

# Virus mozaične bolesti duhana

---

**Domijan, Kristina**

**Master's thesis / Diplomski rad**

**2020**

*Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj:*

**Josip Juraj Strossmayer University of Osijek, Faculty of Agrobiotechnical Sciences Osijek /  
Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Fakultet agrobiotehničkih znanosti Osijek**

*Permanent link / Trajna poveznica:* <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:151:271301>

*Rights / Prava:* [In copyright](#) / [Zaštićeno autorskim pravom.](#)

*Download date / Datum preuzimanja:* **2024-11-23**



Sveučilište Josipa Jurja  
Strossmayera u Osijeku

**Fakultet  
agrobiotehničkih  
znanosti Osijek**

*Repository / Repozitorij:*

[Repository of the Faculty of Agrobiotechnical  
Sciences Osijek - Repository of the Faculty of  
Agrobiotechnical Sciences Osijek](#)



SVEUČILIŠTE JOSIPA JURJA STROSSMAYERA U OSIJEKU  
FAKULTET AGROBIOTEHNIČKIH ZNANOSTI OSIJEK

Kristina Domijan

Diplomski sveučilišni studij Bilinogojstvo

Smjer Zaštita bilja

**VIRUS MOZAIČNE BOLESTI DUHANA**

**Diplomski rad**

Osijek, 2020.

SVEUČILIŠTE JOSIPA JURJA STROSSMAYERA U OSIJEKU  
FAKULTET AGROBIOTEHNIČKIH ZNANOSTI OSIJEK

Kristina Domijan

Diplomski sveučilišni studij Bilinogojstvo

Smjer Zaštita bilja

**VIRUS MOZAIČNE BOLESTI DUHANA**

**Diplomski rad**

Povjerenstvo za ocjenu i obranu diplomskog rada:

1. Prof. dr. sc. Jasenka Čosić, predsjednik
2. Izv. prof. dr. sc. Jelena Ilić, mentor
3. Prof. dr sc. Karolina Vrandečić, član

Osijek, 2020.

## SADRŽAJ:

1. UVOD.....	1
2. PREGLED LITERATURE.....	2
2.1. Biljni virusi.....	6
2.2. Građa čestice virusa mozaika duhana.....	8
2.3. Duhan ( <i>Nicotiana tabacum L.</i> ) kao domaćin virusa mozaika duhana.....	11
2.3.1. <i>Biologija</i> .....	11
2.3.2. <i>Simptomi</i> .....	12
2.3.3. <i>Zaštita</i> .....	15
2.4. Rajčica ( <i>Solanum lycopersicum L.</i> ) kao domaćin virusa mozaika duhana.....	15
2.4.1. <i>Biologija</i> .....	16
2.4.2. <i>Simptomi</i> .....	16
2.4.3. <i>Zaštita</i> .....	19
2.5. Paprika ( <i>Capsicum annum L.</i> ) kao domaćin virusa mozaika duhana.....	19
2.5.1. <i>Biologija</i> .....	20
2.5.2. <i>Simptomi</i> .....	20
2.5.3. <i>Zaštita</i> .....	22
2.6. Uloga virusa mozaika duhana u proizvodnji lijekova.....	22
3. ZAKLJUČAK.....	24
4. SAŽETAK.....	26
5. SUMMARY.....	27
6. POPIS LITERATURE.....	28
7. POPIS SLIKA.....	31
<b>TEMELJNA DOKUMENTACIJSKA KARTICA</b>	
<b>BASIC DOCUMENTATION CARD</b>	

## 1. UVOD

Virusi su uzročnici raznolikih bolesti u čovjeku, životinjama i biljkama koje su od globalne važnosti. Mnoga otkrića u povijesti razvoja biljne virologije imala su značajan utjecaj na razvoj molekularne biologije danas.

Pomoću elektronskog mikroskopa, ultracentrifugiranja, rentgenske strukturne analize, tehnike rekombinacije DNA, otkrivene su važne osobine virusa (Juretić, 2002.). Zbog njihovog raznolikog utjecaja na biljke nije ih lako prepoznati u biljnom tkivu. Biljka može biti inficirana virusima, a da na njoj nema vidljivih simptoma ili oni nalikuju simptomima fizioloških poremećaja i genetskih promjena

Za poznavanje i razlikovanje viroza kulturnih biljaka i mjera zaštite od istih, važnu ulogu ima znanost o biljnim virusima. Također biljna virologija ima značajnu ulogu i u proučavanju fizioloških i morfoloških osobina virusnih čestica općenito. Pristupačan subjekt provođenja istraživanja je biljka zaražena virusima. Zbog toga je virus mozaika duhana (tobacco mosaic virus, TMV) proučavan od strane znanstvenika kao i od strane virologa kako bi se otkrilo što je točno virus. Poznavanju molekularne biologije doprinjela su istraživanja TMV-a (Kišpatić, 1992.).

Virus mozaika duhana (tobacco mosaic virus- TMV) uzrokuje viroze na duhanu i drugim članovima porodice *Solanaceae* (rajčica, paprika). Na inficiranim listovima izmjenjivale su se svijetlije i tamnije zone koje su sličile mozaiku, otuda je virus i dobio ime. Biljni virusi smanjuju kvalitetu i kvantitetu uzgajane kulture, te uzrokuju velike ekonomske gubitke u proizvodnji u svim dijelovima svijeta.

## 2. PREGLED LITERATURE

Juretić (2002.) navodi da je pjesnik Empress Koken (752.) u njegovoj poemi opisao bolest žutice lista biljke *Eupatorium sp.* za koju se danas zna da je virusnog podrijetla.

U 16. stoljeću u Nizozemskoj tulipane sa šarama na laticama često su oslikavali majstori Nizozemske slikarske škole. Tulipani koji su na pojedinim mjestima izgubili boju antocijan bili su iznimno popularni i prodavali su se po visokoj cijeni (Juretić, 2002.).

Dimitrije Josifović Ivanovski (Slika 1.) (1892.) prema Juretić istražujući bolest duhana otkrio je kako u prirodi postoje patogeni mikroorganizmi sitniji od bakterija.

Adolf Mayer (1886.) prema Juretić (2002.) uočio je da se simptomi bolesti biljaka duhana razlikuju od svih dotad poznatih gljivičnih bolesti biljaka. Nepoznatoj bolesti dao je ime mozaična bolest duhana radi svjetlijih i tamnijih područja na listovima koji nalikuju mozaiku (Slika 2.). Pri filtriranju soka zaraženih biljaka duhana kroz dvostruki filter papir uočio je da je filtrat infektivan jer je njime mogao zaraziti zdrave duhanske biljke.

Ivanovski je prema Juretić (2002.) sok zaraženih biljaka duhana filtrirao kroz bakterijski filtrat. Bakteriju nije uspio otkriti tom metodom te nastavlja s istraživanjem. Taj isti filtrat utrljava na list zdrave duhanske biljke. Nakon nekoliko dana na listovima se pojavio mozaik. Dolazi do zaključka da biljku inficira nešto sitnije od bakterija.

Ivanovski je prema Juretić (2002.) na Akademiji znanosti u Sankt Petersburgu pročitao svoju raspravu "O mozaičnoj bolesti duhana". U toj raspravi on priopćava da je otkrio infektivnost čiji uzročnik prolazi kroz bakterijski filter. Otkrio je mogućnost da je uzročnik bolesti bakterijski toksin filtrabilne sposobnosti. Ivanovski je time otkrio jedan virus koji je poslije dobio naziv virus mozaika duhana.

Martinus Willem Beijerinck (Slika 1.) (1898.) prema Juretić (2002.) izvodi iste pokuse sa sokom zaraženih biljaka duhana. Dolazi do zaključka da je riječ o novom, živom, tekućem zaraznom uzročniku, te otvara mogućnost da je uzročnik proteinska molekula koja se razmnožava.

Dimitriju Josipoviću Ivanovskom prema Juretić (2002.) se pripisuje da je prvi naslutio da u prirodi postoje novi uzročnici bolesti koje danas nazivamo virusi.

Holmes (1929.) je prema Juretić (2002.) ustanovio da se na listovima duhana pri inokuliranju zaraženim sokom duhanske biljke pojavljuju manje okrugle površine svjetlije i tamnije boje, kasnije poznate pod nazivom lokalne lezije (Slika 3.).

Stanley (1935.) je prema Juretić (2002.) izolirao virus mozaika duhana u čistom stanju što ubrzava otkrića vezana za kemijski sastav virusa. Ustanovljeno je da virus mozaika duhana može kristalizirati i kao takav razmnožavati se u živoj stanici.

Bawden i Pirie (1937.) prema Juretić (2002.) otkrivaju da je virus mozaika duhana u svojoj kemijskoj građi sastavljen od 95% proteina i 5% nukleinske kiseline.

Otkriće elektronskog mikroskopa pridonijelo je razvoju biljne virologije. Elektronski mikroskop ima veću moć razlučivanja od svjetlosnog mikroskopa, te je njime moguće zapaziti mnogo više detalja u građi čestice virusa.

