

CGMMV 감염시기가 수박과 오이의 생육 및 품질에 미치는 영향

고속주* · 이용환 · 이태선¹ · 양광열² · 박진우³ · 최홍수³전남농업기술원 식물환경연구과, ¹(주)코메드, ²유타 주립대학 생물학과, ³농업과학기술원 식물병리과

Influence of CGMMV Infection Times on Growth and Quality of Watermelon and Cucumber

Sug-Ju Ko, Yong-Hwan Lee, Tae-Seon Lee¹, Kwang-Yeol Yang²,
Jin-Woo Park³ and Hong-Soo Choi³

Jeonnam Agricultural Research and Extension Services, Naju 520-715, Korea

¹Kormed Co, Seoul 135-010, Korea²National Institute of Agricultural Science and Technology, Suwon 441-707, Korea³Department of Biology, Utah State University, 5305 Old Main Hill, Logan, UT 84322-5305, USA

(Received on January 30, 2004)

We investigated the effect of infection time of CGMMV on the growth and quality of watermelon and cucumber plants. The effect (damages by CGMMV) was estimated on the watermelon where CGMMV had been inoculated at different growth stages, vegetative (transplanting stage, vegetative growth stage) and reproductive growth stage (fruiting stage and fruit hypertrophy stage). In the case of cucumber, CGMMV was inoculated at transplanting stage and first flowering stage, respectively. When watermelon was infected with CGMMV at vegetative growth stage, vine length, internode length, leaf area, and fruit weight of the plants largely decreased compared with control plants, while the infected plant growth was not very different from control plants when it was infected at reproductive growth stage. Brix of the fruit of watermelon also decreased when the plants was infected with the virus earlier than fruiting stage. The occurrence of 'Pisubag', internal discoloration and decomposition of watermelon fruits, tended to be increased as earlier infection time with CGMMV. In the case of cucumber, infection time with CGMMV did not influence earlier growth of the plants, but did later growth showing that plant height, vine length, internode length, number of leaf, leaf wide, and leaf length of the plants decreased as infection time became to be earlier.

Keywords : CGMMV, Cucumber, Growth stage, Temperature, Watermelon

오이녹반모자이크바이러스(*Cucumber green mottle mosaic virus*; CGMMV)는 1989년에 경남 진주의 수박재배 농가에서 최초로 발생이 보고되었고, 오이는 1995년에 충남 서산에서 처음으로 발생이 확인되었다(이 등, 1990; 최, 1995). 그러나 1998년에는 전국적으로 CGMMV가 만연하여 수박의 경우 463 ha의 재배지에서 발생하였고, 1999년에는 전남 순천과 보성지역의 오이에 5.3 ha에 걸쳐 발생하였다(Choi, 2001).

수박이 CGMMV에 감염되면 잎에 불규칙한 퇴록증상과 담록색 모자이크가 나타나고 심한 경우에는 요철 증상을 초래한다. 하지만 열매에서는 과육이 수침상 병반을 보이거나 공동과를 유발하여 피수박(Konnyaku, 곤약증상)이라 불리는 과실이상증상이 나타난다(이 등, 1990; 이, 1997; 小室 등, 1971). 오이는 잎에 엽맥투명 현상을 보이기도 하고 퇴록모자이크나 퇴록운문을 초래하기도 하며 과실에는 심한 퇴록증상을 유발하여 상품성을 하락시키는 것으로 알려져 있다(최, 1995). 하지만 CGMMV의 감염이 수박이나 오이의 생육 및 상품성 하락에 미치는 피해해석에 대한 직접적인 연구는 아직 이루어진 바 없다. 본 연구에서는 오이녹반모자이크바이러스의 감염시기가

*Corresponding author

Phone)+82-61-330-2686, Fax)+82-61-336-4076

E-mail)kosj@jares.go.kr

오이와 수박의 생육 및 품질에 미치는 영향을 조사하기 위하여, 생육 초기부터 후기까지 생육단계별로 구분하여 CGMMV를 접종하여 나타난 피해를 분석하였다.

재료 및 방법

바이러스 접종원. 바이러스 접종원은 1998년 전남 곡성지역의 수박에서 채집하여 순수 분리한 CGMMV-GW1를 사용하였고, 시료는 오이에서 증식하여 -70°C 에 보관하면서 사용하였다. 바이러스 접종은 오이 이병 엽을 0.01 M 인산완충액(pH 7.0)에 넣고(1:5, w/v) 마쇄한 후 silicon carbide(600 mesh)를 이용하여 접종하였다.

