

REGULIRANI NEKARANTENSKI ŠTETNI ORGANIZMI NA SJEMENSKOM KRUMPIRU

- drugo izdanje -



Hrvatska agencija za
poljoprivredu i hranu

Sadržaj:

1. Regulirani štetni organizmi.....	2
1.1. Vlažna bakterijska trulež gomolja krumpira / crna noga krumpira (<i>Pectobacterium</i> spp., <i>Dickeya</i> spp.).....	5
1.1.1. Zahtjevi vezani uz „crnu nogu“ krumpira (<i>Dickeya</i> spp., <i>Pectobacterium</i> spp.).....	8
1.2. <i>Candidatus Liberibacter solanacearum</i>	8
1.2.1 Zahtjevi vezani uz štetni organizam <i>Candidatus Liberibacter solanacearum</i>	10
1.3. <i>Candidatus Phytoplasma solani</i>	11
1.3.1. Zahtjevi vezani uz štetni organizam <i>Candidatus Phytoplasma solani</i>	12
1.4. Virusi.....	12
1.4.1. Zahtjevi vezani uz regulirane viruse sjemenskog krumpira.....	16
1.5. Viroid vretenastog gomolja krumpira (Potato spindle tuber viroid, PSTVd).....	17
1.5.1 Zahtjevi vezani uz štetni organizam viroid vretenastog gomolja krumpira (PSTVd).....	18
1.6. <i>Ditylenchus destructor</i>	18
1.6.1. Zahtjevi vezani uz štetni organizam <i>Ditylenchus destructor</i>	20
1.7. <i>Thanatephorus cucumeris</i> (<i>Rhizoctonia solani</i>).....	20
1.7.1. Zahtjevi vezani uz štetni organizam <i>Thanatephorus cucumeris</i>	22
1.8. <i>Spongospora subterranea</i>	23
1.8.1. Zahtjevi vezani uz štetni organizam <i>Spongospora subterranea</i>	25
2. Pregledi, nadzor i analiza sjemenskog krumpira.....	25

REGULIRANI NEKARANTENSKI ŠTETNI ORGANIZMI NA SJEMENSKOM KRUMPIRU

1. Regulirani štetni organizmi

Na sjemenskom krumpiru (*Solanum tuberosum*) regulirano je osam nekarantenskih štetnih organizama, odnosno skupina štetnih organizama. To su bakterije uzročnici „crne noge“ (*Dickeya* spp., *Pectobacterium* spp.), bakterija *Candidatus Liberibacter solanacearum*, „stolbur“ fitoplazma (*Candidatus Phytoplasma solani*), virusi (virusi krumpira A, M, S, X, Y i virus uvijenosti lišća krumpira), viroid vretenastog gomolja krumpira (Potato spindle tuber viroid, PSTVd), nematoda *Ditylenchus destructor* te gljive *Rhizoctonia solani* (sinonim *Thanatephorus cucumeris*) i *Spongospora subterranea*. Kako je vidljivo, na sjemenskom krumpiru regulirane su pojedine vrste štetnih organizama, ali i skupine (grupe). U skupine spadaju bakterije uzročnici „crne noge“, kojih ima više vrsta te šest ekonomski važnih virusa krumpira koji su zajednički regulirani kao „simptomi mozaika koje uzrokuju virusi i simptomi zaraze virusom uvijenosti lišća“ ili kao „simptomi virusnih infekcija“.

Pragovi prisutnosti navedenih reguliranih nekarantenskih štetnih organizama na sjemenskom krumpiru prikazani su u Tablicama 1. i 2. Tablice prikazuju pragove prisutnosti (dozvoljenu prisutnost) reguliranih nekarantenskih štetnih organizama na različitim kategorijama sjemenskog krumpira. Tablica 1. odnosi se na pragove prisutnosti na sjemenskom krumpiru predosnovne, osnovne i certificirane kategorije. Tablica 2. odnosi se na pragove prisutnosti na potomstvu sjemenskog krumpira (prva, druga ili treća generacija) različitih kategorija.

