

충북지역 주산지 수박, 멜론에서의 바이러스 발생현황

Incidence of Virus Diseases in Major Cultivated Areas of Watermelon and Melon in Chungbuk Province

***Corresponding author**

Tel: +82-43-220-5831

Fax: +82-43-220-5839

E-mail: cuhan@korea.kr

ORCID

<https://orcid.org/0000-0002-8544-2072><https://orcid.org/0000-0002-2739-9299><https://orcid.org/0000-0002-6415-9200><https://orcid.org/0000-0003-3154-8178>한중우^{1*}  · 박영욱¹ · 윤철구¹  · 이석호¹ · 정택구¹  · 최홍수² · 김미경³ ¹충청북도농업기술원, ²국립농업과학원 작물보호과, ³충북대학교 식물의학과Jong-Woo Han^{1*} , Young-Uk Park¹, Cheol-Ku Youn¹ , Seok-Ho Lee¹,
Taek-Goo Jeong¹ , Hong-Soo Choi², and Mi-Kyeong Kim³ ¹Chungcheongbuk-do Agricultural Research and Extension Services, Cheongju 28130, Korea²Crop Protection Division, National Academy of Agricultural Science, Rural Development Administration, Wanju 55362, Korea³Department of Plant Medicine, Chungbuk National University, Cheongju 28644, Korea

To investigate the incidence status of viruses in major cultivated areas of watermelon and melon in Chungbuk Province, samples were collected from 2020 to 2021 in vinyl greenhouse of Jincheon and Eumseong and examined for virus infection using reverse transcription polymerase chain reaction. Of the six viruses on watermelon that was analyzed in this study, watermelons were infected with cucumber mosaic virus (CMV), watermelon mosaic virus (WMV), cucumber green mottle mosaic virus (CGMMV), and cucurbit aphid-borne yellows virus (CABYV). The incidence rate of CMV was 20.9–35.0%, WMV 0.4–15.8%, CGMMV 1.6–38.5%, and CABYV was 3.5–3.7% from 2020 to 2021. But strangely, there were no incidence of zucchini yellow mosaic virus and cucurbit chlorotic yellows virus (CCYV) during investigation. From this result, we knew the major virus was CGMMV on watermelon in Chungbuk Province. Molecular diagnosis assays of the two melon viruses, showed that melons were infected with CABYV and CCYV from 2020 to 2021. The incidence rate of CABYV was 53.9–92.2% and CCYV was 2.7–20.8%. The incidence of CABYV was high in melon cultivation of Jincheon and Eumseong, Chungbuk. Afterwards, it is necessary to establish a control management strategy for reduce the incidence of CABYV. Furthermore, we must pay attention that of CCYV even if the incidence was low.

Keywords: Chungbuk, Melon, Viruses, Watermelon

Received December 1, 2022

Revised December 26, 2022

Accepted December 26, 2022

충북지역 수박 재배면적은 2021년 기준 1,948 ha로 전체 재배면적의 16.6%를 차지하고 있으며, 생산량은 61,357톤으로 전체 생산량의 12.5%를 점유하고 있다(Korean Statistical Information Service, 2021). 충북에서는 진천군과 음성군이 수박 주산지로 농가들은 봄에는 수박을 재배하고 가을에는 수박, 멜

론, 방울토마토, 애호박 등을 당해연도 농산물 가격과 동향을 고려해 선택적으로 재배하고 있다. 수박 재배 농가들은 덩굴쪄김병과 같은 토양병해 발생을 막기 위해 박, 호박과 같은 작물의 뿌리를 대목으로 사용해 접목하여 재배하고 있는데 대부분의 농가에서는 노동력 절감을 위해 접목을 전문적으로 하는 공정 육묘장에 대목과 품종을 의뢰해 접목묘를 구매하여 사용하고 있다(Kim 등, 2022). 그러나 육묘장은 다양한 작물들의 재배 시기에 맞춰 종자를 대량으로 파종하여 밀식 재배하고 접목을