재배법과 접종시기. 수박은 FR-Bodyguard에 접목한 슈퍼금천을 3월 하순에 200×40 cm 간격으로 정식하여 비닐하우스에서 무 가온으로 재배하였다. 적심은 본엽 4-5엽기에 실시하여 3덩굴로 유인하여 재배하였다. 오이(입추낙합)는 호박(흑종호박)에 접목하여 2월 중순에 90×20 cm 간격으로 정식하여 비닐하우스에서 재배하였다. 하우스 내 온도관리는 오전에는 $25 \sim 28^{\circ}\text{C}$ 로 높게 유지시키고, 밤 12시까지 15~18 $^{\circ}\text{C}$, 오전 7시까지 10~12 $^{\circ}\text{C}$ 로 유지되도록 온풍기를 가동하였다.

바이러스 접종시기는 수박은 정식기, 경엽신장기, 착과기, 과실비대기로 구분하여 실시하였다. 정식기는 정식 5일 후, 경엽신장기는 정식 25일 후, 착과기는 수정 직후(정식 후 약 45일경), 과실비대기는 정식 67일 후에 바이러스를 상엽에 접종하였다. 각 처리구는 망실로 격리하였으며 완전임의배치법 3반복으로 반복 당 15개체를 처리하였다. 오이는 정식기와 첫 개화기로 구분하여 정식기는 정식 5일 후, 첫 개화기는 정식 30일 후에 바이러스를 상엽에 접종하였다. 각 처리구 사이는 100 cm 간격을 두어 기계적 전염을 방지하였으며 완전임의배치법 3반복으로 30주씩 처리하였다.

온도와 기주에 따른 CGMMV 병징발현. CGMMV의 기주식물인 오이(장형낙합), 수박(슈퍼금천), 참외(금싸라기), 멜론(슈퍼 VIP), 박(FR-Top) 등 5종의 박과작물을 공시하였다. 기주식물은 직경 10 cm의 포트에 정식하여 식물생장상(FLI-301N, EYELA Co., Japan)에서 주간 12시간(20,000 lux), 야간 12시간(0 lux) 조건으로 유지하였고, 온도는 20°C 부터 35°C 까지 5°C 간격으로 처리하였다. 바이러스 접종은 본엽 1엽기에 자엽에 접종하였다. 바이러스병의 발병조사는 접종 후 매일 오전에 모자이크병징 발현 유무를 육안으로 조사하였다. 시험은 5반복으로 5회 실시하였다.

생육 및 품질조사. 수박은 정식 90일 후 수확기에 생

육정도와 과실품질을 조사하였다. 모든 처리구는 반복 당 10주를 조사하였다. 생육조사는 3 덩굴 중 가장 긴 줄기의 초장을 측정하였고, 덩굴의 길이(만장)와 엽수를 조사하여 절간장을 산출하였다. 엽면적은 엽장과 엽폭을 조사하여 두 항목의 곱으로 산출하였다. 과실 품질은 각 처리구의 열매의 무게, 과피의 두께, 그리고 당도는 굴절당도계(Bellingham & Stanley Ltd., U. K.)로 조사하였으며, 피수박 발생율은 과육이 적자색 수침상을 형성하는 면적을 5등급으로 구분하여 (I: 20%이하, II: 21-40%, III: 41-60%, IV: 61-80%, V: 81%이상) 조사하였다.

오이는 정식 90일 후 모든 처리구별로 반복 당 20주를 조사하였다. 생육조사는 20절까지의 길이(초장)와 덩굴의 총 길이(만장)를 측정하고, 엽수를 세어 절간장을 산출하였다. 상위 10절의 엽장과 엽폭을 조사하였다.

