leaves of *N. rustica* and *Tetragonia expansa*. On *Cucumis sativus*, the large chlorotic ring and vein chlorosis were produced on the upper leaves. CMV-NP had no virulence on *Datura stramonium*.

Keywords : CMV, Fruit necrosis, Sweet pepper

고추에 발생하는 바이러스는 전 세계적으로 66종이 보고되어 있으며(Kim과 Choi, 2002) 우리나라에서는 6종이 중요 바이러스로 알려져 있다(Cho 등, 2006b; Choi 등, 2005). 고추에 발생하여 피해를 입히는 구형 바이러스는 오이모자이크바이러스(*Cucumber mosaic virus*; CMV), 잠두위조바이러스(*Broad bean wilt virus 2*; BBWV2) 그리고 토마토반점위조바이러스(*Tomato spotted wilt virus*; TSWV) 3종이며, 막대형 바이러스는 고추연한모틀바이러스(*Pepper mild mottle virus*; PMMoV)와 담배연녹바이러스(*Tobacco mild green mosaic virus*; TMGMV) 2종이고, 사상형 바이러스는 고추모틀바이러스(*Pepper mottle virus*; PepMoV)이다. 고추에 발생하는 6종의 바이러스들은 TSWV

를 제외하면 대부분 모자이크와 기형 증상을 일으키며 BBWV가 작은 괴저 반점을 일으키는 것으로 보고되어 있다. CMV는 고추 등 주요 작물에 많이 발생하여 피해를 주고 있으며 CMV에 의한 병징은 토마토의 CMV-CARNA5를 제외하면 대부분 모자이크 증상을 일으킨 후 상엽이 가늘어 지고 위축 증상을 일으킨다(Kim과 Choi, 2002; Kim과 Lee, 1991; Kim 등, 1990). 이와 같이 CMV에 의한 증상은 각 작물에서 구분이 가능하나 최근에는 다른 바이러스와 함께 복합감염되어 CMV 감염 시료 중 복합 감염률이 68.8%에 달하고 심한 모자이크 증상을 유발시켜 피해를 증가시키고 있다(Cho 등, 2006b). 경북 청도지역에서 재배하고 있는 단 고추(*Capsicum annuum* var. *angulosum*) 과일에 큰 괴저반점 증상이 발생하였으며 이 괴저 증상은 과일 전체로 괴저가 확산되어 피해가 많이 발생하고 있다. 그러나 고추에서 이미 보고된 바이러스들에 의하여 나타나는 증상과 매우 달랐으며 이와 같이 괴

*Corresponding author

Phone) +82-31-290-0434, Fax) +82-31-290-0406

E-mail) kimjsoo@rda.go.kr



Fig. 1. Necrotic spots and their sinking on the surface (left) and inner part (center) of fruit, and vein banding and malformation of leaf (right) of Paprika in field.

해가 큰 괴저병징을 일으키는 병원체는 CMV의 한 계통으로 새롭게 분류동정되었다. 우리나라에서 최근 보고되어 CMV에 대한 내병성 품종 육성의 주요 바이러스 집종원으로 사용하고 있는 단 고추 분리주인 CMV-PaFM를 비롯한 몇 개의 분리주들의 생물적 특성과 새로운 CMV 계통인 CMV-NP의 생물적 특성이 매우 달라 그 특성을 보고 하고자 하며 내병성 품종육성 등 고추 바이러스 연구에 필요한 다양한 바이러스 분리주를 제공하고자 한다.

병징 및 피해. 경북 청도지역에 매년 발생하여 피해를 주고 있는 단 고추의 과일 괴저 증상 발병률은 약 10%이었으며, 잎의 엽맥녹대 및 기형 증상은 재배 하우스에 따라서 15-55% 발생하였다. 과일에서의 병징은 괴저반점이 생기고 더욱 커지고 합쳐져서 큰 괴저반점이 되며 결국에는 과일 표면 전체가 갈색 괴저 증상이 되었다(Fig. 1). 과일 내부를 보면 외부 표면에서부터 과일 내피까지 괴저 병징이 진행되어 전혀 상품가치가 없었다. 기존에 보고된 CMV-PaFM은 단 고추 과일에 주로 기형 병징을 일으키며 쭈글쭈글한 증상을 일으켜 CMV-NP가 일으키는 과일 괴저 증상과는 구별되었다(Choi 등, 2005).