Kausche, Pfankuch i Ruska (1939.) prema Juretić (2002.) prvi put promatraju čestice TMV-a elektronskim mikroskopom.

Williams i Wycoff (1945.) prema Juretić (2002.) su razvili tehniku sjenčanja pripravaka parama teških metala. Ta tehnika omogućuje zapažanje detalja virusnih čestica.

Markham i Smith (1949.) prema Juretić (2002.) došli su do zaključka da je nukleinska kiselina potrebna za infektivnost biljnog virusa.

Brakke (1951.) prema Juretić (2002.) razvija tehniku centrifugiranja virusnih uzoraka. Ta tehnika omogućuje odvajanje virusnih čestica različite težine i njihovih pojedinih dijelova.

Markham (1951.) prema Juretić (2002.) utvrđuje da virusna nukleinska kiselina dolazi u čestici unutar proteinske komponente koju poput omotača ovija nukleinsku kiselinu.

Morel i Martin (1952.) prema Juretić (2002.) su pomoću kulture vršnih meristema utvrdili da se iz virusno inficiranih roditeljskih biljaka mogu dobiti bezvirusne biljke.

Kassanis (1952.) je prema Juretić (2002.) utvrdio da se izlaganjem zaraženih biljaka određeni vremenski period na visokim temperaturama iz njih mogu ukloniti virusi.

Crick i Watson (1956.) prema Juretić (2002.) pretpostavljaju da se proteinski omotač malih virusa sastoji od većeg broja istih proteinskih podjedinica raspoređenih na površini čestice virusa.

Fraenkel-Conrat i Williams (1955.) prema Juretić (2002.) su iz odvojenog virusnog proteina i RNA obnovili čestice virusa mozaika duhana te se one nisu razlikovale od prvotnih. Dolaze do zaključka da je za infektivnost virusa mozaika duhana odgovorna RNA.

Brenner i Horne (1959.) su prema Juretić (2002.) razvili tehniku negativnog kontrastiranja pripravaka za promatranje u elektronskom mikroskopu.

Tsugita i sur. (1960.) prema Juretić (2002.) određuju aminokiselinski sastav proteina virusa mozaika duhana.

Godine 1982 određen je potpuni nukleotidni slijed (Juretić, 2002).

Prema Zatin i sur. (1999.) Beijerick je u biljku unio suspenziju virusa mozaika duhana i bakterije *Bacillus anglomerans* kako bi proučio ima li bakterija utjecaj na simptome zaraze. Kao rezultat istraživanja uočio je da simptomi nisu u potpunosti isti simptomima zaraze virusa mozaika duhana. Pojavio se albinizam tj. izostavljeno je stvaranje klorofila u biljci.

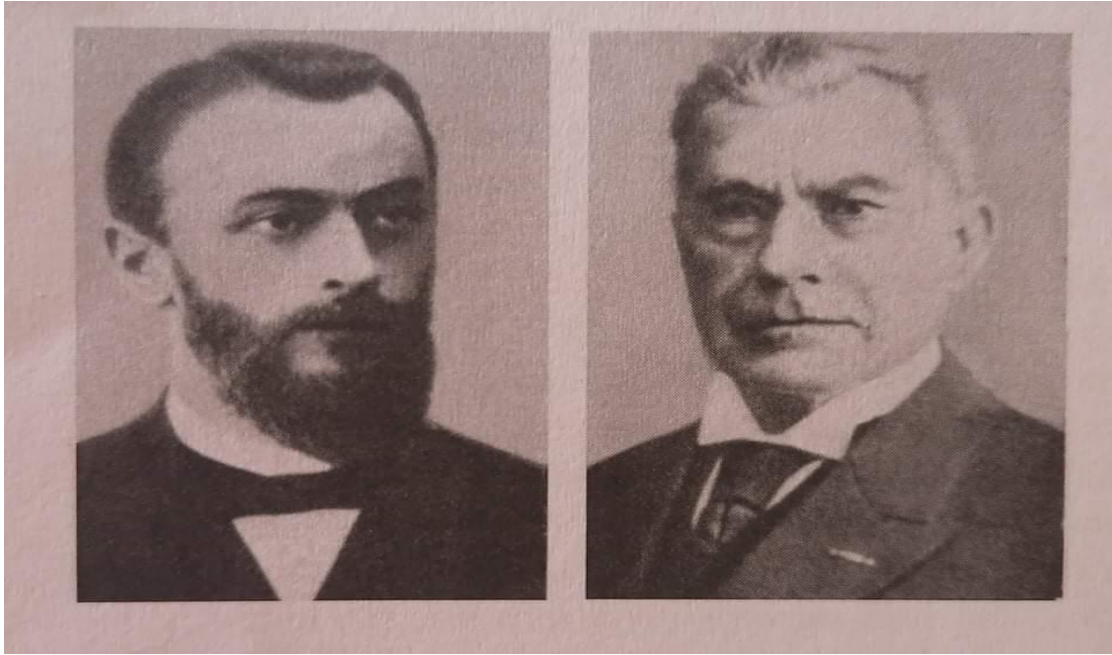
Mnogi znanstvenici su istraživali prisutnost virusa duhana tijekom godina. Tako su Chatzivassiliou i suradnici (2004.) sva najvažnija područja za proizvodnju duhana u Grčkoj ispitali na prisustvo virusa u razdoblju od 1997. do 2000. Sadnice duhana ili biljke koje pokazuju simptome slične virusima nasumično su sakupljane iz sjemenskih korita ili polja i testirane su ELISA analizom, i / ili mehaničkim cijepljenjem na indikator bilje. Virus krumpira Y (PVY), virus mozaika krastavca (CMV) i duhanski mozaik virusa (TMV) otkriveni su na svim područjima uzorkovanja, a TMV se uglavnom nalazi u orijentalnim sortama.

Jedan od načina preživljavanja i širenja virusa jeste i putem korova. Piedra-Ibarra i suradnici (2005.) su ispitali prisustvo virusa na korovima u području centralnog Meksika. Sa korovne biljke *Leonotis nepetaefolia* su izolirali nekoliko vrsta virusa, između ostalog i TMV.

Zindović i suradnici (2007.) su ispitali prisustvo nekoliko vrsta virusa na duhanu u Crnoj gori, između ostalog i TMV te su utvrdili da se virus mozaika duhana najčešće pojavljuje i to na 44,6% od svih testiranih uzoraka.

Niu i suradnici (2009.) su izolirali TMV s široko rasprostranjene korovne biljke *Abutilon theoprasti* u Kini.





Slika 1. Dimitrije Josipović Ivanovski i Martinus Willem Beijerinck- otkrivači virusa.

(Izvor: Juretić, N. (2002.): Osnove biljne virologije)



Slika 2. Mozaik na listu duhana koji uzrokuje virus mozaika duhana (TMV).

(Izvor: <http://www.besplatniseminarski.com/Poljoprivreda/Bolesti-duhana.html>)



Sika 3. Lokalne lezije na listu duhana.

(Izvor: <http://www.besplatniseminarski.com/Poljoprivreda/Bolesti-duhana.html>)

## 2.1. Biljni virusi

Znanost koja proučava viruse zove se virologija, a bolesti uzrokovane virusima zovu se viroze.

Riječ virus u 18. stoljeću označuje otrov, neugodan miris znoja, vodenkasti žućkasto zeleni iscjedak iz čira i sve što ima veze s hranom, a može naškoditi zdravlju. U 19. stoljeću označuje infekciju ili sve okom nevidljive uzročnike bolesti. Stoljeće poslije označuje zarazne čestice koje su nevidljive svjetlosnim mikroskopom i parazitiraju na živim organizmima (Juretić, 2002.).

Čestice virusa su submikroskopske građe (najmanji i najjednostavniji mikroorganizmi) te ih se zbog toga ne može vidjeti svjetlosnim mikroskopom već samo elektronskim mikroskopom. Virusi nemaju staničnu građu već im tijelo čini virusnu elementarnu česticu. Također, nemaju vlastiti metabolizam te se zbog toga ne mogu koristiti tvarima iz stanice domaćina.

Virusne se čestice repliciraju na način da se rastavljaju na protein i nukleinsku kiselinu kada dospiju u stanicu domaćina nakon čega virusna nukleinska kiselina metabolizam domaćina preusmjerava na stvaranje novih čestica virusa. Virusna čestica ne prekida sintezu proteina i nukleinskih kiselina biljke domaćina te je radi toga otežano razlikovati virusne proteine i virusne nukleinske kiseline od proteina i nukleinskih kiselina biljke domaćina (Juretić, 2002.).

Virusi nisu sposobni za život izvan žive stanice svog domaćina zbog čega ih se naziva obligatim parazitima. Uzročnici su raznolikih bolesti u čovjeku, životinjama i biljkama koje su od globalne važnosti. Oni virusi koji parazitiraju samo u biljnim stanicama nazivaju se biljni virusi. Njihovi prenosioci su vrlo često kukci. Hraneći se sokom zaraženih biljaka, biljne viruse prenose na zdrave biljke.