결과 및 고찰

온도와 기주에 따른 CGMMV 병징 발현. 생육단계별로 CGMMV를 접종한 결과 정식기 접종은 20.6일, 경엽신장기 접종은 13.3일, 착과기 접종은 12.8일, 과실비대기 접종은 12.6일 후에 담록색의 모자이크 병징이 발현되어 접종시기가 생육후기에 가까워질수록 병징발현에 필요한 기간이 짧아지는 경향을 보였다(Table 1). 이때 바이러스 발병 시기까지 하우스 내부의 일일 평균온도가 정식기에는 18.9°C 에서, 과실비대기에는 24.9°C 로 상승하였는데 이러한 경향은 하우스내부의 온도상승과 연관된 것으로 추정하고(Jensen, 1973), 여러 가지 박과작물에서 CGMMV 발현의 온도별 반응을 조사하였다. 그 결과, 수박은 20°C 에서 17.0일, 25°C 에서는 12.5일, 30°C 에서는 10.1일, 35°C 에서는 7.8일이 소요되었다. 멜론에서는 20°C 에서 14.7일, 25°C 에서는 8.1일, 30°C 에서는 6.5일, 35°C 에서는 5.8일이 소요되었다. 참외와 대목용 박에서도 비슷한 경향을 나타내어 온도가 높아질수록 병징발현에 소요되는 기간이 짧아지는 경향을 보였다. 그러나, 오이의 경우에는 20°C 에서 19.4일, 25°C 에서는 9.3일, 30°C 에서는 5.6일로 병징발현에 소요되는 기간이 짧아지다가 35°C 에서는 다시 21.2일이 소요되어 20°C 보다 길어졌는데 고온에서는 오이의 CGMMV 병징발현이 억제되는 것으로 추정되었다(Table 2).

Pasko 등(1984)은 고추에서 CMV 발현의 온도반응은 21°C 에서 32°C 로 높아질수록, 일장시간은 5시간에서 20시간으로 증가할수록 병징발현 기간이 감소한다고 하였다. 본 실험에서도 일장시간을 12시간으로 하고 온도를 $20^{\circ}\text{C} \sim 35^{\circ}\text{C}$ 까지 5°C 간격으로 조사하였던 결과, 온도가 높

Table 1. Duration for symptom appearance on watermelon inoculated with CGMMV upon different growth stages of watermelon

CGMMV inoculation at ^a	The number of leaf position ^b		Days required for symptom appearance	Mean temperature of PVC house (°C)
	Inoculated	symptom appeared		
Transplanting stage	P. V. ^c	2.8 ± 0.2	20.6 ± 0.6 ^d	18.9 ± 0.1
Vegetative growth stage	6.7 ± 0.7	15.1 ± 0.9	13.9 ± 1.3	21.7 ± 0.2
Fruiting stage	23.8 ± 0.9	31.2 ± 1.7	12.8 ± 0.4	24.4 ± 0.4
Fruit hypertrophy stage	35.0 ± 2.1	41.7 ± 1.3	12.6 ± 1.4	24.9 ± 0.2

^a Watermelons were inoculated with CGMMV at transplanting stage on Mar. 27th, at vegetative growth stage on Apr. 24th, at fruiting stage on May 12th, and at fruit hypertrophy stage on May 29th, respectively.

^b Leaf position of secondary vine.

^c Primary vine.

^d Means of three replications ± standard deviation.

Table 2. Effect of inoculation temperature on symptom development in cucurbits inoculated with CGMMV

Crops	Duration for symptom appearance (day) ^a			
	20°C	25°C	30°C	35°C
Cucumber	19.4 ± 1.9a	9.3 ± 0.3b	5.6 ± 0.5c	21.2 ± 0.9a
Watermelon	17.0 ± 2.6a	12.5 ± 3.0b	10.1 ± 1.3bc	7.8 ± 1.3c
Melon	14.7 ± 0.7a	8.1 ± 0.6b	6.5 ± 1.9bc	5.8 ± 0.5c
Oriental melon	19.9 ± 1.6a	8.7 ± 0.8b	6.5 ± 2.0dc	6.0 ± 1.2c
Bottle gourd	14.6 ± 0.8a	9.8 ± 1.4b	7.1 ± 1.0c	7.4 ± 0.8c

^a Days required for symptom appearance after CGMMV inoculation. Data are means of three replications ± standard deviation. CGMMV was inoculated at the 1st leaf of cotyledon. Means followed by a common letter are not significantly different at the 5% by DMRT.

Table 3. Effect of inoculation time of CGMMV at different growth stages on growth of watermelon

Inoculation times	Vine length (cm)	No. of leaves	Internode length (cm)	Leaf areas (cm ²)
Transplanting stage	276 ± 49.7b ^a	38.9 ± 0.5a	7.6 ± 0.4b	10,346 ± 2,977a
Vegetative growth stage	353 ± 76.7ab	41.0 ± 6.2a	7.6 ± 1.6b	12,048 ± 3,190a
Fruiting stage	421 ± 71.0a	43.5 ± 4.3a	9.3 ± 0.4ab	18,635 ± 2,139b
Fruit hypertrophy stage	440 ± 45.2a	45.7 ± 4.3a	10.4 ± 1.0a	20,618 ± 1,473b
Healthy plant	441 ± 35.4a	45.9 ± 3.6a	9.6 ± 0.8a	22,783 ± 1,983b

^a Means of three replications ± standard deviation. Means followed by a common letter are not significantly different at the 5% by DMRT.

