

수박에 발생하는 오이녹반모자이크바이러스의 발생과 방제대책

이 기 운

경북대학교 농생물학과

수박재배는 중요한 농가소득원이 될 뿐만 아니라 농산물 수입개방에 따른 대응작물로서 매우 중요한 위치를 차지하고 있다. 그런데 지금까지 우리나라에서는 발병 보고가 없던 오이녹반모자이크 바이러스(cucumber green mottle mosaic virus, CGMMV)가 1989년부터 재배포장에 감염되어 수박의 품질이나 생산량에 큰 장애요인이 되고 있다. 남부지역(함안, 진주)을 중심으로 그 발생면적이 차차 북상하면서 해마다 피해 지역이 늘어가고 있다(4). 최근에는 재배농가에서 “언수박” 또는 “피수박”으로 불리면서 이런 증상이 나타나며(Fig. 1), 그 해 또는 그 포장에서는 수박의 상품성이 전혀 없기때문에 그 피해가 심각한 실정이다. 또한 이 바이러스는 접촉에 의한 즙액전염, 종자전염, 토양전염이 잘 되는 안정성이 매우 높은 것이기 때문에 더욱 더 피해가 크다(5). 재배농민들은 이 바이러스의 전염경로를 불량종자에 있다고 보고 종묘 공급자의 분쟁의 소지가 되고 있다. 이런 피수박 증상의 주요 원인인 오이녹반모자이크바이러스는 Tobamovirus(Fig. 2)로서 1935년 영국의 Ainsworth 에 의해 처음 보고된 후 여러나라에서 발생, 분포하고 있다(1, 2). 1968년에 일본의 千葉, 茨城을 중심으로해서 대발생하여 과육이 변질, 열변(통칭 konnyaku병)이 큰 문제가 되었다(3).



Fig. 1 Symptom of watermelon CGMMV infected.

수박 비닐하우스 재배포장에 대발생하여 수박이 거의 상품화되지 못하였다. 이것은 최근 벼의 수익성이 낮기 때문에 논에서 수박을 연작하는 재배농가가 늘어나서 지난해의 이병잔재물이 그대로 활성을 가진 바이러스가 많이 토양에 오염된 경우와 또는 육묘의 대량 생산화에 따라 육묘공급자의 실수로 오염된 종자를 육묘하여 공급한 것도 대발생의 중요한 원인이라고 보아진다.

1996년에 주요 발병지역에서 수박에 모자이크증상을 나타내며, 생육이 불량한 이병주를 채집하여 감염 바이러스를 검정한 결과(Table 2), 경남 북 그리고 경기도에서 까지 11개 지역에서 오이녹반모자이크바이러스가 심하게 이병되어 있었으며, 경남의 진주와 거창, 경북의 성주, 경기도의 장호원과 조치원에서 수박모자이크바이러스 또는 오이모자이크바이러스가 복합감염되어 있었다.

대체적으로 생육이 아주 불량하고 심한 황색모자이크병징에서 복합감염되어 있었고, 생육후반의 비닐하우스내의 고온을 조절하기위한 공기구멍 근처에서 진딧물에 의해 전염되는 수박모자이크바이러스와 오이녹반모자이크바이러스가 복합감염되어 심한병징(곤약병징)이 나타났다. 이것은 오이녹반모자이크바이러스가 Tobamo virus로서 masking증상이 나타나는 고온의 실내 중앙부위보다 공기구멍 근처에서 식물체내 바이러스증식이 양호하며, 복합바이러스와 함께 심한 피해를 나타낸다고 보아진다. 그리고 채집해 온 수박의 경우 절단면에서는 과육속에 빈틈이 생기며 완숙이 가까와지면 큰 구멍으로 되면서 섬유질만 남은 "곤약" 증상이 나타났다. 이것은 일본에서 보고된 오이녹반모자이크바이러스병의 병징과 차이가 없었다.