Virusi se u biljci šire na dva načina: plazmodezmijama od stanice do stanice i provodnim tkivom na veće udaljenosti. Provodnim tkivom virus se širi do nekog određenog mjesta (list) te izlazi iz provodnog tkiva, ulazi u parenhimsko tkivo i širi plazmodezmijama u ostale stanice. U nekim biljkama domaćinima TMV se širi brzinom od 8 cm/h (Juretić, 2002.).

Samuel (1934.) prema Juretić (2002.) ispituje sistemno širenje virusa mozaika duhana u rajčici. Na veće udaljenosti virus se širi kroz floem. Nakon 25 dana od inokulacije lista, biljka je u cijelosti inficirana (Slika 4.).

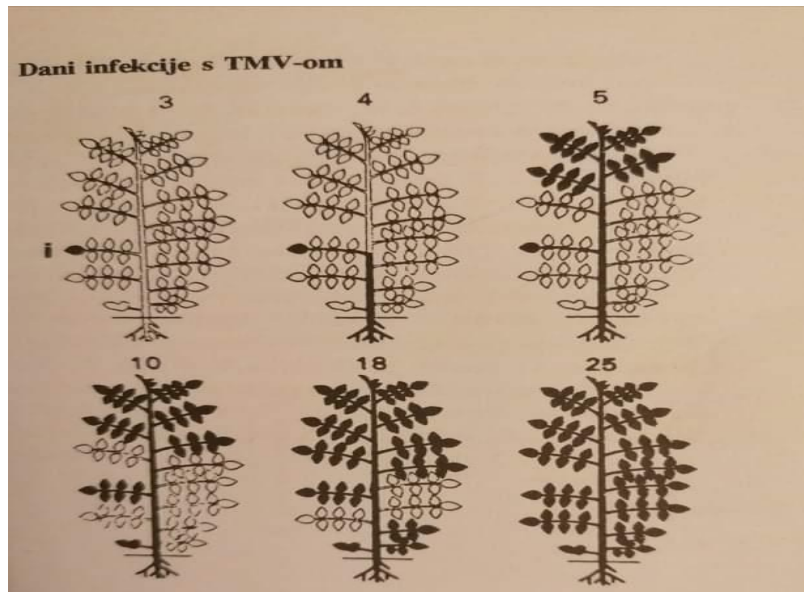
Po nekim autorima virusi se nalaze na granici između žive i mrtve prirode (Kišpatić, 1992.).

Zbog njihovog raznolikog utjecaja na biljke nije ih lako prepoznati u biljnom tkivu.

Biljka može biti inficirana virusima a da na njoj nema vidljivih simptoma ili oni nalikuju simptomima fizioloških poremećaja i genetskih promjena.

Uočena je velika povezanost biljnih virusa i ekologije uopće. Biljni virusi utječu na uzgoj kultiviranih biljaka, no isto tako povezani su i sa samoniklim biljkama koje su izvor virusnih infekcija. Također, biljni virusi su povezani i sa gljivicama, nematodama i kukcima koji su njihovi prenosioci. Istraživanje te povezanosti i drugih ekoloških čimbenika, objašnjava pojavu virusnih epidemija (Juretić, 2002.).

Uslijed uzgoja usjeva na velikim površinama u monokulturi povećava se rizik od moguće epidemije virusnih bolesti. Posljedica toga su značajni ekonomski gubici, te se donosi zaključak da su virusi ograničavajući čimbenici u proizvodnji bilja.



Slika 4. Sistemno širenje virusa mozaika duhana (crna boja) u rajčici.

(Izvor: Izvor: Juretić, N. (2002.): Osnove biljne virologije)

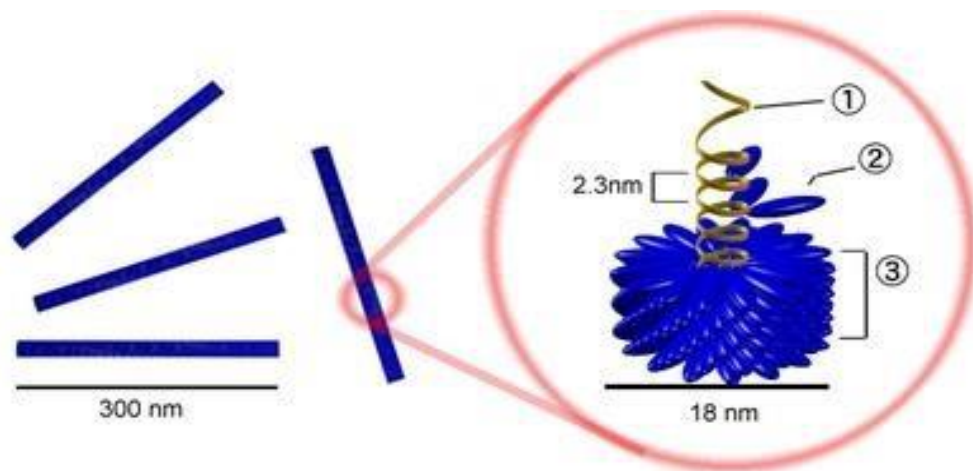
## 2.2. Građa čestice virusa mozaika duhana

Istraživanja virusa mozaika duhana doprinijela su razvoju molekularne biologije. Najranije je istraživana građa čestice virusa mozaika duhana. Virusi su zarazne čestice građene od dva kemijska spoja: nukleinske kiseline (DNA ili RNA) i proteina. Nukleinska kiselina (DNA ili RNA) izvor je genetičkih informacija i čini genom. Veliki broj istih proteinskih molekula čini proteinski omotač ili kapsid (Slika 5.).

Nobelovci Crick, Watson i Klug prema Juretić (2002.) koristeći se elektronskim mikroskopom najviše pridonose istraživanju građe virusa.

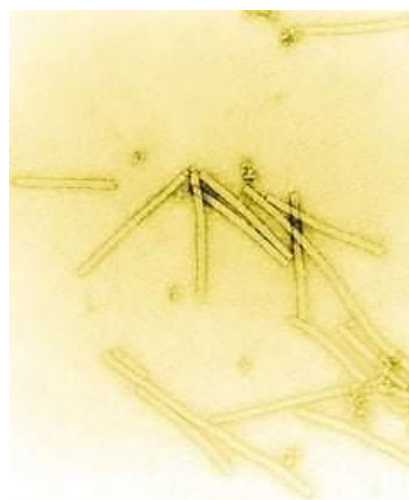
Slika 6 prikazuje česticu TMV-a koja ima oblik štapića dugačkog 300 i širokog 18 nm. Unutar proteinskog omotača (kapside) se nalazi ribonukleinska kiselina (RNA). Molekularna masa proteina u čestici TMV-a iznosi 38 000 K (kilodaltona), što čini 95% ukupne mase čestice TMV-a, dok molekularna masa nukleinske kiseline u čestici TMV-a iznosi 2 000 K, što čini svega 5% ukupne mase čestice virusa. Dakle molekularna masa cijele čestice TMV-a iznosi 40 000 K. Proteinski omotač izgrađen je od 2 130 istih

proteinskih podjedinica jedne virusne čestice. Proteinske podjedinice su poredane jedna iznad druge u slojevima u blagoj uzvojnici. Slika 7 prikazuje elektronsku snimku i rentgenskom strukturnom analizom dobivenu građu proteinskog diska TMV-a gledanog odozgora. Slika 8 prikazuje slijed od 158 aminokiselina u proteinskoj podjedinici TMV-a. Jednolančana RNA koja se nalazi unutar proteinskog omotača sastoji se od 6 395 nukleotida i slijedi uzvojnici proteinskih podjedinica dugačkih po 7 nm pojedinačno (Slika 5.). RNA se nalazi u udubinama proteinskih podjedinica koje su udaljene 5 nm od vanjskog kraja i 2 nm od unutarnjeg kraja proteinske podjedinice (Juretić, 2002.).



Slika 5. Građa virusa mozaika duhana: 1.nukleinska kiselina, 2.kapsomera, 3.kapsida.