을수록 병징발현 기간이 짧아져 온도가 높아질수록 바이러스의 전신 이동이 증가함으로서 병징발현 기간이 짧아지는 일반적인 경향으로 Jensen(1973)의 보고와 일치하였다. 그러나 오이는 30°C까지는 짧아지다가 35°C에서는 병징발현 기간이 길어지는 경향을 보였는데 이는 온도가 높아질수록 병징발현 기간이 짧아지는 것이 일반적이거나 경우에 따라 병징이 약화되거나 은폐(masking)된다는 보고(Dahal 등, 1998; Jensen, 1973; Tu와 Buzzell, 1987)에 비추어, 고온에 의한 은폐현상으로 추정되며 보다 자세한 검토가 요망된다.

수박 생육에 미치는 영향. 감염시기가 수박의 생육에 미치는 영향을 알아보기 위해 접종시기별 생육의 차이를 조사해 본 결과, 접종시기가 빠를수록 생육이 저하되었다. 만장의 경우, 무처리 441 cm에 비해 정식기 접종이 37.4%로 감소하여 생육이 아주 저조하였고, 경엽신장기 접종은

20.0% 정도 감소하였으며, 착과기 이후의 접종은 생육에 큰 차이를 나타내지 않아서 처리간에 차이가 없었다(Table 3). 엽수는 무처리에 비해 정식기와 경엽신장기에 CGMMV 감염시 각각 15.3, 10.7%로 감소하였고 생육후기 접종일수록 감소하는 경향이었으나 처리간 유의차는 없었다. 절간장은 각각 정식기와 경엽신장기가 착과기 이후와 무처리에 비해 아주 짧았으며 유의차를 보였다. 엽면적은 무처리에 비해 정식기와 경엽신장기 접종이 각각 54.6%, 47.1% 감소하였고, 착과기 접종은 18.2%였으며, 과실비대기 접종은 9.5%로 경엽신장기 접종구까지는 큰 차이를 보였으나 착과기와 과실비대기 접종구는 완만한 차이를 보였다.

수박 품질에 미치는 영향. 접종시기에 따라 품질에도 큰 영향을 주어 과중은 무처리에 비해 정식기와 경엽신장기 접종구에서 열매가 크게 작아지는 경향을 나타냈으

Table 4. Effect of CGMMV infection at different growth stages on fruit qualities of watermelon

CGMMV infection at	Fruit weight (kg)	Thickness of rind (mm)	Sugar content (°Brix)
Transplanting stage	3.9 ± 1.1c ^a	10.7 ± 1.2a	9.7 ± 0.4b
Vegetative growth stage	5.3 ± 0.6b	11.3 ± 1.8a	9.5 ± 0.4b
Fruiting stage	7.6 ± 0.5a	16.4 ± 1.9b	9.7 ± 0.6b
Fruit hypertrophy stage	7.9 ± 0.5a	12.9 ± 1.7a	10.1 ± 0.6ab
Healthy plant	8.5 ± 0.9a	11.8 ± 1.5a	11.0 ± 0.6a

^aMeans of three replications ± standard deviation. Means followed by a common letter are not significantly different at the 5% by DMRT.

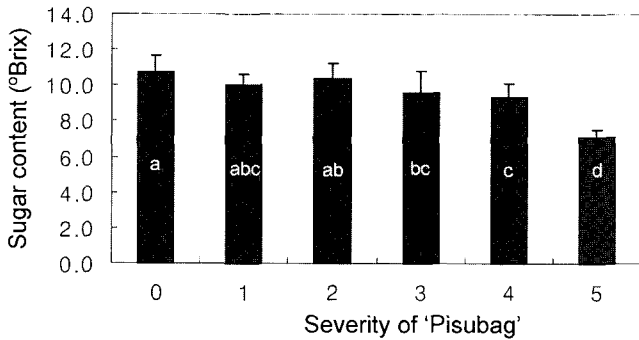


Fig 1. Sugar content (°Brix) of watermelon fruit depending on severity of 'Pisubag', internal discoloration and decomposition of watermelon fruits. 0 : None, 1 : less than 20%, 2 : 21 - 40%, 3 : 41-60%, 4 : 61-80%, 5 : more than 81%.