Kako je vidljivo iz tablica, pragovi prisutnosti reguliranih nekarantenskih štetnih organizama na sjemenskom krumpiru različiti su ovisno o kategoriji i generaciji. Prisutnost većine reguliranih nekarantenskih štetnih organizama na sjemenskom krumpiru se ne tolerira. Nulta stopa tolerancije vrijedi za *Candidatus Liberibacter solanacearum*, *Candidatus Phytoplasma solani*, viroid vretenastog gomolja krumpira i nematodu *Ditylenchus destructor*, jednako za predosnovnu, osnovnu i certificiranu kategoriju sjemenskog krumpira. U praksi, to znači da tih štetnih organizama ne smije biti u nasadima sjemenskog krumpira u razumnoj mjeri tolerirati.

Za crnu nogu (*Dickeya* spp., *Pectobacterium* spp.), viruse (virus A, M, S, X, Y i virus uvijenosti lista krumpira), bijelu nogu (*Thanatephorus cucumeris*) i prašnu krastavost (*Spongospora subterranea*) vrijede nešto drugačija pravila, a to je da se njihova prisutnost u razumnoj mjeri može tolerirati, ovisno o kategoriji. Kod izravnog potomstva (Tablica 2.) navode se samo pragovi tolerancije za simptome virusnih infekcija. Nulta stopa tolerancije vrijedi za predosnovni sjemenski krumpir klase Unije PBTC (*pre-basic tissue culture*), dok se za ostale kategorije simptomi virusnih infekcija mogu u razumnoj mjeri tolerirati.

Tablica 1. Pragovi prisutnosti reguliranih nekarantenskih štetnih organizama na sjemenskom krumpiru.

Štetni organizmi ili simptomi koje oni uzrokuju	Bilje za sadnju	Prag za bilje predosnovnog sjemenskog krumpira		Prag za bilje osnovnog sjemenskog krumpira	Prag za bilje certificiranog sjemenskog krumpira
		PBTC	PB		
Crna noga (<i>Dickeya</i> spp., <i>Pectobacterium</i> spp.)	<i>Solanum tuberosum</i>	0 %	Praktički slobodno	Praktički slobodno	Praktički slobodno
<i>Candidatus Liberibacter solanacearum</i>	<i>Solanum tuberosum</i>	0 %	0 %	0 %	0 %
<i>Candidatus Phytoplasma solani</i>	<i>Solanum tuberosum</i>	0 %	0 %	0 %	0 %
<i>Ditylenchus destructor</i>	<i>Solanum tuberosum</i>	0 %	0 %	0 %	0 %
Bijela noga (<i>Thanatephorus cucumeris</i> = <i>Rhizoctonia solani</i>)	<i>Solanum tuberosum</i>	0 %	1,0 % zahvaća više od 10 % površine gomolja	5,0 % zahvaća više od 10 % površine gomolja	5,0 % zahvaća više od 10 % površine gomolja
<i>Prašna krastavost</i> (<i>Spongospora subterranea</i>)	<i>Solanum tuberosum</i>	0 %	1,0 % zahvaća više od 10 % površine gomolja	3,0 % zahvaća više od 10 % površine gomolja	3,0 % zahvaća više od 10 % površine gomolja
Simptomi mozaika koje uzrokuju virusi i simptomi zaraze virusom uvijenosti lista	<i>Solanum tuberosum</i>	0 %	0,1 %	0,8 %	6,0 %
Viroid vretenastog gomolja krumpira (PSTVd)	<i>Solanum tuberosum</i>	0 %	0 %	0 %	0 %

Tablica 2. Pragovi prisutnosti reguliranih nekarantenskih štetnih organizama na izravnom potomstvu različitih kategorija sjemenskog krumpira.