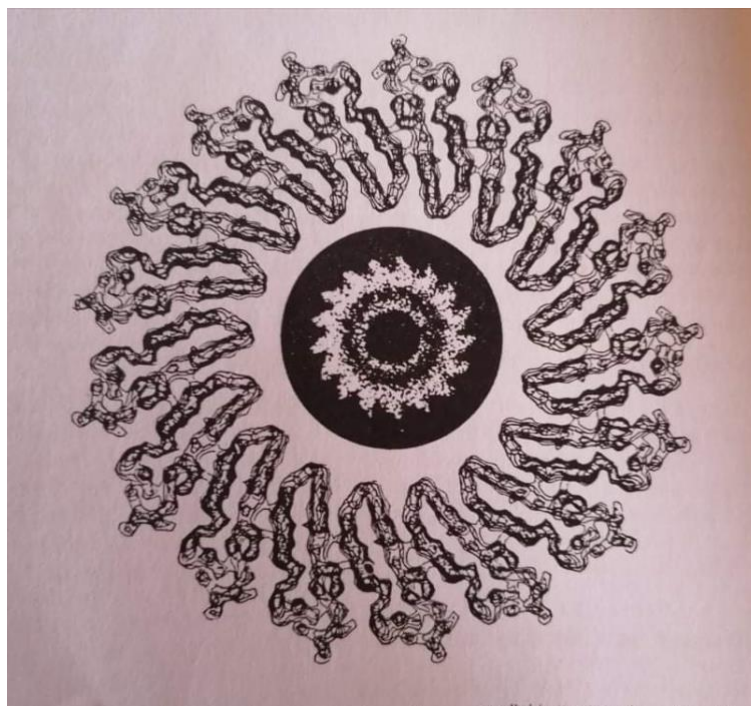
(Izvor: [https://hr.m.wikipedia.org/wiki/Datoteka:Tobacco\\_mosaic\\_virus\\_structure.png](https://hr.m.wikipedia.org/wiki/Datoteka:Tobacco_mosaic_virus_structure.png))



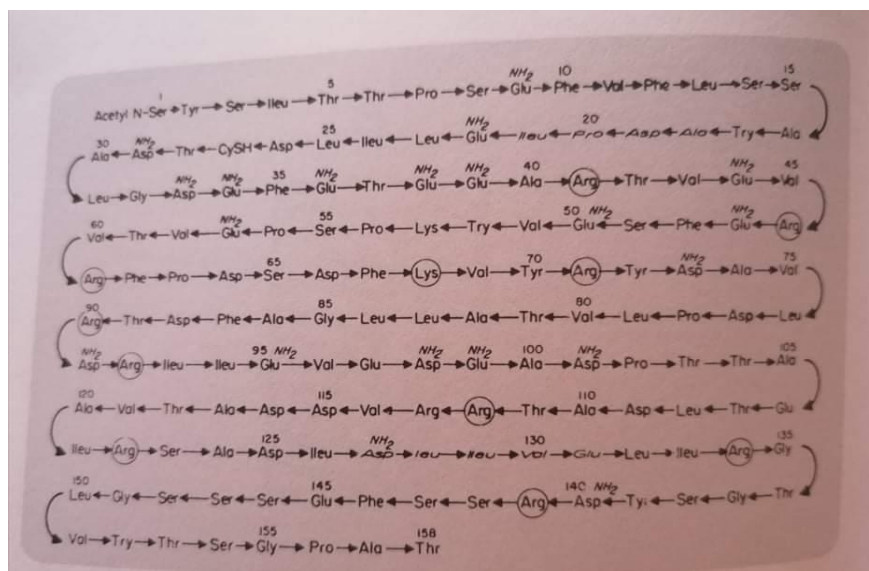
Slika 6. Elektromikroskopska snimka virusa mozaika duhana; povećanje 160 000 puta.

(Izvor: [https://hr.m.wikipedia.org/wiki/Virus\\_mozaika\\_duhana](https://hr.m.wikipedia.org/wiki/Virus_mozaika_duhana))





Slika 7. Proteinski disk virusa mozaika duhana gledanog odozgo: u sredini (u tamnom krugu)- elektronskomikroskopska snimka, na periferiji-slika dobivena rentgenskom strukturnom analizom. (Izvor: Juretić, N. (2002.): Osnove biljne virologije)



Slika 8. Sljedi 158 aminokiselinski ostataka u proteinskim podjedinici virusa mozaika duhana. (Izvor: Juretić, N. (2002.): Osnove biljne virologije)

### 2.3. Duhan (*Nicotiana tabacum*) kao domaćin virusa mozaika duhana

Duhan (*Nicotiana tabacum*) je kulturna biljka iz porodice *Solanaceae*. Gagro (1998.) navodi da je duhan najrasprostranjenija kulturna biljka na svijetu koja ne služi za prehranu, ne uzimajući u obzir mogućnost proizvodnje ulja iz njenog sjemena. Sušeno, sortirano i fermentirano lišće duhana koristi se za izradu cigareta i drugih proizvoda. Duhanski ovisnici puše, ušmrkavaju ili žvaču duhan odnosno proizvode od duhana.

Veliki broj kemijskih sastojaka biljke duhana štetno djeluje na zdravlje ljudi. Ovisnost o duhanu stvara alkaloid nikotin, jedan od najjačih biljnih otrova. Koristi se u farmaceutskoj industriji i za suzbijanje štetnih kukaca.

Sjeme duhana sadrži više od 30% ulja, te se koristi u industriskoj proizvodnji lakova, boja i sapuna. Rafinirano ulje od sjemena duhana koristi se u prehrani. Cvijet duhanske biljke koristi se u parfemskoj industriji a iz stabljike se dobiva celuloza koju koristimo u proizvodnji papira (Gagro, 1998.).

#### 2.3.1 *Biologija*

Biljni virusi ne mogu samostalno ulaziti u biljnu stanicu niti se mogu vezati za površinu biljne stanice jer na njoj nema receptora za koje bi se mogli vezati. Prenose se sa zaraženih biljaka na zdrave biljke na više načina.

Mehanički prijenos virusa podrazumijeva prenošenje virusa sa zaražene na zdravu biljku preko rana u epidermi biljnih stanica.

Za vjetrovitog vremena dolazi do mehaničkog prijenosa virusa sa zaraženog na zdravi duhan pri čemu se listovi zaraženog duhana trljaju od susjedne listove zdravih listova duhana (Juretić, 2002.).

U mehanički prijenos virusa mozaika duhana ubraja se i kontaminacija rukama, odjećom i poljoprivrednim alatom. Ne prenosi se insektima, sjemenom i peludom zaraženih biljaka

duhana. Radi odabira najboljeg načina suzbijanja širenja virusa, važno je znati način njegovog prenošenja na biljku domaćina.

Na inokuliranom listu ima manji broj lokalnih lezija nego što u inokulumu ima viriona kada mnoge čestice ne dolaze u dodir s ranom na biljnom tkivu. Da bi nastala jedna lokalna lezija na inokuliranom listu uzrokovana TMV-om, inokulum mora sadržavati  $10^6$  čestica. Da bi nastala jedna lokalna lezija na inokuliranom listu kod pažljivih inokulacija, dovoljno je da inokulum sadrži 450 čestica (Juretić, 2002.).

Razlikuju se razmatranja znanstvenika što virus pri mehaničkoj inokulaciji najprije inficira. Jedna istraživanja navode da virus najprije inficira epiderme stanice, dok druga navode da najprije inficira stanice mezofita. Također, razlikuju se razmatranja znanstvenika o tome da li virus ulazi u stanicu na mjestu rane ili kroz ektodezmije (protoplazmatske otvore u vanjskoj staničnoj stijenci epidermne stanice). Ipak, većina znanstvenika smatra da virus ulazi u stanicu na mjestu rana jer čestice virusa nisu nađene u ektodezmijama (Juretić, 2002.).

### 2.3.2. *Simptomi*

Izražen mozaik je vidljiv na listovima zaraženih biljaka duhana. Lokalne lezije se na listovima obično ne javljaju pri prenošenju virusa mehaničkom inokulacijom sa zaraženih na zdrave listove. Male, okrugle i klorotične pjege na listovima se javljaju pri visokim temperaturama i jakoj svjetlosti. Posvjetljivanje žilica na najmlađim listovima prvi je simptom sistemične zaraze, te nakon toga slijedi deformacija lišća i mozaik (Juretić, 2002.).

Ćosić (2008.) navodi da simptomi zaraze ovise o domaćinu, soju virusa mozaika duhana i vremenu u kojem je došlo do zaraze. Na mladim biljakama duhana uočava se posvjetljivanje lisnih žila. Na osjetljivim sortama duhana uočava se nekroza na donjem lišću. Može doći i do deformacije, kovrčanja i sužavanja vršnog lišća.

Čestice virusa u dlačicama listova zaraženih biljaka stvaraju kristale pravilne šesterokutne prizme sa bridovima dugim 15-20 $\mu$ m. Te strukture dobro su vidljive svjetlosnim mikroskopom, no nije ih uvijek lako pronaći. (Slika 11.) (Juretić, 2002.).



Kao rani simptom zaraze, dva do tri tjedna od infekcije virusom mozaika duhana, javljaju se tamnozeleno-žute točkice u blizini lisnih žila (Slika 9.) Nakon nekog vremena, u sredini i na rubovima točkica javlja se nekroza tkiva (Slika 10.) (Gorišek, 2009.).