며, 정식기, 경엽신장기, 무처리를 포함한 착과기 이후의 3개 그룹 간에 통계적 유의차를 보였다(Table 4). 당도는 무처리에 비해 낮았으나 처리간 큰 차이를 보이지 않았다. 과육부분의 피수박 증상 정도에 따라 5등급으로 나누어 당도를 측정된 결과, 건전과는 10.7°Brix인 것에 비해 수침상 정도가 20%이하는 10.0°Brix, 20~40%는 10.4°Brix, 40~60%는 9.6°Brix, 60~80%는 9.4°Brix, 80%이상은 7.1°Brix로 피수박 정도가 심할수록 당도가 낮아지는 경향을 보였다(Fig. 1).

피수박 발생율은 정식기 75.0%, 경엽신장기 60.8%, 착과기 51.7%, 과실비대기 36.0%, 무처리 19.5%로 접종시기가 빠를수록 피수박 발생율이 높아지는 경향을 보였다. 이에 따른 상품과의 비율도 정식기 7.5%, 경엽

신장기 20.8%, 착과기 22.5%, 과실비대기 62.1%, 무처리 75.7%로 착과기까지 바이러스에 감염되면 상품율을 크게 하락시키는 요인으로 작용하는 것으로 판단되었다(Table 5). 피수박 발생율은 착과전이나 착과기 직후 또는 과실 직경이 2 cm와 8 cm일 때 큰 영향을 받아 피수박 발생율이 높다고 한 결과와 일치하지만 착과기 이후는 일치하지 않는 경향을 보였는데, 착과기 이후에는 관수, 차광 등의 재배적인 방법에 영향을 받은 것으로 추정되었다(박 등, 2000; 木谷·木會, 1971; 小峯 등, 1971). CGMMV는 1998년 대목용 박의 오염종자에 의해 전국적으로 크게 문제가 된 후 피해에 대한 인식이 높아졌다. 이는 CGMMV에 감염되면 흔히 '피수박'이라고 불리우는 증상에 의해 과실의 상품성이 거의 없어 막대한 경제적인 손실을 초래하기 때문이다. 따라서 조기 감염주는 2차전염이나 상품성 하락의 원인이 되므로 일찍 제거하는 것이 바람직하다고 생각된다.

오이 생육에 미치는 영향. CGMMV 접종시기에 따른 오이생육 조사결과(Table 6) 초장은 접종시기별로 큰 차이는 없었으나, 만장은 무처리에 비해 정식기 접종은 35.3%, 첫개화기 접종은 20.9% 감소하여 접종시기가 빠를수록 짧은 경향을 보였다. 엽수는 무처리에 비해 정식기가 엽수도 작고 절간장도 짧은 경향이였다. 엽장과 엽폭은 상위 10절을 조사한 결과, 정식기 11.6 cm, 15.4 cm, 첫개화기 12.6 cm, 15.7 cm, 무처리는 15.7 cm, 20.1 cm이었다. 오이는 CGMMV의 감염시기가 빠를수록 생육이 저조하였다. Fletcher 등(1969)은 정식기 또는 정식 전에 오

Table 5. Effect of CGMMV infection at different growth stages on appearance of malformed fruit of watermelon

CGMMV infection at	Pisubag ^a (%)	Puffy fruit ^b (%)	Yellow fiber ^c (%)	Healthy fruit (%)
Transplanting stage	75.0	4.2	16.7	7.5
Vegetative growth stage	60.8	15.0	10.0	20.8
Fruiting stage	51.7	34.2	5.6	22.5
Fruit hypertrophy stage	36.0	0	7.4	62.1
Healthy plant	19.5	4.8	4.2	75.7

^aPisubag showing water-soaked dirty red in the inner pulp of watermelon.

^bPuffy fruit contained crescent-shaped crevices.

^cThe inner pulp of watermelon was an increase in the yellow fibres.

^dThirty watermelon fruits were examined per a treatment.

