

## ZASTUPLJENOST I RAŠIRENOST GOSPODARSKI VAŽNIH VIRUSA TIKVICA (*Cucurbita pepo* L.) I TIKVI (*Cucurbita* sp.) U HRVATSKOJ

### OCCURRENCE AND DISTRIBUTION OF ECONOMICALLY IMPORTANT VIRUSES OF ZUCCHINI (*Cucurbita pepo* L.) AND PUMPKIN (*Cucurbita* sp.) IN CROATIA

**D. Ivić, Jasna Milanović, Lea Mihaljevski Boltek,  
Adrijana Novak, D. Vončina**

#### SAŽETAK

Posljednjih nekoliko godina, virusne bolesti tikvica i tikvi u Hrvatskoj javljaju se u sve jačem intenzitetu i uzrokuju gubitke u proizvodnji. Cilj rada bio je utvrditi prisutnost virusa mozaika krastavca (CMV), virusa žutog mozaika tikvice (ZYMV) i virusa mozaika lubenice (WMV) na tim kulturama. Tijekom 2019. godine, na 18 lokacija (polja na otvorenom) u šest županija provedeni su vizualni pregledi te je ukupno sakupljeno 43 simptomatičnih uzorka tikvice i 39 uzoraka tikve u svrhu laboratorijske analize na prisutnost CMV, ZYMV i WMV. Analiza je provedena imunoenzimskim testom DAS-ELISA korištenjem komercijalnih seroloških kompleta. Od 82 uzorka, CMV je potvrđen u njih 55 (67%), ZYMV u 50 (61%), a WMV u 10 uzoraka (12%). Pojedinačna zaraza s jednim od tri istraživana virusa utvrđena je u ukupno 38 uzoraka (46%). Mješovite zaraze s dva virusa zabilježene su u 36 uzoraka (44%): 32 uzorka (39%) s kombinacijom CMV + ZYMV te četiri uzorka (5%) s kombinacijom CMV + WMV. Mješovita zaraza sa sva tri virusa (CMV + ZYMV + WMV) utvrđena je u dva uzorka. U šest uzoraka (7%) nije zabilježen niti jedan od tri istraživana virusa. U osam nasada utvrđena je prisutnost jednog virusa, u devet nasada prisutnost dva virusa, a u jednom od 18 pregledanih nasada utvrđena je prisutnost sva tri istraživana virusa.

Ključne riječi: *Cucurbita pepo* L., virus mozaika krastavca (CMV), virus žutog mozaika tikvice (ZYMV), virus mozaika lubenice (WMV), ELISA

## ABSTRACT

Viral diseases of zucchini and pumpkin have become more severe in recent years, causing significant yield losses. The objective of this study was to determine the presence of cucumber mosaic virus (CMV), zucchini yellow mosaic virus (ZYMV) and watermelon mosaic virus (WMV) in these crops. In 2019, a survey was conducted at 18 sites (open fields) in six counties. Forty-three symptomatic samples of zucchini and 39 symptomatic samples of pumpkin were collected and tested for the presence of CMV, ZYMV and WMV. Samples were tested with commercial serological assays, using double-antibody sandwich ELISA kits. Out of 82 samples analysed, CMV was detected in 55 (67%), ZYMV in 50 (61%), and WMV in 10 samples (12%). Single viral infection was detected in 38 samples (46%). Mixed infections with two viruses were recorded in 36 samples (44%), CMV + ZYMV combination in 32 samples (39%), and CMV + WMV combination in four samples (5%). Triple viral infection was detected in two samples, while six samples (7%) were determined to be free of all three viruses in the testes. One virus species was recorded at eight locations, two viruses at nine locations, while all three viruses were determined in one out of 18 sampled fields.

Key words: *Cucurbita pepo* L., cucumber mosaic virus (CMV), zucchini yellow mosaic virus (ZYMV), watermelon mosaic virus (WMV), ELISA

## UVOD

Tikvice i tikve gospodarski su važne povrćarske kulture u Hrvatskoj. Botanički, tikvica i tikva su vrsta *Cucurbita pepo* L., koja se općenito smatra jednom od vrsta s najvećom raznolikošću plodova u biljnom carstvu (Paris, 2017.; Robinson i Decker-Walters, 1997.). Uzgoj uljne tikve u Hrvatskoj najrašireniji je u sjeverozapadnom području zemlje, ponajprije u Međimurju i Varaždinskom području, dok se tikvica uzgaja u gotovo svim područjima. Uzgoj tikvice na otvorenom osobito je intenzivan u tradicionalno povrćarskim krajevima, kao što su Podravina i dolina Neretve.