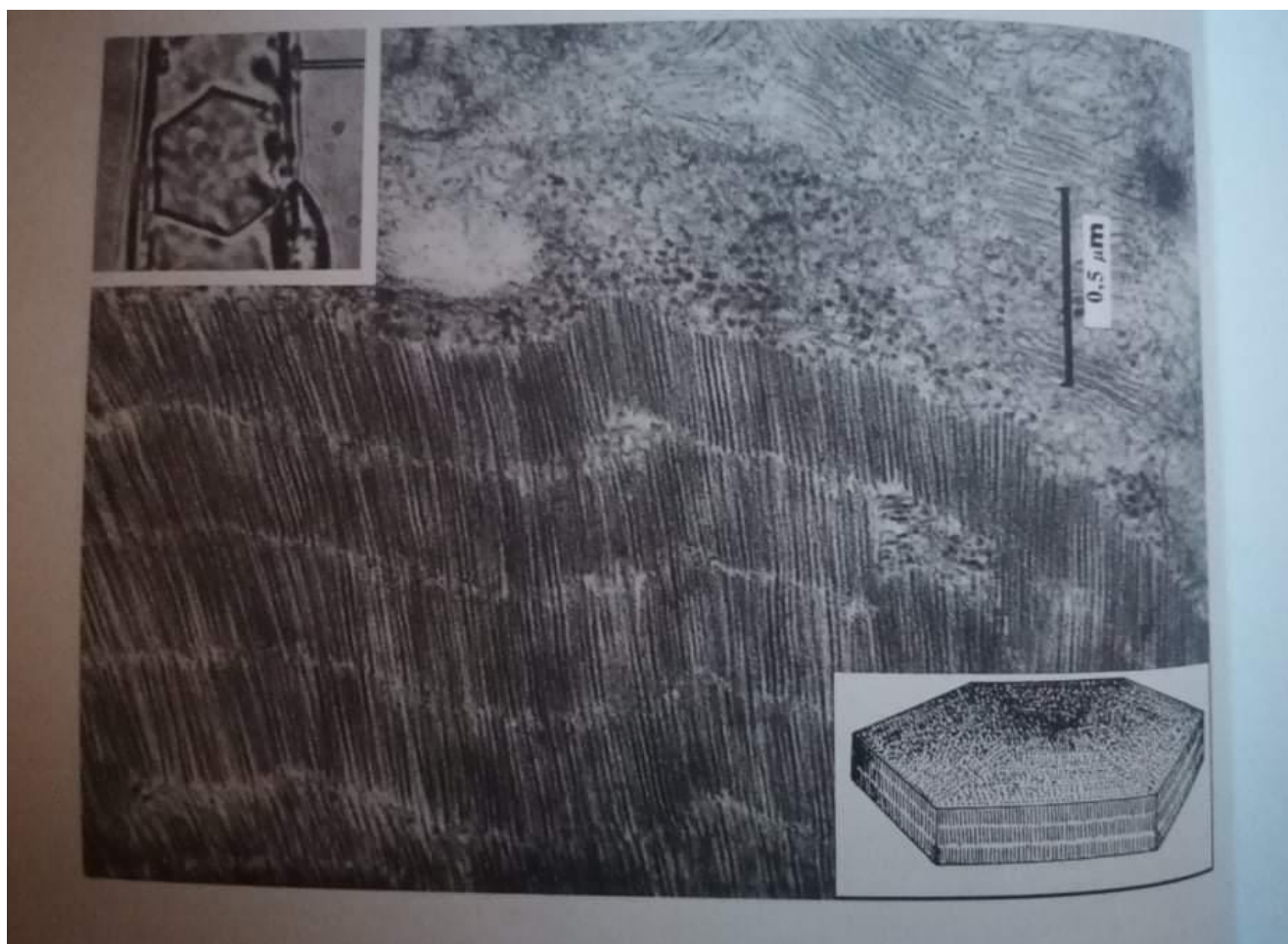
Slika 9. Listovi duhana zaraženi TMV-om s ranim simptomima zaraze.

(Izvor: <https://zir.nsk.hr/islandora/object/pmf%3A3653>)



Slika 10. Listovi duhana zaraženi TMV-om s kasnim simptomima zaraze.

(Izvor: <https://zir.nsk.hr/islandora/object/pmf%3A3653.2.3>)



Slika 11. Građa virusnog kristala u obliku heksagonalne prizme koji stvara virus mozaika duhana (TMV).

(Izvor: Juretić, N. (2002.): Osnove biljne virologije)

### 2.3.3. Zaštita

U suzbijanju viroza nema izravnih mjera zaštite već su moguće samo preventivne mjere zaštite. Izravne mjere u kojima se koriste kemijska sredstva ne daju zadovoljavajuće rezultate. Razlog tome je što su virusi vezani za metabolizam stanice biljke domaćina. Pri uništavanju virusa uništavaju se fiziološki procesi stanice biljke domaćina.

Virus mozaik duhana na duhanu preventivno se suzbija mjerama kao što su:

1. Korištenje certificiranog sjemena slobodnog od virusa,
2. uništavanjem duhanskih ostataka u liježi i na polju,
3. primjenjivanje plodoreda,
4. provođenje dezinfekcije opreme, alata i ruku
5. zabranom pušenja kod rada u rasadu.

Provedeno je ispitivanje protuvirusnog djelovanja hidrolata aromatične biljne vrste *Dittrichia viscosa* (L.) Greuter *in vivo* na biljkama domaćinima virusa mozaika duhana. Rezultati su pokazali da vrsta *Dittrichia viscosa* (L.) Greuter jača otpornost biljke prema virusu mozaika duhana (Kalušić, 2018.).

Također, brojna esencijalna ulja su pokazala da imaju protuvirusno djelovanje. Provedeno je ispitivanje djelovanja esencijalnih ulja biljnih vrsta *Melaleuca leucadendron* (L.), *Myrtus communis* L. i *Satureja Montana* L. na virus mozaika duhana. Najbolji antivirusni učinak imalo je esencijalno ulje biljke *Satureja Montana* L (Jerković i sur., 2013.).

### 2.4. Rajčica (*Solanum lycopersicum* L.) kao domaćin virusa mozaika duhana

Rajčica je kulturna biljka iz porodice *Solanaceae*. Danas je jedno od najrasprostranjenijeg povrća na svijetu. Uzgaja se radi jestivih sočnih plodova (boba) koji se

upotrebljavaju svježi za salate, kuhaju za razna jela i konzerviraju za sok. Iako ju smatramo povrćem, rajčice botanički pripadaju skupini voća.

#### *2.4.1. Biologija*

Virus mozaika duhana može se mehanički prenijeti na mlade sadnice rajčica pri dodiru zdrave biljke s korijenom zaražene biljke, zaraženim biljnim ostacima u tlu i adsorbiranim virusnim česticama u tlu. Nakon potpunog razlaganja biljnih ostataka, virus se u tlu zadržava jednu do dvije godine. Prilikom probijanja korjenčića kroz tlo nastaju rane kroz koje dospijeva virus u biljno tkivo. U mehanički prijenos virusa mozaika duhana ubraja se i kontaminacija rukama, odjećom i poljoprivrednim alatom.

Virus mozaika duhana predstavlja problem u proizvodnji visokih (indeterminiranih) sorti rajčice jer kod tih sorti tijekom obaveznih mjera njege kao što je presađivanje, piniciranje, zakidanje vrha stabljike i berba plodova nastaju ranice na biljnom tkivu. Sa onečišćenih ruku, odjela i poljoprivrednog alata virusne čestice ulaze u ranice na biljnom tkivu zbog čega dolazi do infekcije TMV-om. U proizvodnji niskih (determiniranih) sorti rajčice u direktnoj sjetvi, virus mozaika duhana ne predstavlja ozbiljan problem jer se ove mjere ne primjenjuju. (Aleksić i sur., 1980.).

Također prenosi se i sjemenom zaraženih biljaka. Na taj način biljni virus se rasprostire po usjevu već samom sjetvom, a virusna bolest se javlja nakon nicanja.

Rane infekcije su pojedinačne i rijetke, te predstavljaju polazni infekciozni materijal za daljnje širenje virusa koje je vrlo brzo i potpuno u proizvodnji rajčice (Aleksić i sur., 1980.). TMV je sposoban preživjeti sušenje sjemene ljuske u zriobi.

#### *2.4.2. Simptomi*

Simptomi koji se javljaju na rajčici ovise o domaćinu, soju virusa i vremenu infekcije. Najčešći sojevi uzrokuju simptome blagog mozaika, dok poneki mogu biti vrlo štetni.

Simptomi se najčešće uočavaju na listovima i plodovima rajčice (Slika 12. i 13.). Na mladim biljkama desetak dana nakon infekcije javlja se mozaična prošaranost i šiljatost listova, te žučenje cijele biljke i zaostajanje u rastu. Starije biljke poprime mozaičan izgled a listovi se ne deformiraju.

Plodovi su smanjene veličine sa smeđim zonama ispod kože ploda, mozaično prošarani i neujednačeno dozrijevaju (Slika 12.). U fazi dozrijevanja plodova pri visokim temperaturama na plodu se uočavaju žuti prstenovi.

Najveće štete izazivaju nekrotični sojevi, pogotovo u infekcijama s drugim virusima.

Nekrotični sojevi virusa ili mješane infekcije s X-virusom krumpira u ranoj fazi razvoja bolesti uzrokuju mozaik, lokalne nekroze i male, okrugle tamne zasebne ili spojene pjege na lišću. Na peteljci i stabljici uočavaju se crtaste lezije tamne boje. Na plodu rajčice vidljiva su tamna, nepravilna udubljenja. Kod determiniranih sorti rajčice navedeni simptomi zaraze nastaju na svim biljnim dijelovima koji se razvijaju nakon inokulacije. Slika 14. prikazuje izumiranje svih biljnih dijelova rajčice. Kod indeterminiranih sorti rajčice nekroza zahvaća liske, cvjetove i plodove zajedno sa dva izbojka iznad mjesta inokulacije. Nakon toga biljka se oporavlja i dalje se javlja mozaik bez nekroze (Aleksić i sur., 1980.).