Table 6. Effect of CGMMV infection at different growth stages on the growth of cucumber

Inoculation times ^a	Plant height (cm)	Vine Length (cm)	No. of leaves	Internode length (cm)	Leaf length (cm)	Leaf width (cm)
T	145 ± 7.6 ^b	238 ± 29.8 ^c	35 ± 3.3 ^c	6.8 ± 0.3 ^b	11.6 ± 1.7 ^b	15.4 ± 2.0 ^b
F	144 ± 2.4 ^a	291 ± 13.1 ^b	41 ± 1.3 ^b	7.1 ± 0.1 ^b	12.6 ± 0.6 ^b	15.7 ± 1.3 ^b
H	147 ± 4.0 ^a	368 ± 2.5 ^a	46 ± 0.5 ^a	7.9 ± 0.1 ^a	15.7 ± 0.4 ^a	20.1 ± 0.5 ^a

^aCucumber was transplanted on Feb. 14th. CGMMV was inoculated at transplanting stage (T) on Feb. 23th, and at first flowering time (F) on March 27th, respectively. Healthy plant (H)

^bMeans of three replications ± standard deviation. Means followed by a common letter are not significantly different at the 5% by DMRT.

이가 CGMMV에 감염되면 약 15% 정도 수량이 감소하고, 정식 6주 후에 감염되면 수량에 미치는 영향이 적다고 하였는데, 오이녹반모자이크바이러스에 감염되면 생육이 왜소해지고 열매에 퇴록증상을 유발하여 상품성을 하락시키기 때문에 추정된다.

요 약

CGMMV의 감염시기가 수박과 오이의 생육 및 품질에 미치는 영향을 조사하였다. 수박은 생육단계별로 영양생장기(정식기, 경엽신장기)와 생식생장기(착과기, 과실비대기)로 구분하여 CGMMV를 접종하였고, 오이는 정식기와 첫 개화기에 각각 접종하여 피해해석을 실시하였다. 수박의 경우, 영양생장기에 감염되면 만장, 절간장, 엽면적, 과중이 크게 감소하였으나 생식생장기부터는 대조구와 완만한 차이를 보였다. 반면에 당도는 착과기 이전에 접종하면 무처리에 비해 낮았으나 과실비대기에 접종하면 큰 차이가 없었다. 피수박 발생은 감염시기가 빠를수록 증가하는 경향이였다. 오이의 경우 초장은 접종시기별로 큰 차이는 없었으나 만장은 접종시기가 빠를수록 감소하였고 절간장과 엽수, 엽폭, 엽장도 같은 경향이였다.

참고문헌

최충원. 1995. 오이(*Cucumis sativus* L.)에서 분리한 Tobamo- 및 Potyvirus의 생물적 특성에 관한 연구. 강원대학교 석사학위논문. 46pp.

Choi, G. S. 2001. Occurrence of two tobamovirus diseases in

cucurbits and control measures in Korea. *Plant Pathol. J.* 17: 243-248.

Dhal, G., Hibino, H., Cabunagan, R. C., Tionco, E. M., Flores, Z. M. and Aguiro, V. M. 1990. Effect of temperature on symptom expression and reliability of banana streak badnavirus detection in naturally infected plantain and banana (*Musa* spp). *Plant Dis.* 82: 16-21.

Fletcher, J. T., George, A. J. and Green, D. E. 1969. *Cucumber green mottle mosaic virus*, its effect on yield and its control in the Lea Valley, England. *Plant pathology* 18: 16-22.

Jensen, D. G. 1973. Systemic movement of *Barley yellow dwarf virus* in small grains. *Phytopathology* 63: 854-856.

木谷清美 · 木會 皓. 1971. キコウリ緑斑モザイクウイルス(スイカ系)のスイカモザイク罹病株における分布と傳染. 四國植物防疫研究 6: 109-117.

小室康雄 · 原比呂志 · 深津量榮 · 長井雄治 · 米山伸吾. 1971. スイカにおける関キ関ユウリ緑斑モザイクウイルス-スイカ系の發生および果實における肉質劣との關係. 日植病報 37: 34-42.

이기운. 1997. 수박에 발생하는 오이녹반모자이크바이러스의 발생과 방제대책. *식물병과 농업* 3(2): 5-11.

이기운, 이봉춘, 박호철, 이용수. 1990. 한국에서 수박에 발생한 오이녹반모자이크바이러스병에 대하여. *한국식물병리학회지* 6: 250-255.

박은석, 노재중, 황 영, 최동철. 2000. 피수박 발생요인 구명. 전라북도농업기술원 시험연구보고서 508-521.

Pasko, P. J., Nicklow, C. W. and Moorman, G. W. 1984. Factors influencing cucumber mosaic virus symptom development in pepper. *HortScience* 19: 586-587.

Tu, J. C. and Buzzell, R. I. 1987. Stem-tip necrosis: a hypersensitive, temperature dependent dominant gene reaction of soybean to infection by soybean mosaic virus. *Can. J. Plant Sci.* 67: 661-665.