U uzgoju tikvica i tikvi danas dominiraju suvremeni hibridi, visokoprinosni i robusni te relativno manje osjetljivi na glavne gljivične bolesti, kao što su pepelnice (*Podosphaera xanthii* i *Golovinomyces cichoracearum*) ili plamenjača (*Pseudoperonospora cubensis*). Tikve se često uopće ne tretiraju protiv gljivičnih bolesti, dok se vrlo visoka razina zaštite tikvica može postići s

manjim brojem folijarnih primjena fungicida. Međutim, u uzgoju tikvica i tikvi u posljednjih nekoliko godina sve češće i intenzivnije se javljaju virusne bolesti, protiv kojih nema izravnih mjera zaštite i koji dovode do gospodarski značajnih šteta (Novak i Ivić, 2019.). Najčešći simptomi na listovima tikvica i tikvi bili su mozaik, naboranost ili nitavost listova, pojava koncentričnih prstenova, kloroza između žila lista i mjehuravost listova. Štete su osobito izražene na tikvici, na kojoj viroze dovode do deformacija plodova čineći ih neprikladnima za tržište. Na tikvama simptomi su uglavnom uočeni na listovima, dok su plodovi većinom bili vizualno asimptomatični. Iako se može pretpostaviti da su najčešći virusi koji se javljaju na tikvicama i tikvama u Hrvatskoj oni koji su široko rasprostranjeni i u Europi te području Sredozemlja, novijih istraživanja virusa na tikvenjačama u Hrvatskoj uglavnom nema. Pouzdana identifikacija uzročnika bolesti prvi je i temeljni korak u osmišljavanju i provedbi mjera kontrole.

Cilj ovog istraživanja bio je utvrditi prisutnost i raširenost virusa mozaika krastavca (*Cucumber mosaic virus*, CMV), virusa žutog mozaika tikvice (*Zucchini yellow mosaic virus*, ZYMV) i virusa mozaika lubenice (*Watermelon mosaic virus*, WMV) na tikvicama i tikvama u Hrvatskoj. Neizravno, cilj rada je bio i utvrditi učestalost njihovih mješovitih zaraza.

## MATERIJALI I METODE

Uzroci za laboratorijske analize sakupljeni su tijekom vizualnih pregleda nasada tikvica i tikvi na otvorenom u periodu od srpnja do kraja kolovoza 2019. godine. Praktično, lokalitet je podrazumijevao polje uzgoja kao jedinstvenu cjelinu. Pregledi su bili usmjereni na uočavanje biljaka sa simptomima viroza. Biljke su se smatrale simptomatičnima ukoliko su na njima bili vidljivi mozaik ili klorotična mjehuravost na listovima, uvijenost, nazubljenost ili sužavanje plojke listova, skraćena međukoljenca, slabiji ili žbunasti rast, šarenilo, mozaik, kvrgavost ili deformacije plodova. Na svakoj lokaciji na kojoj su obavljani vizualni pregledi sakupljen je određen broj uzoraka, ovisno o pojavnosti simptoma u nasadu. Ukupno su sakupljena 82 uzorka biljaka (43 tikvice i 39 tikve) s 18 lokacija u šest županija (Tablica 1.). Uzorak za laboratorijske analize su činili samo listovi ili listovi i plodovi.