Research in Plant Disease

eISSN 2233-9191

www.online-rpd.org

© The Korean Society of Plant Pathology

© This is an open access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>), which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

Table 1. Primers designed for detection of watermelon and melon viruses

Virus	Primer	Base sequence (5'-3')	PCR product (bp)
CMV	CMV DP u1	CGT CGT GGT TCC CGC TCC G	473
	CMV DP d2	AGC GCG CAT CGC CGA AAG AT	
WMV	WMV-UNI-1F	CAG TTT GAA TCA TGG TAC AGC GC	392
	WMV-UNI-1R	TGT GCT ATT GCT TCT CTT GCC C	
CGMMV	CGMM-N30	ATG GAA CGT ACC GGA ATC	609
	CGMM-C60	AAT TAA GTA AAG TCC TGA CG	
ZYMV	ZYM-C10	AGG CTT GCA AAC GGA GTC TAA T	510
	ZYM-N50	TAT ATA GAG ATG AGA AAT GCA GA	
CABYV	CABYV-u4	ACA CGA GTT GCA AGC ATT GGA AGT	466
	CABYV d3806	AGT ATT CCA GAG CTG AAT GCT GGG	
CCYV	CCYV F2	ATC ACA CCC GAA CAC ATG AAT C	415
	CCYV R2	TCG CTC ATT ACC TTA CCA GTG G	

CMV, cucumber mosaic virus; WMV, watermelon mosaic virus; CGMMV, cucumber green mottle mosaic virus; ZYMV, zucchini yellow mosaic virus; CABYV, cucurbit aphid-borne yellows virus; CCYV, cucurbit chlorotic yellows virus.

하기 때문에 바이러스에 걸린 종자나 작업도구에 의해 바이러스에 쉽게 노출되어 작물에 직접적인 피해를 줄 수 있다. 국내에서는 수박에 cucumber mosaic virus (CMV), melon necrotic spot virus (MNSV), papaya ringspot virus (PRSV), watermelon mosaic virus (WMV), zucchini yellow mosaic virus (ZYMV), cucumber green mottle mosaic virus (CGMMV), kyuri green mottle mosaic virus (KGMMV), zucchini green mottle mosaic virus (ZGMMV) (The Korean Society of Plant Pathology, 2022) 8종이 보고되어있다. 그러나 최근에는 cucurbit aphid-borne yellows virus (CABYV), cucurbit chlorotic yellows virus (CCYV), melon aphid-borne yellows virus (MABYV) 3종이 추가로 발생하여 피해를 주고 있다(Byun 등, 2022). 충북지역에서 멜론은 대부분 수박 후작으로 재배되고 있으며, 일부 농가의 경우 봄과 가을에 걸쳐 두 번 재배를 하고 있다. 충북지역에서는 대부분 멜론을 수박처럼 접목 하지 않고 농가가 직접 종자를 구입해 파종, 육묘하여 재배를 하고 있다. 국내 멜론에 보고되어 있는 바이러스는 CMV, MNSV, CABYV, CCYV 등 11종이며, 이 중 최근에 CABYV와 CCYV가 멜론재배지에서 가장 크게 문제가 되고 있다(Choi와 Choi, 2016; Kwak 등, 2021; The Korean Society of Plant Pathology, 2022).

이러한 이유로 일부 농가는 멜론에 발생하는 CABYV 때문에 멜론 농사를 포기하고 있는 실정이다. 따라서 본 연구는 충북지역 수박과 멜론에 발생하는 바이러스 발생실태를 조사하여 바이러스 방제 대책을 위한 기초 자료로 활용하고자 수행되었다.