수박에서 감염시기별로 병징이 진전되는 것을 보면(Table 3), 유포기나 개화기전에 감염된 잎에서는 심한 mottle 또는 괴저반점을 동반하는 모자이크병징이 나타나고 과실에서도 섬유질덩어리가 뭉친것 같은 증상과 "곤약" 증상이 나타났다. 개화기직전에 감염된 것에서도 초기감염주와 큰 차이

Table 2. Detection of CGMMV and other viruses on watermelon showing konnyaku by negative dipping method in southern part of Korea (1996)

Collected areas	Viruses detected from mosaic symptoms		
	CGMMV	WMV	CMV
Kyungnam, Haman 1	○		
Kyungnam, Haman 2	○		
Kyungnam, Jinju	○		●
Kyungnam, Geochang	○	●	●
Kyungpook, Chungdo	○		
Kyungpook, Sungjoo 1	○		
Kyungpook, Sungjoo 2	○	●	
Kyungpook, Sungjoo 3	○	●	
Kyungpook, Sungjoo 4	○	●	
Kyungkido, Janghoweon	○	●	
Kyungkido, Jochiweon	○	●	

CGMMV : cucumber green mottle mosaic virus.

WMV : watermelon mosaic virus.

CMV : cucumber mosaic virus.

● : marginal parts near the air hole of the fields in vinyl house.

○ : control or marginal parts of the fields in vinyl house.

Table 3. Symptom developing of watermelon according to the CGMMV infected growth stages

Infected time	Developing of the symptoms on fruit		
	Chlorosis	Fibrous ring	Konyaku
Early growth stage ^a	+	+	+
Middle growth stage ^b	+(-)	+	+
Late growth stage ^c	+(-)	+(-)	-

^a infected in seedling or before flowering.

^b infected in before flowering.

^c infected in after flowering or several fruiting.

가 없었다. 그러나 개화기 이후 또는 과실이 몇 개 착과된 후에 감염된 것에서는 잎이나 과육에 심한 병징은 나타나지 않았고, “곤약” 증상도 나타나지 않았다. 이상의 결과를 보면 수박에 오이녹반모자이크바이러스가 일단 감염되면 거의 수확이 불가능하며 상품이 없다고 보아진다.

토양전염

오이녹반모자이크바이러스는 토양전염된다고 알려져있다. 그러나 이병주의 잔재물에 의해 오염된 토양에 재배포장의 건전 수박종자를 심을 경우, 토양전염이 이루어지는 기작을 조사하기 위하여 건전토양에 접종원을 가하여 건전종자를 파종하여 발아된 유묘의 뿌리에 상처를 나게 한것과 상처를 나지 않게 한것에서 토양전염정도를 조사한 결과(Table 4), 상처를 나게 한것에서 뿌리나 잎에서 모두 20주 중 14~16주의 높은 토양전염을 나타냈고 상처를 나지 않게 한것에서는 20주 중에서 7-8주의 토양전염율을 나타내었다. 이것은 뿌리부분이나 잎에서 모두 바이러스입자가 검정된 것을 일부 위의 접촉에 의한 즙액전염이 아닌 것으로 증명되었고, 일반적으로 포장에서는 일부러 상처를 나게 하지는 않기 때문에 실제로 재배과정에서는 생육초기부터 오염된 토양에 의해 심한 토양전염은 되지 않는다고 보아진다. 실제 바이러스가 오염된 토양을 공시하여 토양입자에 바이러스입자가 부착되어있는지를 주사전자현미경으로 관찰한 결과, 토양에 Tobamovirus의 병원바이러스입자가 부착되어 있는것이 관찰되었다. 이것은 토양입자와 함께 바이러스입자가 상당기간 불활화되지 않고 있다가 새로운 기주식물이 심어지면 침입, 감염될 수 있다고 생각되어진다.

Table 4. Detection of CGMMV in cucumber by soil transmission

Replication	Detection of CGMMV in cucumber seedling		
	Wounded		Unwounded
	Root	Leaf	Root
1	14/18 ^a	14/18	8/20
2	16/20	16/20	7/18
3	16/16	16/16	-
Control	0/19	0/19	-

^a No. of plants virus detected/ No. of plant tested

Table 5. Effect of water irrigation in CGMMV soil-borne transmission test by use of cucumber seed

Replication	Time of water irrigated pot				
	1st	2nd	3rd	4th	5th
1	4/5 ^a	4/5	3/4	3/5	2/5
2	5/5	4/4	4/5	2/5	0/5

^a No. of plant virus detected/ No. of plant tested in a pot

또한, 토양수분 즉, 강우가 오이녹반모자이크바이러스의 토양전염에 미치는 영향을 조사하기 위하여 이병수박잎의 마쇄액을 넣은 토양에 오이유묘를 심은 후 포트에 물을 주고 아래에 흘러나오는 물을 다시 건전토양에 오이 유묘를 심은 포트에 들어가게 하는 방법을 반복하여 실시한 결과(Table 5), 첫번째에서부터 다섯번 반복 관수된 포트의 유묘에도 전염될 수 있었다. 이 결과는 포장에서 이병주가 있으면 재배관리과정에서 비닐하우스에서는 관수 또는 노지재배에서는 강우에 의해 쉽게 포장전체를 감염시킬 수 있다고 본다.