Zaražene biljke nekih sorti rajčice su tolerantne prema virusu. Simptomi zaraze tih biljaka se povlače u toku vegetacije, te zaraza ne utječe na prinos ploda. Štete izazvane TMV-om veće su pri uzgoju iz rasada nego sjetvom na stalno mjesto. Simptomi mozaika su osobito vidljivi po vlažnom vremenu, dok su po sunčanom i suhom vremenu prikriveni.



Slika 12. Plod rajčice zaražen virusom mozaika duhana (TMV).

(Izvor:[http://www.agroatlas.ru/en/content/diseases/Lycopersici/Lycopersici\\_Tobacco\\_mosaic\\_virus/](http://www.agroatlas.ru/en/content/diseases/Lycopersici/Lycopersici_Tobacco_mosaic_virus/))





Slika 13. List rajčice zaražen virusom mozaika duhana (TMV).

(Izvor: <https://www.scribd.com/doc/247033533/Virus-Mozaika-Duvan-Tobacco-mosaicvirus-TMV>)



Slika 14. Virus mozaika duhana. Simptomi nekrotičnog soja na determiniranoj sorti rajčice.

(Izvor: Aleksić i sur., 1980.)

### 2.4.3. Zaštita

Virus mozaika duhana na rajčici preventivno se suzbija mjerama kao što su:

1. Korištenje certificiranog sjemena slobodnog od virusa,
2. pri iznošenju rasada na stalno mjesto biljke sa simptomima infekcije odstraniti i spaliti.
3. uništavanje korova,
4. uništavanje biljnih ostataka,
5. primjenjivanje plodoreda,
6. provođenje dezinfekcije opreme, alata i ruku
7. zabranom pušenja kod rada u rasadu,
8. prirodnom fermentacijom plodova rajčice prije ekstrakcije njihova sjemena što uzrokuje suzbijanje čestica virusa TMV-a na površini sjemena, izlaganje sjemena temperaturi od 80°C u vremenskom trajanju od 24h, potapanje sjemena tokom ekstrakcije u 2% otopini HCl u vremenu trajanja 24h (Aleksić i sur., 1980).

### 2.5. Paprika (*Capsicum annum* L.) kao domaćin virusa mozaika duhana

Paprika je kulturna biljka iz porodice *Solanaceae*. Danas je jedno od najrasprostranjenijeg povrća na svijetu. Uzgaja se radi jestivih plodova koji se upotrebljavaju svježi za salate, kuhaju za razna jela i koriste kao nezamjenjiv začim. Bogata je ljekovitim sastojcima i zbog preporučljiva u prehrani.

### 2.5.1. *Biologija*

Virus mozaika duhana može se mehanički prenijeti sa zaražene na zdravu biljku paprike preko rana u epidermi biljnih stanica, zaraženim biljnim ostacima u tlu, kontaminacijom rukom, odjećom i poljoprivrednim alatom.

Pri uzgoju u staklenicima, usporedno sa uzgojem rajčice, dolazi do inficiranja paprike virusom mozaika duhana. Tijekom berbe plodova nastaju ranice na biljnom tkivu preko kojih poljoprivredni radnici kontaminiranim rukama prenose čestive TMV-a sa zaraženih biljaka rajčice i primarno zaraženih biljaka paprike na ostale nezaražene biljke paprike (Aleksić i sur., 1980.).

### 2.5.2. *Simptomi*

Simptomi koji se javljaju na paprici ovise o domaćinu, soju virusa i vremenu infekcije.

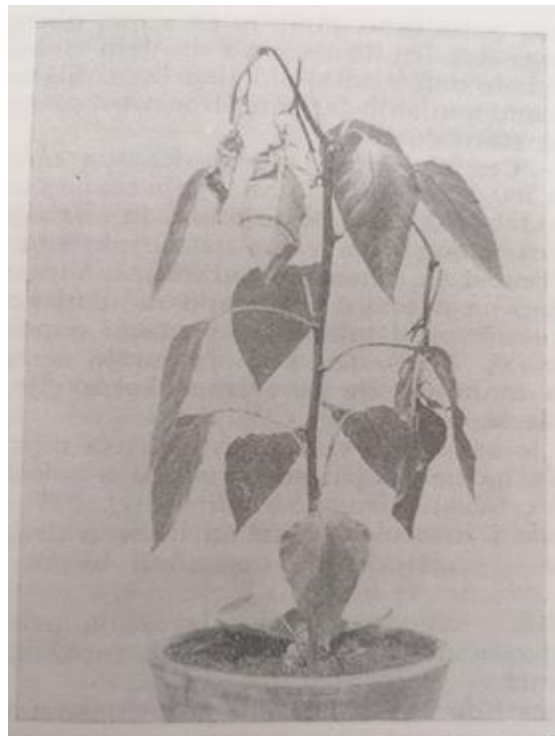
Do potpune infekcije virusom dolazi jedino u staklenicima pri uzgoju paprike usporedno s rajčicom. Tada se TMV prenosi mehaničkim putem na sve biljke u usjevu. Slika 15 prikazuje infekciju vršnog lista paprike koja je izazvala klorozu. Kloroza je simptom virusne bolesti i na kasnije razvijenim listovima. Također, na donjem dijelu tih listova uočava se mozaik sa prugastim šarama tamne boje. Ove šare oblikom podsjećaju na hrastov list. Dolazi do otpadanja oboljelog lišća. Na stabljici, bočnim granama i peteljkama lista i cvijeta uočavaju se prostrane tamno crvene nekrotične pjege. Dolazi do venjenja i sušenja izdanaka zahvaćenih nekrozom (Slika 16.) (Aleksić i sur., 1980.).





Slika 15. List paprike zaražen virusom mozaika duhana (TMV)

Izvor: [http://www.poljoberza.net/pg17\\_6.aspx](http://www.poljoberza.net/pg17_6.aspx)



Slika 16. Virus mozaika duhana (TMV). Sušenje izdanaka paprike zahvaćene nekrozom.

(Izvor: Aleksić i sur., 1980.)

### 2.5.3. Zaštita

Virus mozaika duhana na paprici suzbija se preventivnim mjerama kao što su:

1. Korištenje certificiranog sjemena slobodnog od virusa,
2. uzgoj tolerantnih sorti,
3. pri iznošenju rasada na stalno mjesto biljke sa simptomima infekcije odstraniti i spaliti.
4. uništavanje korova,
5. uništavanje biljnih ostataka,
6. primjenjivanje plodoreda,
7. provođenje dezinfekcije opreme, alata i ruku
8. zabranom pušenja kod rada u rasadu,
9. potapanjem sjemena paprike u 2% otpini NaOH u vremenskom trajanju od 10 minuta. Sjeme se ispiri vodom i suši. (Aleksić i sur., 1980).

### 2.6. Uloga virusa mozaika duhana u proizvodnji lijekova

HIV (Human Immunodeficiency Virus) je virus humane imunodeficijencije koji uzrokuje AIDS, jednu od najraširenijih i najopasnijih bolesti. Taj virus onemogućuje obranu organizma od raznih infekcija u tijelu čovjeka. AIDS se prenosi spolnim putem i zaraženom krvlju, te je neizlječiva, smrtonosna bolest. Radi pronalaženja lijeka koji bi zaustavio širenje virusa provode se mnoga istraživanja u području molekularne biologije.

Griffithsin (GRFT), protein iz crvene alge *Griffithsia sp.* pokazao se djelotvornim u borbi protiv HIV-a. Istraživanja na zaraženim ljudskim stanicama virusom HIV-a pokazala su da grificin inaktivira HIV pri samom kontaktu (O'Keefe i sur., 2009.).

Kako bi spriječili prenošenje opasne bolesti AIDS koju uzrokuje virus HIV-a, istraživači koriste biljke za proizvodnju velikih količina proteina. Znanstvenici SAD-a i Velike Britanije koristeći se modificiranim oblikom virusa mozaika duhana, unose gen koji stvara protein grificin u TMV-u te inficiraju biljku *Nicotiana benthamiana*. Primjenom takvog postupka protein iz crvene alge Griffithsin (GRFT) proizvodi se u biljci *Nicotiana benthamiana*. Prethodnim laboratorijskim istraživanjima na ljudskim stanicama dokazano je učinkovito djelovanje grificina u borbi protiv HIV-a. Protein grificin veže se na površinu virusa i na taj način sprječava virus da inficira zdrave stanice. Znanstvenici su proizveli 60g grificina iz biljaka *Nicotiana benthamiana* u stakleniku površine 460 m<sup>2</sup> (Gilbert, 2009.).