바이러스 입자 및 유전자 진단. 괴저 증상이 나타난 단 고추 과일을 전자현미경으로 검경한 결과 직경이 약 26 nm인 구형의 바이러스 입자가 다량 검경되었다(Fig. 2). 이 구형 바이러스의 유전자 진단을 위하여 우리나라 고추에 발생하는 구형 바이러스인 BBWV2와 함께 단일 VC/RT-PCR을 수행하였다(Cho 등, 2006a). VC/RT-PCR을 위한 바이러스 흡착은 이병 조즙액을 PCR 튜브에 넣고 4°C에서 30분 동안 처리하였다. 0.05% Tween-20를 넣은 인산완충액으로 2회 세척한 후 바이러스 RNA를 95°C에서 1분 동안 처리하고 RT-PCR 검정을 하였다. 유전자 진단에 이용한 프라이머는 CMV-563-CP(F: 5'-tcc ctg ttg agc ccc ctt act tt-3'; R: 5'-ccg tcc gcg aac ata gca gag a-3')와 BBWV2-CP2 (F: 5'-aat gaa gtg gtg ctc aac tac aca-3';

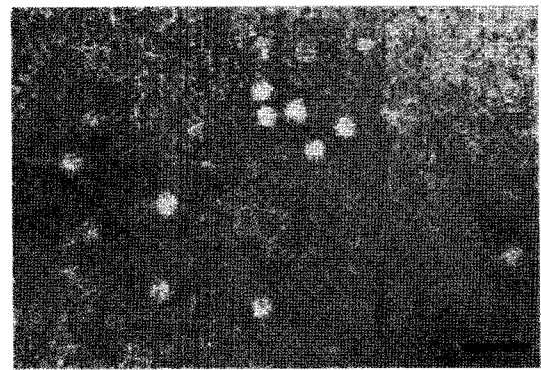


Fig. 2. Electron micrograph of the isometric virus particles of CMV-NP by Dips of sweet pepper fruit showing necrosis stained negatively with PTA 2%. Bar=100 nm.

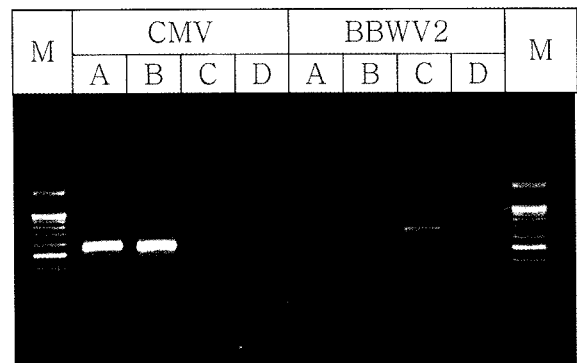


Fig. 3. Detection of CMV-NP by VC/RT-PCR. A, Sweet pepper fruit showing necrosis collected from field; B, *N. benthamiana* infected with CMV-NP; C, Red pepper 'Manitta' infected with BBWV2; D, Healthy *N. benthamiana*; M, marker 1.5 kb, 1.0, 0.9, 0.8, 0.7, 0.6 and 0.5 from top.

R: 5'-ttt gga gca ttc aac cat ttg ga-3')이었다. 포장에서 바이러스에 감염되어 괴저병징을 나타낸 단 고추 과일과 생물순화한 CMV-NP를 인공접종한 담배(*N. benthamiana*) 잎의 즙액을 이용한 VC/RT-PCR 검정을 한 결과 CMV-NP가 단독감염되어 있었다(Fig. 3).