바이러스 시료 수집. 수박과 멜론 시료채집은 2020년부터 2021년까지 충청북도 음성군과 진천군 시설하우스에서 실시하였다. 2020년에는 3월부터 4월까지 음성군과 진천군에서 각각 수박을 재배하는 농가 25곳을 선정하여 수박 정식 전 육묘장에서 구입한 접목묘를 농가당 적게는 3점 많게는 10점씩 채집하였다. 6월에는 선정한 수박재배 농가들 중 진천군에서 18 농가를 대상으로 농가당 3개 하우스에서 하우스별 10점씩 총 540점을 채집하였고 음성군에서는 19농가를 대상으로 진천군과 같은 방법으로 570점의 시료를 채집하였다. 멜론은 7월부터 8월까지 진천군에서 8농가를 대상으로 농가당 3개 하우스에서 하우스별 10점씩 240점을 채집하였고 음성군에서도 8농가에서 240점을 채집하였다. 2021년에는 수박은 3월부터 5월까지 월별로 진천군에서 4농가 120점 음성군은 7농가 210점을 멜론은 8월부터 9월까지 진천군 4농가 180점 음성군 7농가 315점을 2020년과 같은 방법으로 채집하였다.

진단 바이러스 종류. 2020년에는 최근 문제가 되고 있는 CABYV, CCYV를 포함하여 수박에 발생하여 피해를 주는 WMV, CMV, ZYMV, CGMMV 등 6종과 멜론재배 농가에 가장 문제가 되는 CABYV, CCYV 2종에 대하여 종 특이 primer (Table 1)를 이용하여 reverse transcription polymerase chain reaction (RT-PCR) 방법으로 진단하였다. 2021년에는 수박에서는 WMV, CMV, ZYMV, CGMMV 4종과 멜론은 CABYV, CCYV 2종에 대하여 2020년과 같은 방법으로 진단하였다.

Table 2. The incidence rate of viruses on watermelon seedling in Chungbuk Province in 2020

Region	Incidence rate, n (%)					
	CMV	WMV	ZYMV	CGMMV	CABYV	CCYV
Jincheon	0	0	0	2/25 (8.0)	0	0
Eumseong	0	0	0	2/25 (8.0)	0	0

CMV, cucumber mosaic virus; WMV, watermelon mosaic virus; ZYMV, zucchini yellow mosaic virus; CGMMV, cucumber green mottle mosaic virus; CABYV, cucurbit aphid-borne yellows virus; CCYV, cucurbit chlorotic yellows virus.

Table 3. The incidence rate of viruses on watermelon in Chungbuk Province on June in 2020

Region	Incidence rate, n (%)					
	CMV	WMV	ZYMV	CGMMV	CABYV	CCYV
Jincheon	0	2/54 (3.7)	0	6/54 (11.1)	2/54 (3.7)	0
Eumseong	0	9/57 (15.8)	0	19/57 (33.3)	2/57 (3.5)	0

CMV, cucumber mosaic virus; WMV, watermelon mosaic virus; ZYMV, zucchini yellow mosaic virus; CGMMV, cucumber green mottle mosaic virus; CABYV, cucurbit aphid-borne yellows virus; CCYV, cucurbit chlorotic yellows virus.

유전자 진단. 2020년 3월부터 4월까지 채집한 수박 접목묘는 1점씩 앞에서 Easy-spin total RNA extraction kit (Intron Biotechnology, Seongnam, Korea)를 이용 Total RNA를 분리하여 BCS RT-PCR 2× Master Mix (Bio Cube, Suwon, Korea)로 RT-PCR을 수행하였다. RT-PCR은 50°C에서 30분, 95°C에서 5분간 역전사 반응 뒤 95°C에서 30초, 55°C에서 30초, 72°C에서 1분을 한 주기로 하여 총 35회 증폭시켰다. PCR 산물은 Fragment Analyzer (Agilent, Santa Clara, CA, USA)를 이용하여 최종 확인하였다. 2020년 6월에 채집한 수박과 7월부터 8월까지 채집한 멜론은 10점을 한 묶음으로 하여 진단하였다. 2021년 수박은 하우스 당 채집한 10점의 시료를 3점, 3점, 4점으로 나누어 각각 하나의 묶음으로 하여 진단하였고 이때 바이러스가 검출이 되면 1점씩 다시 진단하였다. 멜론은 하우스 당 채집한 15점의 시료를 5점씩 3개의 묶음으로 하여 수박과 같은 방법으로 진단하였다.