Duhanske biljke koriste se za proizvodnju cjepiva koja bi se koristila za liječenje tumora. Cjepivom bi se izbjegle nuspojave u organizmu pacijenta nastale liječenjem kemoterapijama. Ljudski gen za proizvodnju protutijela specifičnog za određeni tumor unosi se u TMV-vektor, te se inficira duhanska biljka. Nakon toga se izoliraju protutijela iz inficiranih listova. Pacijenti na kojima se izvršilo ispitivanje nisu imali nuspojave. Ponovno je potvrđena važnost TMV-a u razvoju znanosti (Gorišek, 2009.).

### 3. ZAKLJUČAK:

Znanost koja proučava viruse zove se virologija, a bolesti uzrokovane virusima zovu se viroze.

Dimitriju Josipoviću Ivanovskom prema Juretić (2002.) se prepisuje da je prvi naslutio da u prirodi uz poznate zarazne patogene, postoje i novi uzročnici bolesti koje danas nazivamo virusi.

Nobelovci Crick, Watson i Klug prema Juretić (2002.) koristeći se elektronskim mikroskopom najviše pridonose istraživanju građe virusa.

Virusi su zarazne čestice submikroskopske građe, sastavljene od nukleinske kiseline (DNA ili RNA) i proteina.

Nemaju staničnu građu već im tijelo čini virusnu elementarnu česticu. Nisu sposobni za život izvan žive stanice svog domaćina zbog čega ih se naziva obligatim parazitima.

Virusne se čestice repliciraju na način da virusna nukleinska kiselina primorava stanicu biljke domaćina da svoj metabolizam usmjerava na stvaranje pojedinih dijelova virusnih čestica. Spajanjem tih dijelova nastaju nove virusne čestice.

Virus mozaika duhana (tobacco mosaic virus- TMV) je RNA virus koji uzrokuje viroze na duhanu i drugim članovima porodice *Solanaceae* (rajčica, paprika). Na zaraženim listovima biljke domaćina izmjenjuju se svijetlije i tamnije zone koje slične mozaiku, otuda je virus i dobio ime. Jačina simptoma ovisi o sorti biljke domaćina, soju virusa, fenofazi rasta i razvoja u kojoj se biljka nalazi u vrijeme infekcije i ekološkim uvjetima uzgoja.

U suzbijanju viroza nema izravnih mjera zaštite već su moguće samo preventivne mjere zaštite. Izravne mjere u kojima se koriste kemijska sredstva ne daju zadovoljavajuće rezultate. Razlog tome je što su virusi vezani za metabolizam stanice biljke domaćina. Pri uništavanju virusa uništavaju se fiziološki procesi stanice biljke domaćina.

Od preventivnih mjera u zaštiti od TMV-a primjenjuju se:

1. korištenje certificiranog sjemena slobodnog od virusa,
2. uništavanjem duhanskih ostataka u lijehi i na polju,

3. primjenjivanje plodoreda,
4. provođenje dezinfekcije opreme, alata i ruku,
5. ne smije se pušiti jer se može prenijeti i cigaretom.

Biljni virusi smanjuju kvalitetu i kvantitetu uzgajane kulture te uzrokuju velike ekonomske gubitke u proizvodnji u svim dijelovima svijeta. Istraživanja virusa mozaika duhana doprinijela su razvoju molekularne biologije i razvoju znanosti uopće.

#### **4. SAŽETAK:**

Virus mozaika duhana (tobacco mosaic virus- TMV) je RNA virus koji uzrokuje viroze na duhanu i drugim članovima porodice *Solanaceae* (rajčica, paprika). Na zaraženim listovima biljke domaćina izmjenjuju se svijetlije i tamnije zone koje slične mozaiku, otuda je virus i dobio ime. Jačina simptoma ovisi o sorti biljke domaćina, soju virusa, fenofazi rasta i razvoja u kojoj se biljka nalazi u vrijeme infekcije i ekološkim uvjetima uzgoja. U suzbijanju viroza nema izravnih mjera zaštite već su moguće samo preventivne mjere zaštite.

**Ključne riječi:** virus mozaika duhana, TMV, biljni virus, duhan, rajčica, paprika.

## 5. SUMMARY:

Tobacco mosaic virus (TMV) is a RNA virus that causes viroses in tobacco and other members of *Solanaceae* family (tomatoes, peppers). The virus is named after the lighter and darker zones found on the leaves of the host plant that resemble a mosaic. The severity of symptoms depends on the variety of the host plant, the strain of the virus, the phenophase of growth and reproduction of the plant at the time of infection and the ecological conditions of cultivation. There are no direct protection measures in the protection against viruses, only preventive protection measures are possible.

**Key words:** tobacco mosaic virus, TMV, plant virus, tobacco, tomato, papper.

## 6. POPIS LITERATURE:

1. Aleksić, Ž., Aleksić, D., Šutić, D. (1980.): Bolesti povrća i njihovo suzbijanje. Nolt, Beograd.
2. Bawden, F. C., Pirie, N. W. (1937.): The isolation and some properties of liquid crystalline substances from solanaceous plants infected with three strains of tobacco mosaic virus. *Proc. R. Soc. Lond. Ser. B Biol. Sci.* 123, 274-320.
3. Beijerinck, M. W. (1898.): Over een contagium vivum fluidum als oorzaak van de vlekziekte der tabaksbladen. *Versl. Gewone Vergad. Wis-Natuurk. Afd., K. Akad. Wet. Amsterdam* 7, 229-235.
4. Brakke, M. K. (1951): Density gradient centrifugation: a new separation technique. *Journal of the American Chemical Society*, 73(4), 1847-1848.
5. Brenner, S., Horne, R. W. (1959.): A negative staining method for high resolution, electron microscopy of viruses. *Biochim. Biophys. Acta.* 34, 103-110.
6. Chatzivassiliou, E.K., Efthimiou, K., Drossos, E. et al. (2004.) A survey of tobacco viruses in tobacco crops and native flora in Greece. *European Journal of Plant Pathology* 110, 1011–1023.
7. Crick, F. H., Watson, J. D. (1956): Structure of small viruses. *Nature* 177, 473-475.
8. Čosić, J. (2008.): Bolesti ratarskih kultura. Sveučilište J.J. Strossmayera u Osijeku, Poljoprivredni fakultet u Osijeku.
9. Fraenkel-Conrat, H., & Williams, R. C. (1955): Reconstitution of active tobacco mosaic virus from its inactive protein and nucleic acid components. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 41(10), 690.
10. Gagro, M. (1998.): Industrijsko i krmno bilje. Hrvatsko agronomsko društvo, Zagreb.
11. Gorišek, M. (2009.): Virus mozaika duhana nekad i sad. Završni rad. Sveučilište u Zagrebu, Prirodoslovno-matematički fakultet.
12. Holmes, F. O. (1929.): Local lesions on tobacco mosaic. *Botanical Gazette*, 87 (1), 39-55.
13. Ivanovski, D. (1892.): Ueber die Mosaikkrankheit der Tabakspflanze. *Bull. Acad. Imp. Sc. Peterb.* 35, 67-70.



14. Jerković-Mujkić, A., Mahmutović, I., Bešta-Gajević, R. (2013.): Antiphytoviral effects of three different essential oils on tobacco mosaic virus. Works of the Faculty of Forestry University of Sarajevo. 43 Issue 2, p41-51. 11p.
15. Juretic, N. (2002.): Osnove biljne virologije. Školska knjiga, Zagreb.
16. Kalušić, K.(2018.): Kemijski sastav I protuvirusnog djelovanje hidrolata vrste *Dittrichia viscosa* (L.) Grauter na virus mozaika duhsna. Diplomski rad. Sveučilište u Splitu, Prirodoslovno-matematičkom fakultet.
17. Kassanis, B. (1952): Some effects of high temperature on the susceptibility of plants to infection with viruses. *Annals of Applied Biology*, 39(3), 358-369.
18. Kausche, G. A., Pfankuch, E., Ruska, H. (1939.): Die Sichtbarmachung von pflanzlichem Virus im Uebermikroskop. *Naturwissensch.* 27, 292-299.
19. Kišpatić, J. (1992.): Opća fitopatologija. Kišpatić, J. (1992.): Opća fitopatologija.
20. Markham, R. (1951.): Physicochemical studies of the turnip yellow mosaic virus. *Discussions of the Faraday Society*, 11, 221-227.
21. Markham, R., Smith, J. D. (1949.): Chromatographic studies of nucleic acids. 1. A technique for the identification and estimation of purine and pyrimidine bases, nucleosides and related substances. *Biochemical Journal*, 45(3), 294-298.
22. Mayer, A. (1886.): Ueber die Mosaikkrankheit des Tabaks. *Landwirtsch. Vers. Stn.* 32, 451-467.
23. Morel, G., Martin, C. (1952.): Virus-free dahlia through meristem culture. *CR Hebd. Seances Acad. Sci. Paris*, 235, 1324-1325.
24. Niu, Y. B., Qing, L., Yao, M., Wang, D. F., Liu, J. D., & Wang, J. S. (2009): First Report of Tobacco mosaic virus in *Abutilon theophrasti* in China. *Plant disease*, 93(11), 1221-1221.
25. O'Keefe B. R., Vojdani F., Buffa V., Shattock R. J., Montefiori D. C., Bakke J., Mirsalis J., d'Andrea A-L., Hume S. D., Bratcher B., Saucedo C. J., McMahon J. B., Pogue G. P, Palmer K. E. (2009.): Scalable manufacture of HIV-1 entry inhibitor griffithsin and validation of its safety and efficacy as a topical microbicide component. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the USA* 106, 6099-6104.