D. Ivić i sur.: Zastupljenost i raširenost gospodarski važnih virusa tikvica (*Cucurbita pepo* L.) i tikvi (*Cucurbita* sp.) u Hrvatskoj

**Tablica 1. Lokacije istraživanja, županije, broj sakupljenih uzoraka i prisutnost virusa mozaika krastavca (CMV), virusa žutog mozaika tikvice (ZYMV) i virusa mozaika lubenice (WMV) u uzorcima tikvica i tikvi u 2019. godini.**

**Table 1 Surveyed locations, counties, number of samples collected and presence of cucumber mosaic virus (CMV), zucchini yellow mosaic virus (ZYMV), and watermelon mosaic virus (WMV) in zucchini and squash samples in 2019**

Lokacija Location	Kultura Crop	Broj uzoraka No. of samples	Pojedinačne zaraze Single infections			Mješovite zaraze Mixed infections			
			CMV	ZYMV	WMV	CMV + ZYMV	CMV + WMV	ZYMV + WMV	CMV + ZYMV + WMV
<b>Varaždinska županija / Varaždin County</b>									
Krkanec	Tikva	5	0	2	0	3	0	0	0
Šijanec	Tikva	5	0	2	0	3	0	0	0
Nedeljanec	Tikvica	2	0	0	0	2	0	0	0
Donji Kneginec	Tikva	3	0	0	0	3	0	0	0
Donji Kućan	Tikva	17	4	1	0	10	0	0	2
<b>Ukupno / Total</b>		<b>32</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>0</b>	<b>21</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>2</b>
<b>Dubrovačko-neretvanska županija / Dubrovnik Neretva County</b>									
Metković I	Tikvica	3	1	0	0	2	0	0	0
Metković II	Tikvica	6	2	0	0	4	0	0	0
Jasenska	Tikvica	1	0	0	1	0	0	0	0
Dobranje	Tikvica	2	0	0	1	0	0	0	0
Vrboveci	Tikvica	1	0	0	0	0	1	0	0
Klada	Tikvica	2	0	0	0	0	2	0	0
Bočine	Tikvica	4	0	0	2	0	0	0	0
<b>Ukupno / Total</b>		<b>19</b>	<b>3</b>	<b>0</b>	<b>4</b>	<b>6</b>	<b>3</b>	<b>0</b>	<b>0</b>
<b>Virovitičko-podravnska županija / Virovitica Podravina County</b>									
Sedlarica I	Tikvica	12	5	1	0	5	1	0	0
Sedlarica II	Tikvica	5	0	4	0	0	0	0	0
<b>Ukupno / Total</b>		<b>17</b>	<b>5</b>	<b>5</b>	<b>0</b>	<b>5</b>	<b>1</b>	<b>0</b>	<b>0</b>
<b>Sisačko-moslavačka županija / Sisak Moslavina County</b>									
Šatornja I	Tikva	2	2	0	0	0	0	0	0
Šatornja II	Tikvica	2	1	0	0	0	0	0	0
<b>Ukupno / Total</b>		<b>4</b>	<b>3</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>
<b>Međimurska županija / Međimurje County</b>									
Pušćine	Tikva	7	0	6	0	0	0	0	0
<b>Istarska županija / Istria County</b>									
Bašanja	Tikvica	3	3	0	0	0	0	0	0

Laboratorijska analiza provedena je u Laboratoriju za virologiju Centra za zaštitu bilja, Hrvatska agencija za poljoprivredu i hranu. Svi uzorci testirani su na prisutnost CMV-a, ZYMV-a i WMV-a u zasebnim, ali simultanim analizama. Analiza je provedena imunoenzimskim testom na čvrstoj fazi, odnosno DAS-ELISA metodom (eng. double antibody sandwich enzyme linked immunosorbent assay) korištenjem komercijalnih seroloških kompleta proizvođača Bioreba AG® (Reinach, Švicarska) sukladno uputama proizvođača. Uz uzorke, na svakoj pločici pripremljene su po dvije pozitivne i dvije negativne kontrole dostavljene u kompletu proizvođača. Vrijednosti apsorbancije su očitane spektrofotometrom ELx800® (BioTek Instruments Inc., Winooski, SAD) pri valnoj duljini 405/492 nm 60, odnosno 90 minuta nakon dodavanja sustrata.

Granične vrijednosti kod kojih su uzorci smatrani pozitivnima na prisutnost virusa izračunate su na temelju prosjeka vrijednosti dobivene optičke gustoće (OD) dviju negativnih kontrola na svakoj pločici. Uzorci s vrijednostima jednakima ili dva puta većima od OD negativnih kontrola smatrani su pozitivnima. Interpretacija rezultata obavljena je sukladno EPPO dijagnostičkom protokolu PM 7/125 (1) ELISA tests for viruses.