RNQP-i ili simptomi koje oni uzrokuju	Bilje za sadnju (rod ili vrsta)	Prag za izravno potomstvo predosnovnog sjemenskog krumpira		Prag za izravno potomstvo osnovnog sjemenskog krumpira	Prag za izravno potomstvo certificiranog sjemenskog krumpira
		PBTC	PB		
Simptomi virusnih infekcija	<i>Solanum tuberosum</i>	0 %	0,5 %	4,0 %	10,0 %

1.1. Vlažna bakterijska trulež gomolja krumpira / crna noga krumpira (*Pectobacterium* spp., *Dickeya* spp.)

Fitopatogene bakterije iz rodova *Pectobacterium* i *Dickeya* prije su se svrstavale u rod *Erwinia* te su kod proizvođača i stručnjaka često bile poznate kao jedna vrsta, *Erwinia carotovora*. Nekoliko *Pectobacterium* i *Dickeya* vrsta napada krumpir i na njemu uzrokuju bakterijsku trulež gomolja krumpira i trulež stabljike, poznatu kao „crna noga“ krumpira. Bakterijska trulež gomolja najčešće se javlja tijekom skladištenja, dok se crna noga javlja tijekom vegetacije.

„Crna noga“ krumpira nazvana je po tipičnoj truleži baze stabljike krumpira, koja poprima tamnu, gotovo crnu boju. Na biljkama krumpira u polju mogu se vidjeti i drugi simptomi kao žućenje listova, slabiji rast i venuće cijele biljke.

Vlažna trulež gomolja može se javiti u polju ili tijekom skladištenja. Razvoju bolesti pogoduje visoka vlažnost tla. U takvim uvjetima mogu se gomolji već raspasti i u tlu, a iz njih izlazi velik broj bakterija koje mogu zatim zaraziti susjedne biljke. Za manjeg intenziteta zaraze u polju mogu se pojaviti jači simptomi tek u skladištu, osobito u skladištima u kojima se ne može kontrolirati vlažnost zraka i provjetravati uskladišteni krumpir. Do zaraze dolazi kroz lenticеле na pokožici gomolja ili kroz ozljede na gomolju krumpira. Zaraženo tkivo gomolja pretvara se u svijetlu, mekanu masu koju samo tanka pokožica gomolja drži zajedno. Unutrašnjost gomolja istrune do kaše, postaje tekuća i laganim pritiskom na gomolj izlazi van. Na zraku postaje crvenkaste do crno smeđe boje. Tipično za ovu bolest je prilično neugodan miris. U skladištu se bolest može mehanički prenijeti sa zaraženog na zdrave gomolje.



Slika 1. Venuće biljke krumpira uslijed zaraze s *Pectobacterium atrosepticum*

(snimio: D. Ivić)



Slika 2. Venuće biljke krumpira uslijed zaraze s *Pectobacterium atrosepticum* (snimio: D. Ivić)



Slika 3. Gomolj pretvoren u kašastu masu u polju uslijed zaraze s *Pectobacterium carotovorum* (snimio: D. Ivić)



Slika 4. Vodenasto i mekano meso gomolja zaraženog s *Pectobacterium carotovorum* (snimio: D. Ivić)

1.1.1. Zahtjevi vezani uz „crnu nogu“ krumpira (*Dickeya* spp., *Pectobacterium* spp.)

Kako je spomenuto u uvodu, za crnu nogu (*Dickeya* spp., *Pectobacterium* spp.) vrijedi da je u određenoj mjeri dopuštena njena prisutnost, no to mora biti u dozvoljenim granicama. Propisana kontrola te bolesti opisana je u nastavku.

1. U slučaju predosnovnog sjemenskog krumpira:

- službeni inspekcijski pregledi pokazuju da je dobiven od matičnih biljaka koje su slobodne od štetnih organizama *Dickeya* spp. i *Pectobacterium* spp.