26. Piedra-Ibarra, E., De La Torre-Almaráz, R., Zúñiga, G., Xoconostle-Cázares, B., & Ruíz-Medrano, R. (2005): *Leonotis nepetaefolia*: An important plant virus reservoir in central Mexico. *Phytoparasitica*, 33(5), 480-494.
27. Stanley, W. M. (1935.): Isolation of a crystalline protein possessing the properties of tobacco mosaic virus. *Science* 81, 644-645.
28. Tsugita, A., Gish, D. T., Young, J., Fraenkel-Conrat, H., Knight, C. A., & Stanley, W. M. (1960.): The complete amino acid sequence of the protein of tobacco mosaic virus. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 46(11), 1463.
29. Van Regenmortel, M. H. V., Lelarge, N. (1973): The antigenic specificity of different states of aggregation of tobacco mosaic virus protein. *Virology*, 52(1), 89-104.
30. Zaitlin, M., Scholothof K. -B. G., Shaw, G. J. (Eds.) (1999): *Tobacco mosaic virus. One hundred years of contributions to virology*. APS Press, St. Paul, Minnesota.
31. Zindović, J., Dukić, N., Bulajić, A., Latinović, J., Đekić, I., Duduk, B., & Krstić, B. (2007). Presence and distribution of tobacco viruses in Montenegro. *Pesticidi i fitomedicina*, 22(1), 39-44.
32. Williams, R. C., Wycoff, R. W. (1945.): Electron shadow- micrography of virus particles. *Proceedings of the society for experimental biology and medicine*, 58(3), 265-270.

Internet stranice:

1. Gilbert, N. Anti-HIV protein made in plants. 30.3.2009.  
(<https://www.nature.com/news/2009/090330/full/news.2009.208.html>). 25.5.2020.

## 7. POPIS SLIKA:

Slika 1. Dimitrije Josipović Ivanovski i Martinus Willem Beijerinck- otkrivači virusa.

(Izvor: Juretić, N. (2002.): Osnove biljne virologije)

Slika 2. Mozaik na listu duhana koji uzrokuje virus mozaika duhana (TMV).

(Izvor: <http://www.besplatniseminarski.com/Poljoprivreda/Bolesti-duhana.html>)

Slika 3. Lokalne lezije na listu duhana.

(Izvor: <http://www.besplatniseminarski.com/Poljoprivreda/Bolesti-duhana.html>)

Slika 4. Širenje virusa mozaika duhana (crna boja) u rajčici.

(Izvor: Izvor: Juretić, N. (2002.): Osnove biljne virologije)

Slika 5. Građa virusa mozaika duhana: 1.nukleinska kiselina, 2.kapsomera, 3.kapsida.

(Izvor: [https://hr.m.wikipedia.org/wiki/Datoteka:Tobacco\\_mosaic\\_virus\\_structure.png](https://hr.m.wikipedia.org/wiki/Datoteka:Tobacco_mosaic_virus_structure.png))

Slika 6. Elektromikroskopska snimka virusa mozaika duhana; povećanje 160 000 puta.

(Izvor: [https://hr.m.wikipedia.org/wiki/Virus\\_mozaika\\_duhana](https://hr.m.wikipedia.org/wiki/Virus_mozaika_duhana))

Slika 7. Proteinski disk virusa mozaika duhana gledanog odozgo: u sredini (u tamnom krugu)- elektronskomikroskopska snimka, na periferiji-slika dobivena rentgenskom strukturnom analizom.

(Izvor: Juretić, N. (2002.): Osnove biljne virologije)

Slika 8. Slijed 158 aminokiselinski ostataka u proteinskih podjedinici virusa mozaika duhana.

(Izvor: Juretić, N. (2002.): Osnove biljne virologije)

Slika 9. Listovi duhana zaraženi TMV-om s ranim simptomima zaraze.

(Izvor: <https://zir.nsk.hr/islandora/object/pmf%3A3653>)

Slika 10. Listovi duhana zaraženi TMV-om s kasnim simptomima zaraze.

(Izvor: <https://zir.nsk.hr/islandora/object/pmf%3A3653.2.3>)

Slika 11. Građa virusnog kristala u obliku heksagonalne prizme koji stvara virus mozaika duhana (TMV).

(Izvor: Juretić, N. (2002.): Osnove biljne virologije)

Slika 12. Plod rajčice zaražen virusom mozaika duhana (TMV).

(Izvor: [http://www.agroatlas.ru/en/content/diseases/Lycopersici/Lycopersici\\_Tobacco\\_mosaic\\_virus/](http://www.agroatlas.ru/en/content/diseases/Lycopersici/Lycopersici_Tobacco_mosaic_virus/))

Slika 13. List rajčice zaražen virusom mozaika duhana (TMV).

(Izvor: <https://www.scribd.com/doc/247033533/Virus-Mozaika-Duvan-Tobacco-mosaic-virus-TMV>)

Slika 14. Virus mozaika duhana. Simptomi nekrotičnog soja na determiniranoj sorti rajčice.

(Izvor: Aleksić i sur., 1980.)

Slika 15. List paprike zaražen virusom mozaika duhana (TMV).

Izvor: [http://www.poljoberza.net/pg17\\_6.aspx](http://www.poljoberza.net/pg17_6.aspx))

Slika 16. Virus mozaika duhana (TMV). Sušenje izdanaka paprike zahvaćene nekrozom.

(Izvor: Aleksić i sur., 1980.)

## TEMELJNA DOKUMENTACIJSKA KARTICA

Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku

Diplomski rad

Fakultet agrobiotehničkih znanosti Osijek

Sveučilišni diplomski studij, smjer Zaštita bilja

### VIRUS MOZAIČNE BOLESTI DUHANA

Kristina Domijan

#### Sažetak:

Virus mozaika duhana (tobacco mosaic virus- TMV) je RNA virus koji uzrokuje viroze na duhanu i drugim članovima porodice *Solanaceae* (rajčica, paprika). Na zaraženim listovima biljke domaćina izmjenjuju se svijetlije i tamnije zone koje sličje mozaiku, otuda je virus i dobio ime. Jačina simptoma ovisi o sorti biljke domaćina, soju virusa, fenofazi rasta i razvoja u kojoj se biljka nalazi u vrijeme infekcije i ekološkim uvjetima uzgoja. U suzbijanju viroza nema izravnih mjera zaštite već su moguće samo preventivne mjere zaštite.

**Rad je izrađen pri:** Fakultet agrobiotehničkih znanosti Osijek

**Mentor:** Izv. prof. dr. sc. Jelena Ilić

**Broj stranica:** 32

**Broj grafikona i slika:** 16

**Broj tablica:** 0

**Broj literaturni navoda:** 33

**Broj priloga:** 0

**Jezik izvornika:** hrvatski

**Ključne riječi:** virus mozaika duhana, TMV, biljni virus, duhan, rajčica, paprika

**Datum obrane:**

**Stručno povjerenstvo za obranu:**

1. Prof. dr. sc. Jasenka Čosić, predsjednik
2. Izv. prof. dr. sc. Jelena Ilić, mentor
3. Prof.dr.sc. Karolina Vrandečić, član

**Rad je pohranjen u:** Knjižica Fakulteta agrobiotehničkih znanosti Osijek, Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Vladimira Preloga 1

## **BASIC DOCUMENTATION CARD**

**Josip Juraj Strossmayer University of Osijek**

**Graduate Thesis**

**Faculty of Agrobiotechnical Sciences Osijek**

**University Graduate Studies, Course Plant protection**

### **TOBACCO MOSAIC VIRUS**

Kristina Domijan

#### **Summary:**

Tobacco mosaic virus (TMV) is an RNA virus that causes viruses in tobacco and other members of *Solanaceae* family (tomatoes, peppers). The virus is named after the lighter and darker zones found on the leaves of the host plant that resemble a mosaic. The severity of symptoms depends on the variety of the host plant, the strain of the virus, the phenophase of growth and reproduction of the plant at the time of infection and the ecological conditions of cultivation. There are not direct protection measures in the fight against viruses, only preventive protection measures are possible.

**The performed od:** Faculty of Agroculture in Osijek

**Mentor:** PhD Jelena Ilić

**Number of pages:** 32

**Number of figures:** 16

**Number of tables:** 0

**Number of references:** 33

**Number of appendices:** 0

**Original on:** Croatian

**Key words:** tobacco mosaic virus, TMV, plant virus, tobacco, tomato, papper,

**Thesis defended on date:**

**Reviewers:**

1. PhD Jasenka Čosić, chair
2. PhD Jelena Ilić, mentor
3. PhD Karolina Vrandečić, member

**Thesis deposited at:** Library, Faculty of Agroculture in Osijek, Josip Juraj Strossmayer University of Osijek, Vladimira Preloga 1