Table 1. Biological characteristics of CMV-NP and other CMV isolates reported in Korea by mechanical inoculation

Plant	Reactions induced by				
	CMV-NP	CMV-Sa	CMV-Mf	CMV-PaFM	CMV-CARNA5
<i>Chenopodium quinoa</i>	LNL/-	NL/-	NL/-	NL/-	NL/-
<i>C. amaranticolor</i>	NL/-	NL/-	NL/-	NL/-	NL/-
<i>Physalis floridana</i>	NS/SM	VN/M	-/M	-/-	-/SM
<i>Gomphrena globosa</i>	NS/Mal	NS/M	-/-	-/-	NS/SM
<i>Nicotiana rustica</i>	RS/RS	RS/M	-/M	-/-	NS/M
<i>N. tabacum</i> 'Ky-57'	NS/VB	RS/RS,M	-/M	-/M	NS/M
<i>N. benthamiana</i>	Y/M,CR,MAL	NS/M,D	-/M*	-/M*	NS/SM
<i>Tetragonia expansa</i>	NR/NR	NS/M	-/M	-/-	CR/-
<i>Datura stramonium</i>	-/-	NS/NS	-/M	-/M	CS/M
<i>Cucumis sativus</i>	-/CR,VCh	-/M	-/M	-/M	-/M
<i>Lycopersicon esculentum</i>	-/M	*	*	*	-/BN
<i>Capsicum annuum</i>	-/MM	-/M	-/M	-/MM	-/M

CR, chlorotic ring; CS, chlorotic spot; D, death; LNL, large necrotic lesion; M, mosaic; Mal, malformaion; NL, necrotic lesion; NR, necrotic ring; NS, necrotic spot; RS, ring spot; SM, severe mosaic; VB, vein banding; VCh, vein chlorosis; VN, vein necrosis; * not tested. The commercial cultivars of *Capsicum annuum* for CMV-NP were 'Ggari', 'Bugang' and 'Manita'. CMV-Sa isolated from *Stellaria aquatica* (Choi *et al.*, 2004). CMV-Mf from *Melandryum firmum* (Choi *et al.*, 1998). CMV-PaFM from sweet pepper (Kim *et al.*, 2002). CMV-CARNA5 from table tomato (Choi *et al.*, 2001).

생물적 특성. 괴저 증상을 나타내는 단 고추 과일과 잎을 지표식물에 인공접종하여 병원성 검정을 하였다. 사용한 완충액은 0.01 M 인산완충액(pH 7.0)이었으며 지표 식물은 2-3엽기의 유묘를 이용하였다. 명아주 국부 병반을 이용하여 생물순화를 한 CMV-NP는 명아주(*Chenopodium amaranticolor*, *C. quinoa*)에 국부감염을 일으켰고 독말풀(*Datura stramonium*)에서는 병원성이 없었으며, 땅파리(*P. floridana*) 등 9개 지표식물에서는 전신감염을 일으켰다 (Table 1). CMV-Mf와 CMV-PaFM의 병원성과 비교하여 보면 독말풀과 천일홍(*Gomphrena globosa*)에서 무 감염과 감염의 매우 상반된 병징을 나타내어 CMV-NP가 매우 특이한 병원성을 갖는 새로운 계통임을 알 수 있었다. 또한 담배(*N. rustica*, *N. benthamiana*)와 번행초(*T. expansa*) 그리고 오이(*Cucumis sativus*)에 나타난 원형 반점은 CMV-NP 만이 일으키는 병징으로서(Fig. 4), 기존에 보고된 CMV 분리주들에 의하여 나타나는 병징과는 매

우 다른 특이한 병징이었다. 고추 시판품종 중에서 이병성으로 알려진 '파리' 고추에서는 매우 병원성이 강하였으며 저항성으로 알려진 시판 품종인 '부강'과 '마니파' 고추에서도 모자이크 증상과 함께 시간이 지나면서 전형적인 CMV 병징인 심한 모자이크와 세잎화 병징으로 발달하였다. 저항성으로 알려진 고추 품종에서의 병원성은 고추 분리주인 CMV-VCH 분리주(Cho 등, 2006b)와 병원성이 유사하여 고추에 발생하는 CMV 분리주의 병원성은 강 저항성으로 알려진 시판품종의 이병화로 진행되는 것으로 판단되었다.