2. U slučaju svih kategorija:

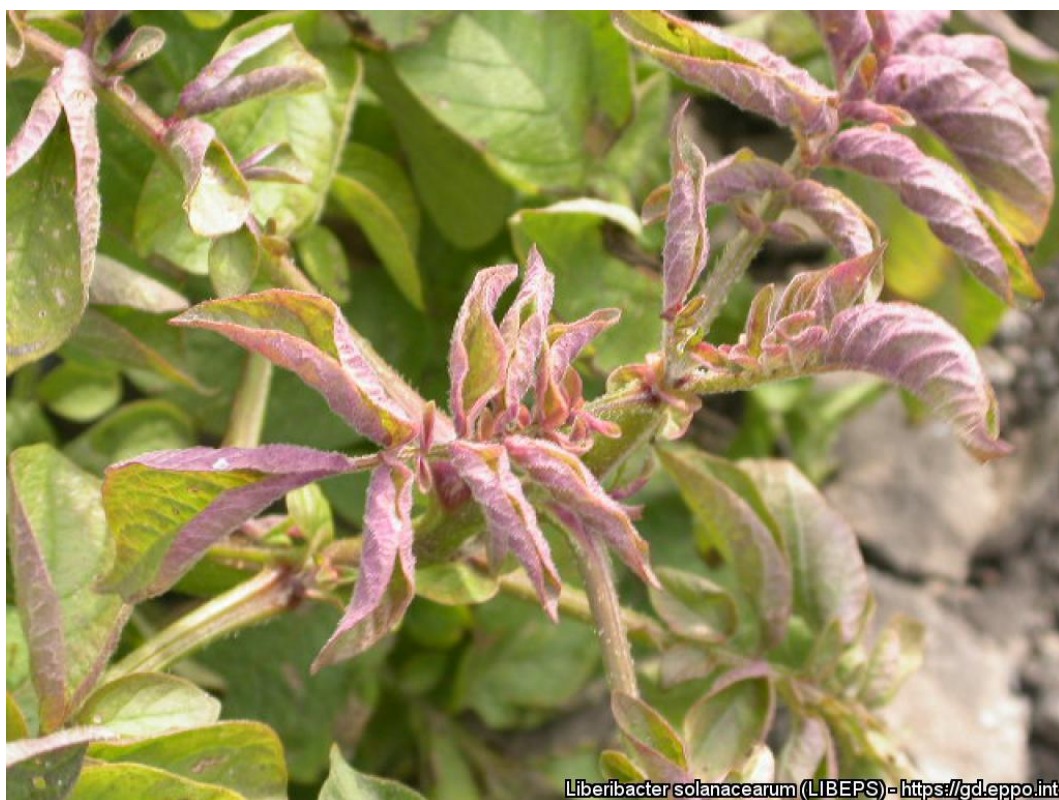
- nadležna tijela provela su službeni terenski inspekcijski pregled rastućeg bilja.

1.2. *Candidatus Liberibacter solanacearum*

Bakterija *Candidatus Liberibacter solanacearum* relativno je novo otkriveni patogen, opisan prije nešto više od deset godina. Devedesetih godina prošlog stoljeća u nekim područjima Meksika i Srednje Amerike počela se širiti nepoznata bolest krumpira koja je imala karakteristične i do tada nepoznate simptome. Godine 2008. utvrđeno je da je uzročnik bolesti bakterija koja živi u floemu biljaka, prenosi se lisnom buhom i uzrokuje bolest nazvanu „zebra chip“. Bakterija je opisana kao vrsta *Candidatus Liberibacter solanacearum*. Osim na krumpiru, bakterija je utvrđena na rajčici, paprici, patlidžanu, duhanu i nekim drugim biljkama iz porodice Solanaceae, ali i na mrkvi, peršinu i celeru. Postoje dokazi da kod bakterije postoje haplotipovi (svojevrzne rase) koje su specijalizirane za pojedine biljke domaćine. Haplotip koji se u Americi javlja na krumpiru još nije zabilježen u Europi.

Simptomi koji se javljaju na nadzemnim dijelovima biljaka bili su žućenje listova, uvijenost lišća duž cijele stabljike, klorotični listovi kao i promjena boje cime u ljubičastu. Na stabljici se javljaju skraćeni i prošireni internodiji te tzv. „zračni“ gomolji. Najuočljiviji i vrlo neobični simptomi vidljivi su u unutrašnjosti gomolja. Na presjecima gomolja uočava se tamnjenje središta u vidu raspršenih zraka odnosno pruga. Pojava osobito dolazi do izražaja prilikom prženja krumpira jer bakterija uzrokuje pretvaranje nagomilanog škroba u topiv šećer koji prilikom prženja karamelizira i pruge postaju uočljivije. Takvi gomolji su neprikladni za proizvodnju, što uzrokuje velike gubitke u industriji krumpira za preradu.