수박 바이러스 발생양상. 2020년 3월부터 4월까지 충북지역 음성군과 진천군 수박재배 농가에서 정식 전 채집한 수박 접목묘에 대해 바이러스 6종에 대해 RT-PCR 진단 결과 진천군 25농가들 중 2농가에서 CGMMV가 검출되어 8.0%의 감염률을 나타냈고 음성군도 25농가들 중 2농가의 시료에서 CGMMV가 검출되어 8.0%의 감염률을 보였다(Table 2).

CGMMV는 Ainsworth (1935)가 처음 보고한 바이러스로 국내에서는 경남 진주 등 남부지역에서 재배되고 있는 수박에서 처음 발생이 보고되었다(Lee 등, 1990). 이 바이러스는 *Tobamovirus*속

으로 종자·토양·접촉·즙액으로 전염이 되며, 수박에서 CGMMV가 발생하면 과실의 내부는 흑적색 및 동공과로 변하여 상품성이 없어지게 되어 주요한 병원체로 인식되고 있다(Choi 등, 2004a). CGMMV는 국내에 발생이 보고된 이후 수박재배지에서 지속적으로 발생하여 피해를 주고 있으며, CGMMV가 오염된 포장에서 토양전염률은 0.2–3.5%로 낮은 편이지만(Choi 등, 2004) 즙액전염률은 83%가 될 정도로 포장에 이병주가 발생하면 즙액전염으로는 급속히 전파된다(Ko 등, 2004a).

2020년 6월 수박생육이 후기일 때 채집한 시료들을 바이러스 6종에 대해 검정했을 때 바이러스별 감염양상은 Table 3와 같았다. 진천군 54개소에서 CGMMV는 6개소에서 검출되어 11.1%의 감염률을 보였고 WMV와 CABYV는 각각 2개소에서 검출이 되어 3.7%의 감염률을 나타냈다. 음성군 57개소에서 CGMMV가 19개소에서 검출되어 33.3%의 감염률을 나타냈고 WMV는 9개소, CABYV는 2개소에서 검출되어 각각 15.8%와 3.5%의 감염률을 보였다.

최근 박과작물에서 문제가 되고 있는 CABYV는 프랑스에서 1992년에 처음 발생이 보고되었고(Lecoq, 1999) 국내에서는 2014년에 멜론에서 처음 보고되었다(Choi와 Choi, 2016). 이 바이러스는 *Solemoviridae*과 *Polerovirus*속으로 주로 목화진딧물과 복숭아혹진딧물에 의해서 영속전염되는 것으로 알려져 있으며, 멜론에서는 잎에 퇴록반점, 모자이크, 황화 등의 증상을 일으키며(Fig. 1), 이병된 과실에서는 불규칙한 네트 형성으로 상품성이 전혀 없어지게 된다(Lee 등, 2015).

2021년 3월부터 5월까지 수박 생육시기별 채집한 시료들을

Table 4. The incidence rate of viruses on watermelon in Chungbuk Province in 2021

Region	Month	Incidence rate, n (%)			
		CMV	WMV	ZYMV	CGMMV
Jincheon	March	0	0	0	0
	April	0	0	0	2/120 (1.6)
	May	42/120 (35.0)	0	0	12/120 (10.0)
Eumseong	March	0	0	0	0
	April	0	1/210 (0.4)	0	81/210 (38.5)
	May	44/210 (20.9)	0	0	61/210 (29.0)

CMV, cucumber mosaic virus; WMV, watermelon mosaic virus; ZYMV, zucchini yellow mosaic virus; CGMMV, cucumber green mottle mosaic virus.