## REZULTATI

Simptomi koji su upućivali na virusne zaraze uočeni su u svakom od osam pregledanih nasada tikvica i sedam pregledanih nasada tikvi. Najčešći simptom bio je mozaik na listovima, koji je varirao od blagog do vrlo izraženog i popraćenog slabijim ili kržljivim rastom biljke. Osim mozaika, na različitim lokacijama uočena je naboranost, nitavost, mjehuravost ili nazubljenost listova. Vidljivi simptomi na plodovima uočeni su isključivo na tikvicama, dok su plodovi tikvi izgledali normalno razvijeni, bez obzira na simptome na listovima. Kod plodova tikvica, manje ili više izraženi vanjski simptomi poput deformacija, kvrgavosti, udubljenja, žućenja ili smanjene veličine ploda bili su gotovo redovito vidljivi kod svih biljaka sa simptomima na listovima.

Prisutnost i učestalost pojedinih virusa razlikovali su se ovisno o lokalitetu i županiji (Tablica 1.). Relativno najveći broj lokaliteta pregledan je u Varaždinskoj županiji (pet lokaliteta i 32 uzorka) i Dubrovačko-neretvanskoj županiji (sedam lokaliteta i 19 uzoraka). Od 82 uzorka, CMV je utvrđen u njih 55 (67%), ZYMV u 50 (61%), a WMV u 10 uzoraka (12%). Pojedinačna zaraza s jednim od tri istraživana virusa utvrđena je u ukupno 38 uzoraka

(46%) (Tablica 2.). Mješovite zaraze s dva virusa zabilježene su u 36 uzoraka (44%): 32 (39%) s kombinacijom CMV + ZYMV te četiri (5%) s kombinacijom CMV + WMV. Mješovita zaraza sa sva tri virusa (CMV + ZYMV + WMV) utvrđena je u dva uzorka. U šest uzoraka (7%) nije zabilježen niti jedan od istraživanih virusa.

**Tablica 2. Prisutnost virusa mozaika krastavca (CMV), virusa žutog mozaika tikvice (ZYMV) te virusa mozaika lubenice (WMV) u 82 analizirana uzorka i njihova zastupljenost u pojedinačnim i mješovitim zarazama.**

**Table 2 The presence of cucumber mosaic virus (CMV), zucchini yellow mosaic virus (ZYMV) and watermelon mosaic virus (WMV) in 82 samples analysed and their distribution in single and mixed infections.**

Ukupan broj uzoraka s pojedinom virusom Total no. of samples with specific virus detected (%)			Broj uzoraka s pojedinačnim zarazama No. of samples with a single infection (%)			Broj uzoraka s mješovitim zarazama No. of samples with mixed infections (%)				Uzorcima bez virusa Negative samples (%)
CMV	ZYMV	WMV	CMV	ZYMV	WMV	CMV + ZYMV	CMV + WMV	ZYMV + WMV	CMV + ZYMV + WMV	
55 (67 %)	50 (61 %)	10 (12 %)	18 (22 %)	16 (20 %)	4 (5 %)	32 (39 %)	4 (5 %)	0	2 (2 %)	6 (7 %)

U Varaždinskoj županiji, mješovite zaraze kombinacijom CMV + ZYMV utvrđene su na svim lokalitetima, u 21 od 32 uzorka (66%). Pojedinačno, CMV je utvrđen u četiri uzorka na samo jednom lokalitetu, ZYMV u pet uzoraka na tri lokaliteta, dok WMV nije nađen u pojedinačnoj zarazi. U Dubrovačko-neretvanskoj županiji, mješovite zaraze utvrđene su u devet od 19 uzoraka (47%), pri čemu su bile zastupljene kombinacije CMV + ZYMV (šest uzoraka i dva lokaliteta) i CMV + WMV (tri uzorka i dva lokaliteta). Pojedinačno, CMV je utvrđen u tri uzorka na dva lokaliteta, WMV u četiri uzorka na tri lokaliteta, dok ZYMV nije nađen u pojedinačnoj zarazi. U drugim županijama, pregledana su samo po dva polja ili samo jedno polje. Na tikvicama na dva polja u Sedlarici (Virovitičko-podravsko županija) utvrđena su sva tri virusa u različitim kombinacijama zastupljenosti i mješovitih ili pojedinačnih zaraza. Na dva obližnja polja u Sisačko-moslavačkoj županiji utvrđen je samo CMV, kao i na jedinom pregledanom polju u Istarskoj županiji. Na jedinom pregledanom polju u Međimurskoj županiji zabilježen je samo ZYMV.