요 약

경북 청도지역의 단 고추 과일에 나타난 큰 괴저 반점 및 과일 괴저와 잎에 엽맥 녹대 및 기형 병징을 일으키는 바이러스는 오이모자이크바이러스의 새로운 계통인



Fig. 4. Symptoms induced by CMV-NP by mechanical inoculation. Large necrotic spots on the inoculated leaf of *Chenopodium quinoa* (left). Large chlorotic rings with mild mosaic on the upper leaves of cucumber (center). Mosaic on the upper leaves of *N. glutinosa* (right).

CMV-NP로 분류동정되었다. CMV-NP는 직경이 26 nm의 구형이었으며, VC/RT-PCR 유전자 진단결과 CMV로 확인되었다. CMV-NP는 오이(*Cucumis sativus*) 등 9개 지표 식물에 전신감염을 일으켰으며, 명아주(*Chenopodium amaranticolor*; *C. quinoa*)에 국부감염을 일으켰다. CMV-NP는 담배(*N. rustica*)와 번행초(*Tetragonia expansa*)의 겹종잎과 상엽에 특이한 괴저 원형 반점을 일으켰다. 특히 오이에서는 상엽에 큰 퇴록 원형반점과 엽맥퇴록 병징을 일으켰으며 독말풀(*Datura stramonium*)에서는 병원성이 없었다.

참고문헌

- Cho, J. D., Kim, J. S., Kim, H. R., Chung, B. N. and Ryu, K. H. 2006a. Convenient nucleic acid detection for *Tomato spotted wilt virus*: Virion captured/RT-PCR (VC/ RT-PCR). *Res. Plant Dis.* 12: 139-143.
- Cho, J. D., Lee, S. H., Kim, J. S., Choi, G. S., Kim, H. R., Chung, B. N. and Rye, K. H. 2006b. Characteristics of *Cucumber mosaic virus*-VCH causing vein chlorosis on red pepper in Korea. *Res. Plant Dis.* 12: 226-230.
- Choi, G. S., Kim, J. H., Kim, J. S. and Choi, J. K. 2004. Characterization of *Cucumber mosaic virus* isolated from water chickweed. *Plant Pathol. J.* 20: 131-134.
- Choi, G. S., Kim, J. H., Lee, D. H., Kim, J. S. and Ryu, K. H. 2005. Occurrence and distribution of viruses infecting pepper in Korea. *Plant Pathol. J.* 21: 258-261.
- Choi, H. S., Ryu, J. K., Ahn, K. K., Cho, J. D. and Kim, J. S. 2001. *Cucumber mosaic cucumovirus*-CARNA5 causing bud necrosis on table tomato. *Plant Pathol. J.* 17: 169-173.
- Choi, J. K., Kim, H. J., Hong, J. S., Kim, K. W. and Lee, S. Y. 1998. Identification of *Cucumber mosaic virus* isolates in Korea. *Plant Pathol. J.* 14: 7-12.
- Kim, J. H., Choi, G. S. and Choi, J. K. 2002. Characterization of *Cucumber mosaic virus* subgroup II isolated from paprika in Korea. *Plant Pathol. J.* 18: 6-11.
- Kim, J. S. and Choi, G. S. 2002. Viruses infecting pepper and their characteristics. *J. Kor. Capsicum Res. Coop.* 7: 23-47.
- Kim, J. S. and Lee, K. H. 1991. Virus disease incidence and symptom expression of peppers cultivated in vinyl house, and serological relation ship of CMV isolates from peppers. *Res. Rept. RDA (C.P)* 33: 8-14.
- Kim, J. S., Kim, S. K., Choi, G. S. and Lee, M. W. 1990. Virus disease incidence and symptom appearance in red pepper. *Korean J. Plant Pathol.* 6: 125-132.