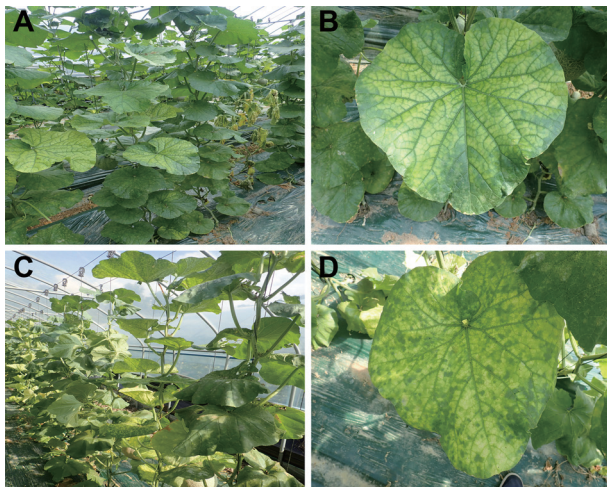


Fig. 1. Symptoms infected with cucurbit aphid-borne yellows virus (CABYV) and cucurbit chlorotic yellows virus (CCYV) on cucumis melo. (A) Plants infected with CABYV. (B) Leaf symptoms infected with CABYV. (C) Plants infected with CCYV. (D) Leaf symptoms infected with CCYV.

바이러스 4종에 대해 RT-PCR 진단 결과는 Table 4와 같았다. 3월에는 2020년 결과와는 다르게 어떠한 바이러스도 검출되지 않았으며, 4월에는 진천군에서 CGMMV가 2점에서 검출되어 1.6%의 감염률을 나타냈고 음성군에서는 WMV가 1점 진단되어 0.4%의 감염률을 보였다. 5월에는 진천군과 음성군에서 CMV와 CGMMV 2종류의 바이러스가 검출되었는데 CMV는 진천군에서 42점으로 35.0%, 음성군은 44점으로 20.9%의 감염률을 보였고 CGMMV는 진천군에서 12점으로 10%, 음성군은 61점으로 38.5%의 감염률을 나타냈다.

2020년과 2021년 충북지역 수박재배지에서 바이러스 발생양상을 조사했을 때 조사기간 동안 ZYMV와 CCYV는 검출되지 않았다. ZYMV는 진딧물에 의해 매개되는 바이러스로 전남지역 수박재배지에서는 6월부터 발생되고 있지만(Ko 등, 2004b) 충

북지역에서는 아직까지 발생되지 않아 이에 대한 조사와 연구가 더 필요하다고 생각된다. CCYV는 최근 박과작물에서 문제가 되고 있는 바이러스로 국내에서는 오이와 멜론에서 2018년에 처음 발생이 보고되었다(Cho 등, 2021; Kwak 등, 2021). 충북 지역 멜론과 오이에서도 발생되어 향후 수박에서도 문제가 될 가능성이 높을 것으로 생각되기 때문에 지속적인 발생조사와 이 바이러스를 매개하는 담배가루이에 대한 연구가 필요하다고 생각된다.