## RASPRAVA

Rezultati su pokazali da je velika većina simptomatičnih tikvica i tikva u ovom istraživanju bilo pozitivno na neki od tri istraživana virusa. Od ukupno 82 uzorka, virusi CMV, ZYMV te WMV su utvrđeni u njih 76 (93%). Visoka zastupljenost navedenih virusa na tikvicama i tikvama dokazana je i u susjednim zemljama, Sloveniji (Mehle i sur., 2020.), Srbiji (Vučurović i sur., 2012.) i Crnoj Gori (Zindović i sur., 2017.). Virus utvrđeni u istraživanju općenito se smatraju gospodarski najvažnijim i najraširenijim virusima tikvenjača u Europi i mnogim drugim područjima svijeta (Lecoq i Desbiez, 2012.; Massumi i sur., 2007.; Sevik i Arli-Sokmen, 2003.; Blancard i sur., 1994.; Sherf i MacNab, 1986.). Učestalost zaraze može biti visoka i mogu uzrokovati značajne štete u proizvodnji (Romay i sur., 2014.; Conti i sur., 1996.; Nameth i sur., 1986.). Proizvođači tikvica i tikvi u Hrvatskoj do nedavno nisu posvećivali veću pažnju virusnim bolestima, no posljednjih godina svjedoče njihovoj sve većoj štetnosti. Pojava virusa na tikvici i tikvi u posljednjih je nekoliko godina postala sve veća u područjima s intenzivnom proizvodnjom povrća, kao što je okolica Virovitice ili dolina Neretve. Glavni domaćini ZYMV-a i WMV-a su tikvice, tikve, krastavac i lubenica (Lecoq i Desbiez, 2012.; Desbiez i Lecoq, 1997.), dok se CMV, kao jedan od virusa sa najvećim brojem poznatih domaćina, javlja na velikom broju povrćarskih kultura i korovnih biljaka (Palukaitis i sur., 1992.). Sva tri virusa prenose se lisnim ušima na neperzistentan način (Lecoq i Desbiez, 2012.; Palukaitis i sur., 1992.; Castle i sur., 1992.). Imajući u vidu rašireni uzgoj glavnih domaćina tih virusa u prije spomenutim područjima Hrvatske, moguće je zaključiti kako tamo postoje svi uvjeti za stvaranje rezervoara virusa i „zelenih mostova“. Prema iskustvima proizvođača, pojava viroza na tikvicama najjača je upravo na kasnoj, „jesenskoj“ tikvici. Na ranim tikvicama pojava je slaba i gubici su načelno zanemarivi. Moguće je pretpostaviti kako od proljeća do kasnog ljeta razina prisutnosti CMV-a, ZYMV-a i WMV-a u nasadima tikvenjača postupno raste uslijed porasta populacije lisnih ušiju, a i širenja virusa unutar same biljke. Lisne uši prelaze s jedne kulture na drugu prenoseći zarazu. Pojava i prisutnost CMV-a u nasadima tikvenjača može biti vezana i uz brojne korovne biljke koje su također domaćini virusa (Lecoq i Desbiez, 2012.; Conti i sur., 1996.; Palukaitis i sur., 1992.), i kao takve mogu služiti kao njegovi prirodni rezervoari, a u isto vrijeme i kao alternativne biljke hraniteljice lisnih ušiju.