Širenje navedene bolesti u Americi povezano je s vektorom, lisnom buhom *Bactericera cockerelli*. To je američka lisna buha čija prisutnost nije potvrđena u Europi. Pojava i širenje bakterije u usjevima mrkve, celera i peršina u Europi se pripisuje lisnim buhama *Bactericera trigonica*, *Bactericera tremblayi* i *Trioza apicalis*. Štete na usjevima mrkve, celera ili peršina nisu velike kao štete na krumpiru koje su zabilježene na američkom kontinentu.



Liberibacter solanacearum (LIBEPS) - <https://gd.eppo.int>

Slika 5. Crvenilo i uvijanje listova na biljci krumpira uslijed zaraze s *Candidatus Liberibacter solanacearum* (izvor: <https://gd.eppo.int>)



Slika 6. Prugavost mesa gomolja krumpira uslijed zaraze s *Candidatus Liberibacter solanacearum* (izvor: <https://gd.eppo.int>)

1.2.1 Zahtjevi vezani uz štetni organizam *Candidatus Liberibacter solanacearum*

Kako je spomenuto, bakterija *Candidatus Liberibacter solanacearum* ne smije biti prisutna u sjemenskom krumpiru bilo koje kategorije ili bilo koje generacije. Propisana kontrola tog štetnog organizma opisana je u nastavku.

1. U slučaju predosnovnog sjemenskog krumpira:

*- službeni inspekcijski pregledi pokazuju da je dobiven od matičnih biljaka koje su slobodne od štetnog organizma *Candidatus Liberibacter solanacearum* Liefting et al.*

2. U slučaju svih kategorija:

*I. bilje je proizvedeno na područjima za koja je poznato da su slobodna od štetnog organizma *Candidatus Liberibacter solanacearum*, uzimajući u obzir moguću prisutnost vektorâ;*

ili

*II. tijekom službenih inspekcijskih pregleda rastućeg bilja koje su u proizvodnoj jedinici provela nadležna tijela od početka posljednjeg cijelog vegetacijskog ciklusa nisu uočeni simptomi zaraze štetnim organizmom *Candidatus Liberibacter solanacearum* Liefting et al.*

1.3. *Candidatus Phytoplasma solani*

Candidatus Phytoplasma solani je fitoplazma, bakterija bez stanične stijenke koja živi u floemu biljaka domaćina. *Candidatus Phytoplasma solani* ima iznimno širok spektar biljnih domaćina i uzročnik je mnogih ekonomski značajnih bolesti. Često se naziva i „stolbur“ fitoplazma. Na krumpiru može uzrokovati značajne ekonomske štete. Raširena je svugdje u svijetu.

Karakteristični simptomi na krumpiru uključuju crvenilo listova, uvijanje listova prema gore, skraćivanje internodija i formiranje zračnih gomolja. Biljke se slabije razvijaju i daju manje gomolja lošije kakvoće. Kukci vektori fitoplazme su cvrčci *Hyaesthes obsoletus* i *Reptalus panzeri*. Pojava bolesti ovisi o populaciji kukaca vektora, kao i o rezervoaru fitoplazme u okolnim i prethodnim usjevima te samoniklim biljkama domaćinima.



Slika 7. Žućenje, crvenilo i uvijanje listova na biljci krumpira uslijed zaraze s *Candidatus Phytoplasma solani* (snimio: T. Vitaljić)

1.3.1. Zahtjevi vezani uz štetni organizam *Candidatus Phytoplasma solani*

Kako je spomenuto, bakterija *Candidatus Phytoplasma solani* ne smije biti prisutna u sjemenskom krumpiru bilo koje kategorije ili bilo koje generacije. Propisana kontrola tog štetnog organizma opisana je u nastavku.