멜론 바이러스 발생양상. 2020년과 2021년 충북지역 음성군과 진천군 멜론재배 농가에서 채집한 시료들을 바이러스 2종에 대해 검정한 결과는 Table 5와 같았다. CABYV는 진천군에서 2020년에 24개소 중 20개소에서 발생되어 83.3%의 감염률을 보였고 2021년에는 180점 중 166점이 검출되어 92.2%의 감염률을 나타냈다. 음성군은 2020년에 24개소 중 17개소에서 발생되어 70.8%의 감염률을 나타냈고 2021년에는 315점 중 170점이 검출되어 53.9%의 감염률을 보였다. 이 결과를 볼 때 충북지역 멜론 재배지에서 CABYV의 발생이 50% 이상으로 높은 것을 알 수가 있으며, 이를 차단하기 위해 매개충인 진딧물 방제 등 다각적인 방법들을 강구하여 바이러스 발생을 줄여야 할 것으로 생각되었다. 충북지역에서 멜론재배를 하는 농가들은 CABYV 전염원이 되는 진딧물 방제를 철저히 해도 바이러스 발생에는 차이가 없고 가을을 출하로 목표로 여름에 정식하는 멜론에서 정식시기가 빠를수록 바이러스 발생이 많아진다고 말하고 있다. 이런 점을 고려해 볼 때 매개원인 진딧물뿐만 아니라 발생원인과 확산에 관여하는 기상조건, 온도 등에 대한 추가적인 연구도 필요하다고 생각된다.

멜론에서 CCYV는 진천군에서 2020년에는 발생이 없었으며, 2021년에는 180점 중 5점이 검출되어 2.7%의 감염률을 나타냈다. 음성군은 2020년에 24개소 중 5개소에서 발생되어 20.8%

Table 5. The incidence rate of viruses on melon in Chungbuk Province from 2020 to 2021

Region	Year	Incidence rate, n (%)	
		CABYV	CCYV
Jincheon	2020	20/24 (83.3)	0
	2021	166/180 (92.2)	5/180 (2.7)
Eumseong	2020	17/24 (70.8)	5/24 (20.8)
	2021	170/315 (53.9)	0

CABYV, cucurbit aphid-borne yellows virus; CCYV, cucurbit chlorotic yellows virus.

의 감염률을 보였고 2021년에는 검출되지 않았다. CCYV에 감염된 멜론은 초기 잎에 퇴록증상이 나타나고 점점 황화가 진행이 되며(Fig. 1), 과실에서는 네트형성이 불량해지고 기형이 되어 상품성이 떨어지게 된다. CCYV도 CABYV와 같이 잎에 황화 증상을 일으키고 과실에 피해를 주기 때문에 충북지역에서 CCYV 발생이 2.7%에서 20.8%로 적게 나타났지만 향후 CCYV도 CABYV처럼 충북지역 멜론재배지에서 발생이 많아지게 되면 농가에 큰 피해를 줄 것으로 생각된다.

요 약

충북지역 수박과 멜론재배지에서 2020년부터 2021년까지 시료를 채집하여 reverse transcription polymerase chain reaction으로 유전자 진단을 실시해 바이러스 발생현황을 조사하였다. 2020년 수박에서는 정식 전 접목묘에 대해 바이러스를 검정했을 때 음성군과 진천군 두 곳에서 cucumber green mottle mosaic virus (CGMMV)만이 각각 8%의 감염률을 보였다. 6월에는 진천군과 음성군 모두에서 watermelon mosaic virus (WMV), CGMMV, cucurbit aphid-borne yellows virus (CABYV)가 공통적으로 검출되었으며, 감염률은 진천군이 WMV 3.7%, CGMMV 11.1%, CABYV 3.7%이었고 음성군은 WMV 15.8%, CGMMV 33.3%, CABYV 3.5%로 음성군이 진천군에 비해 WMV와 CGMMV 감염률이 높았다. 2021년 3월부터 5월까지 월별로 수박재배지에서 바이러스를 검정했을 때 3월에는 음성군과 진천군 모두에서 바이러스가 검출되지 않았으며, 4월에는 진천군에서 CGMMV 1.6%, 음성군에서는 WMV 0.4%, CGMMV 38.5% 발생하였다. 5월에는 진천군에서 cucumber mosaic virus (CMV) 35%, CGMMV 10%, 음성군에서는 CMV 20.9%, CGMMV 29% 발생하였다. 충북지역에서 수박 바이러스 조사기간 동안 zucchini yellow mosaic virus (ZYMV)와 cucurbit chlorotic yellows virus (CCYV)는 검출되지 않았으며, 2020년에는 발생되지

않았던 CMV가 2021년도에 발생하였다. 2020년부터 2021년까지 멜론재배지에서 최근 문제가 되고 있는 CABYV와 CCYV 발생을 조사했을 때 CABYV는 조사기간 동안 음성군과 진천군 모두에서 발생되었고 감염률은 53.9–92.2%였다. CCYV는 2020년에 음성군에서만 20.8% 2021년에는 진천군에서만 2.7% 발생하였다.