Istraživanje je potvrdilo očekivanu prisutnost ZYMV-a i WMV-a u nasadima tikvica i tikvi u Hrvatskoj. Iako je za njihovo dokazivanje korištena serološka metoda, a virusi nisu pojedinačno izolirani i molekularno karakterizirani, istraživanje se može smatrati prvim nalazom i potvrdom ZYMV-a i WMV-a u Hrvatskoj. Imajući u vidu njihovu raširenost u europskim zemljama (Vučurović, 2012.; Lecoq i Desbiez, 2012.), prisutnost ZYMV-a i WMV-a na tikvicama i tikvama u Hrvatskoj je očekivana. Za razliku od spomenutih virusa, CMV je dugo vremena poznat u Hrvatskoj. Još 1960-ih i 1970-ih nađen je i istraživao na pojedinim samoniklim biljkama (Juretić, 1968.; Juretić, 1974.). Kasnije je istraživao na povrćarskim kulturama (Štefanac, 1980.; Šarić i Štefanac, 1988.), a 1990-ih je utvrđeno kako je njegova satelitna RNA najvjerojatnije glavni uzročnik drastičnih šteta na rajčici u dolini Neretve (Škorić i sur., 1996.). U ovom istraživanju, CMV je bio najzastupljeniji virus (55 od 82 uzorka), iako je moguće reći kako su CMV i ZYMV bili gotovo jednako zastupljeni. Za razliku od tih virusa, WMV je nađen u manjem broju uzoraka. Pri razmatranju rezultata potrebno je uzeti u obzir da je istraživanje provedeno tijekom jedne godine i na 15 lokacija. Na drugim područjima ili u drugim sezonama, zastupljenost i prisutnost istraživanih virusa može biti različita.

Istraživanje je pokazalo da su mješovite zaraze u različitim kombinacijama česte na tikvicama i tikvama u Hrvatskoj. Među uzorcima u kojima je utvrđena prisutnost virusa, broj uzoraka s pojedinačnom zarazom bio je jednak broju uzoraka s utvrđenom mješovitom zarazom. Takvi rezultati pokazuju da su simptomi viroza na tikvicama i tikvama očigledno često posljedica mješovitih ili višestrukih zaraza, što je potrebno uzeti u obzir kod dijagnoze, istraživanja ili zaštite od tih oboljenja. Mješovite zaraze CMV-om, ZYMV-om i WMV-om na tikvenjačama zabilježene su i u istraživanjima brojnih drugih autora (Vučurović i sur., 2012.; Bananej i Vadhat, 2008.; Jossey i Babadoost, 2008.; Köklü i Yilmaz, 2006.; Sevik i Arli-Sokmen, 2003.; Sammons i sur., 1989.). U ovom istraživanju, u mješovitim zarazama posebno se isticala kombinacija CMV + ZYMV. Ta kombinacija nađena je u relativno najvećem broju uzoraka (39% svih pozitivnih uzoraka) i bila je zastupljenija od pojedinačnih zaraza svih triju virusa te daleko češća od ostalih kombinacija. Između CMV-a i ZYMV-a zabilježena je sinergija kod zajedničkih zaraza krastavaca i tikvica (Zeng i sur., 2007.; Wang i sur., 2002.). Uz činjenicu da su mješovite zaraze CMV-om i ZYMV-om relativno česte, njihova sinergija može imati i praktične posljedice. Osim jače izraženih simptoma (Wang i sur., 2002.; Zeng i sur., 2007.), u krastavca je zabilježeno probijanje otpornosti na CMV nakon mješovite zaraze sa ZYMV-om (Wang i sur., 2004.).



Upravo je otpornost kultivara temeljna mjera zaštite od virusnih bolesti tikvenjača. U ovom istraživanju, spomenuto je kako simptomi na plodovima zaraženih biljaka tikve nisu bili očigledni. S druge strane, na gotovo svim biljkama tikvica koje su sakupljene i na kojima je utvrđena zaraza virusima, bili su vidljivi izraženi simptomi na plodovima. Zaraza na tikvicama očigledno za posljedicu ima gubitak tržišno prihvatljivih plodova. Iako kultivari u nekim slučajevima nisu bili poznati, uzorci sakupljeni u Virovitičko-podravskoj i Dubrovačko-neretvanskoj županiji pripadali su hibridima Naxos, Brilliante F1, Galatea F1, Tendor F1 i Sofia F1. U katalogima distributera i sjemenskih kuća, svi spomenuti hibridi navode se kao otporni ili umjereno otporni na CMV, ZYMV ili WMV. Tendor F1 se opisuje kao „umjerene otpornosti na CMV, ZYMV i WMV“, Sofia F1 je „dobre otpornosti na viroze“, Naxos je „visoke otpornosti na CMV/WMV/ZYMV“, a Galatea F1 i Brilliante F1 su označene kao 'IR' (srednje otporni) na ZYMV i WMV. Tijekom sakupljanja uzoraka, na tim hibridima bili su vidljivi simptomi i na listovima i na plodovima, a zaraza trima istraživanim virusima u različitim kombinacijama potvrđena je i u analizama. Rezultati upućuju na moguće razlike u deklariranoj otpornosti pojedinih kultivara tikvice i stvarnoj razini otpornosti koja bi se smatrala prihvatljivom u praktičnim, proizvodnim uvjetima.