종자전염 방제효과

오이녹반모자이크바이러스는 Tobamovirus로서 종피에 부착된 병원 바이러스에 의해 종자전염되기 때문에 바이러스 불활화에 영향을 미치는 물질로 종피에 부착된 바이러스를 제거하여 종자전염을 방제

Table 6. Effect of washing of watermelon seeds infected with CGMMV in seed transmission test

Replication	Detection of CGMMV particle by EM	
	Water after washed of infected	No. of plants germinated
1	+	19/20
2	+	16/16
3	+	18/18

Table 7. Effect of trisodium phosphate solution by seed treatment on CGMMV infected watermelon seeds

Time of immersed	Concentration of trisodium phosphate		
	1%	5%	10%
1 min	25/25 ^a	20/25	20/25
5 min	17/20	15/25	10/20
15 min	15/25	5/20	5/25
30 min	15/25	5/20	5/25

^a No. of seedlings virus detected/ No. of seedlings tested

Table 8. Effect of the milk solution by seed treatment on CGMMV infected watermelon seeds

Replication	Detection of virus particles after immersed in milk		
	1 min	5 min	10 min
1	18/20 ^a	15/20	9/19
2	18/19	14/20	8/18

^a No. of seedling virus detected/ No. of seedling tested.

Table 9. Effect of the milk treatment of watermelon seedling inoculated CGMMV by sap inoculation

Time of milk treatment	Symptom with CGMMV		
	1	2	3
1 min	13/13 ^a	13/15	12/14
3 min	10/13	11/14	8/12

^a No. of seedlings with symptom of CGMMV/ No. of seedling tested.

하고저하였다. 증류수, trisodium phosphate 액, 그리고 우유에 이병종자를 세척 또는 침지한 후, 발아시켜 바이러스 감염을 조사한 결과, Table 6에서와 같이 증류수 세척에서는 이병종자를 씻은 물에서와 마찬가지로 세척 후 발아시킨 유묘에서는 바이러스 입자가 검경되어 방제효과가 전혀 없었다.

Table 7에서와 같이 trisodium phosphate 액에 침지한 것에서는 1%, 5%, 10% 농도에서는 1분과 5분간 처리한 것에서는 효과가 없었고, 15분과 30분 처리한 것은 어느정도 효과가 있었다. 그러나 5% 농도에서 15분이상 침지하면 상당한 종자전염방제효과가 있었다.

Table 8에서와같이 우유액에 이병종자를 10분간 침지하면 20개 종자를 공시해서 8개정도 감염되었으므로 상당한 방제효과가 있는 것으로 나타났다.

종자전염 방제효과는 아니지만, 건전유묘에 우유액을 1~3분간 침지한 후, 수박이병염을 마쇄한 오이 녹반모자이크바이러스를 접종한 결과(Table 9), 3분간 우유에 수박유묘를 침지하여 즙액접종시키면 30%이상의 방제효과가 있었다. 이것은 유묘를 접촉하고 이식할때, 또는 순자르기할 때 우유를 뿌린 후 작업을 실시하면 전염억제에 효과가 있다고 보인다.

참고문헌

- Hollings, H. and Komuro, Y. 1975. *Cucumber Green Mosaic Virus CMI/AAB* Description of Plant Viruses No. 154.
- Komuro, Y., Tochihara, H., Fukatsu, R., Nagai, Y. and Yoneyama, S. 1971. Cucumber green mottle mosaic virus (watermelon strain) in watermelon and its bearing on deterioration of watermelon. *Ann. Phytopath. Soc. Japan*, 37:34-42.

3. 小室康雄. 1973. 野菜のウイルス(キコウリ) p.83-115 誠文堂 新光社.
4. 이기운 · 이봉춘 · 박호철 · 이용수. 1990. 한국에서 수박에 발생한 오이 녹반 모자이크 바이러스 병에 대하여. *한식병지* 6(2):250-255.
5. Rao, A. L. N. and Varma, A., 1984. Transmission studies with cucumber green mottle mosaic virus, *Phytopath. Z.* 109:325-331.
6. Shikata, E. 1978. Studies on diagnosis and control of cucumber green mottle mosaic disease. *Memories of the Faculty of Agriculture Hokkaido University* 11(1):119-128.