Conflicts of Interest

No potential conflict of interest relevant to this article was reported.

Acknowledgments

This study carried out with the support of “Cooperative Research Program for National Institute of Agricultural Sciences (Project No. PJ014878) Rural Development Administration, Republic of Korea.

References

- Ainsworth, G. C. 1935. Mosaic disease of cucumber. *Ann. Appl. Biol.* 22: 55-67.
- Byun, H.-S., Choi, H.-S., Kim, H. R., Kwak, H.-R., Kil, E.-J. and Kim, M. 2022. First report of melon aphid-borne yellows virus infecting watermelon in Korea. *Plant Dis.* 106: 1766.
- Cho, I. S., Kim, T.-B., Yoon, J.-Y., Chung, B. N., Hammond, J. and Lim, H.-S. 2021. First report of cucurbit chlorotic yellows virus infecting *Cucumis melo* (muskmelon and oriental melon) in Korea. *Plant Dis.* 105: 2740.
- Choi, G.-S., Kim, J.-H. and Kim, J.-S. 2004. Soil transmission of cucumber green mottle mosaic virus and its control measures in watermelon. *Res. Plant Dis.* 10: 44-47. (In Korean)
- Choi, S.-K. and Choi, G.-S. 2016. First report of cucurbit aphid-borne yellows virus in *Cucumis melo* in Korea. *Plant Dis.* 100: 234.
- Kim, K. Y., Park, H. B., Adhikari, M., Kim, H. S., Byeon, E. J., Lee, I. K. et al. 2022. Selection and characterization of antagonistic microorganisms for biological control of *Acidovorax citrulli* causing fruit rot in watermelon. *Res. Plant Dis.* 28: 69-81. (In Korean)
- Ko, S.-J., Lee, Y.-H., Cha, K.-H., Lee, T.-S. and Park, I.-J. 2004a. Sap transmission pattern of CGMMV and effect of disinfectant on watermelon. *Res. Plant Dis.* 10: 150-153. (In Korean)
- Ko, S.-J., Lee, Y.-H., Cha, K.-H., Park, J.-W., Lee, S.-H. and Yang, K.-Y. 2004b. Virus diseases occurred on watermelon in Jeonnam province. *Res. Plant Dis.* 10: 39-43. (In Korean)
- Korean Statistical Information Service. 2021. Agricultural area survey. URL <https://kosis.kr/eng/> [29 January 2023].

- Kwak, H.-R., Byun, H.-S., Choi, H.-S., Han, J.-W., Kim, C.-S., Wintermantel, W. M. et al. 2021. First report of cucurbit chlorotic yellows virus infecting cucumber in South Korea. *Plant Dis.* 105: 1862.
- Lecoq, H. 1999. Epidemiology of cucurbit aphid-borne yellows virus. In: *The Luteoviridae*, eds. by H. G. Smith and H. Barker, pp. 243-248. CAB International, Wallingford, UK.
- Lee, H. J., Kim, M.-K., Lee, S. G., Choi, C. S., Choi, H.-S., Kwak, H. R. et al. 2015. Physiological characteristics of melon plants showing leaf yellowing symptoms caused by CABYV infection. *Korean J. Hortic. Sci. Technol.* 33: 210-218. (In Korean)
- 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)
- The Korean Society of Plant Pathology. 2022. List of Plant Diseases in Korea. 6th ed. The Korean Society of Plant Pathology, Seoul, Korea. 630 pp.