## LITERATURA

1. Bananej, K., Vahdat, A. (2007.): Identification, distribution and incidence of viruses in field-grown cucurbit crops in Iran. *Phytopathologia Mediterranea* 47: 247-257.
2. Blancard, D., Lecoq, H., Pitrat, M. (1994.): A Colour Atlas of Cucurbit Diseases – Observation, Identification and Control. Manson Publishing Ltd., London, UK.
3. Castle, S.J., Perring, T.M., Farrar, C.A., Kishaba, A.N. (1992.): Field and Laboratory Transmission of Watermelon mosaic virus 2 and Zucchini yellow mosaic virus by various aphid species. *Phytopathology* 82: 235-240.
4. Conti, M., Gallitelli, D., Lisa, V., Lovisolo, O., Martelli, G.P., Ragozzino, A., Rana, G.L., Vovlas, C. (1996.): I principali virus delle piante ortive. Bayer S.p.A., Milano, Italija.
5. Desbiez, C., Lecoq, H. (1997.): Zucchini yellow mosaic virus. *Plant Pathology* 46: 809-829.
6. EPPO (2015.): PM 7/125 (1) ELISA tests for viruses. *EPPO Bulletin* 45 (3): 445-449.

7. Jossey, S., Babadoost, M. (2008.): Occurrence and distribution of pumpkin and squash viruses in Illinois. *Plant Disease* 92: 61-68.
8. Juretić, N. (1968.): Deformacije na listu i cvijetu kužnjaka (*Datura stramonium* L.) inficiranog virusom mozaika krastavca. *Acta Botanica Croatica* 29: 117-144.
9. Juretić, N. (1974.): Četiri nova prirodna domadara virusa mozaika krastavca u Hrvatskoj. *Acta Botanica Croatica* 33: 45-51.
10. Köklü, G., Yilmaz, Ö. (2006.): Occurrence of cucurbit viruses on field-grown melon and watermelon in the Thrace region of Turkey. *Phytoprotection* 87: 123-130.
11. Lecoq, H., Desbiez, C. (2012.): Cucurbit viruses in Mediterranean region: an ever-changing picture. *Advances in Virus Research* 84: 67-126.
12. Massumi, H., Samei, A., Hosseini Pour, A., Shaabani, M., Rahimian, H. (2007.): Occurrence, distribution, and relative incidence of seven viruses infecting greenhouse-grown cucurbits in Iran. *Plant Disease* 91: 159-163.
13. Mehle, N., Kutinjak, D., Jakoš, N., Seljak, G., Pecman, A., Massart, S., Ravnikar, M. (2019.): First report of Cucurbit aphid-borne yellows virus in *Cucurbita pepo* and *Cucurbita maxima* in Slovenia. *Plant Disease* 104, DOI: 10.1094/PDIS-07-19-1524-PDN
14. Nameth, S.T., Dodds, J.A., Paulus, A.O., Laemmlen, F.F. (1986.): Cucurbit viruses of California. *Plant Disease* 70: 8-12.
15. Novak, A., Ivić, D. (2019.): Virusne bolesti tikvenjača. *Glasilo biljne zaštite* 3: 369-377.
16. Palukaitis, P., Roosinck, M.J., Dietzgen, R.G., Francki, R.I.B. (1992.): Cucumber mosaic virus. *Advances in Virus Research* 41: 281-348.
17. Paris, H.S. (2017.): Genetic resources of pumpkins and squash, *Cucurbita* spp. *Genetics and Genomics of Cucurbitaceae* (Grumet, R., Katzir, N., Garcia-Mas, J., urednici), Springer International Publishing, Švicarska, 111-154.
18. Robinson, R.W., Decker-Walters, D.S. (1997.): Cucurbits. CAB International, Wallingford, Oxon, UK.
19. Romay, G., Lecoq, H., Desbiez, C. (2014.): Cucurbit crops and their viral diseases in Latin America and the Caribbean Islands: A review. *Journal of Plant Pathology* 96: 227-242.
20. Sammons, B., Barnett, O.W., Davis, R.F., Mizuki, M.K. (1989.): A survey of viruses infecting summer squash in South California. *Plant Disease* 73: 401-404.

21. Sevik, M.A., Arli-Sokmen, M. (2003.): Viruses infecting cucurbits in Samsun, Turkey. *Plant Disease* 87: 341-344.
22. Sherf, A.F., Macnab, A.A. (1986.): *Vegetable Diseases and Their Control*. John Wiley & Sons Inc., New York, SAD.
23. Šarić, A., Štefanac, Z. (1988.): The incidence and variation of cucumber mosaic virus in four vegetable species in Croatia. *Acta Botanica Croatica* 47: 7-13.
24. Škorić, D., Krajačić, M., Barbarossa, L., Cillo, F., Grieco, F., Šarić, A., Gallitelli, D. (1996.): Occurrence of cucumber mosaic cucumovirus with satellite RNA in lethal necrosis affected tomatoes in Croatia. *Journal of Phytopathology* 144: 543-549.
25. Štefanac, Z. (1980.): Cucumber mosaic virus in garlic. *Acta Botanica Croatica* 39: 21-26.
26. Vučurović, A. (2012.): Diverzitet, biološka i molekularna karakterizacija virusa tikava i epidemiologija oboljenja u Srbiji. Doktorska disertacija, Univerzitet u Beogradu, Poljoprivredni fakultet.
27. Wang, Y., Gaba, V., Yang, J., Palukaitis, P., Gal-On, A. (2002.): Characterization of synergy between Cucumber mosaic virus and Potyviruses in cucurbit hosts. *Phytopathology* 92: 51-58.
28. Zeng, R., Liao, Q., Feng, J., Li, D., Chen, J. (2007.): Synergy between Cucumber mosaic virus and Zucchini yellow mosaic virus on Cucurbitaceae hosts tested by real-time reverse transcription-polymerase chain reaction. *Acta Biochimica et Biophysica Sinica* 39: 431-437.
29. Wang, Y., Lee, K.C., Gaba, V., Wong, S.M., Palukaitis, P., Gal-On, A. (2004.): Breakage of resistance to Cucumber mosaic virus by co-infection with Zucchini yellow mosaic virus: enhancement of CMV accumulation independent of symptom expression. *Archives of Virology* 149:379-396.
30. Zindović, J., Manglli, A., Hrnčić, S., Radonjić, S., Perović, T., Tomassoli, L. (2017.): First report of *Cucurbit aphid-borne yellows virus* affecting summer squash and melon in Montenegro. *Journal of Plant Pathology* 99: 299.

D. Ivić i sur.: Zastupljenost i raširenost gospodarski važnih virusa tikvica  
(*Cucurbita pepo* L.) i tikvi (*Cucurbita* sp.) u Hrvatskoj

---

**Adrese autora – Author's addresses:**

dr. sc. Dario Ivić,  
e-mail: dario.ivic@hapih.hr  
dr. sc. Jasna Milanović  
Lea Mihaljevski Boltek, mag. ing. agr.  
dr. sc. Adrijana Novak  
Hrvatska agencija za poljoprivredu i hranu  
Centar za zaštitu bilja  
Gorice 68b, 10000 Zagreb

prof. dr. sc. Darko Vončina  
Agronomski fakultet, Sveučilišta u Zagrebu  
Zavod za fitopatologiju  
Znanstveni centar izvrsnosti za bioraznolikost i  
molekularno oplemenjivanje bilja (CroP-BioDiv)  
Svetošimunska cesta 25, 10000 Zagreb

**Primljeno- received:**

09.06.2021.