1. U slučaju predosnovnog sjemenskog krumpira:

*- službeni inspekcijski pregledi pokazuju da je dobiven od matičnih biljaka koje su slobodne od štetnog organizma *Candidatus Phytoplasma solani* Quaglino et al.*

2. U slučaju svih kategorija:

*I. tijekom službenih inspekcijskih pregleda provedenih od početka posljednjeg cijelog vegetacijskog ciklusa na mjestu proizvodnje nisu uočeni simptomi zaraze štetnim organizmom *Candidatus Phytoplasma solani* Quaglino et al.*

ili

*II. sve biljke sa simptomima u proizvodnoj jedinici odmah su izdvojene, kao i gomolji potomstva, i uništene za sve materijale u kojima su u nasadima uočeni simptomi zaraze te je za svaku partiju provedeno službeno testiranje gomolja nakon vađenja kako bi se potvrdilo da nema štetnog organizma *Candidatus Phytoplasma solani* Quaglino et al.*

1.4. Virusi

Na krumpiru se javlja veći broj gospodarski važnih virusa. Većina njih prenose se lisnim ušima na neperzistentan način. Slučajevi mješovitih zaraza su česti. Simptomi koji se javljaju na biljkama su manje ili više karakteristični, ovisno o vrsti i soju virusa, sorti krumpira i uvjetima okoline. Virusi općenito značajno utječu na prinos i kakvoću prinosa krumpira. Zajedničko im je da se u pravilu svi mogu prenositi zaraženim gomoljima. U prošlosti, kada su proizvođači koristili isključivo vlastiti sjemenski krumpir, poznata je bila pojava zvana „degeneracija“ ili „izrođivanje“ krumpira. Ta pojava bila je vezana uz nagomilavanje i prenošenje virusa gomoljima koji su služili kao sjeme.

Najvažnijim virusima na krumpiru smatraju se virus krumpira Y (Potato virus Y, PVY), virus krumpira X (Potato virus X, PVX), virus krumpira M (Potato virus M, PVM), virus krumpira S (Potato virus S), virus krumpira A (Potato virus A, PVA) i virus uvijenosti lista krumpira (Potato leaf roll virus, PLRV). Kako se često javljaju u mješovitim zarazama i prenose se istim vrstama lisnih ušiju, na sjemenskom krumpiru ti su virusi regulirani zajednički, kao skupina.

Virus krumpira Y smatra se najvažnijim i potencijalno najštetnijim virusom na krumpiru. Simptomi koje uzrokuje su različiti i ovise o soju virusa te interakciji s drugim virusima. Tzv. nekrotični soj tog virusa uzrokuje nekroze na lišću, koje u slučaju jačih zaraza mogu dovesti do sušenja čitave plojke. Nekroze se često javljaju u blažem obliku, uz žile na listu. Tzv. običan soj na lišću uglavnom uzrokuje blagi mozaik. Gomolji za zaraženih biljaka su manji, a na njima nekrotični soj uzrokuje pojavu udubljenja, prstenova i tamnjenja mesa oko pokožice. Virus se širi lisnim ušima, od kojih je najvažniji vektor vrsta *Myzus persicae*.

Virus krumpira X smatra se najčešćim virusom koji se javlja na krumpiru. Zaraza ne mora dovesti do pojave simptoma, no može se javiti mozaik na listovima, kloroza i smanjenje površine lista. Za razliku od ostalih navedenih virusa, virus krumpira X prenosi se mehanički, kontaktom sa zaraženom površinom.

Virus krumpira M širi se lisnim ušima ili kontaktom zaražene biljke sa zdravom biljkom. Na većini suvremenih sorata krumpira ne uzrokuje simptome, no katkada može uzrokovati blagi mozaik na lišću. Bez obzira na izostanak simptoma, zaraza tim virusom može značajno utjecati na prinos.

Virus krumpira S širi se lisnim ušima ili kontaktom zaražene biljke sa zdravom biljkom. Kod virusa S simptomi su većinom slabo izraženi. Pojavljuje se blago svijetla boja lišća ili lišće postaje hrapavo s blago udubljenim žilama na licu listova.

Virus krumpira A širi se lisnim ušima ili kontaktom zaražene biljke sa zdravom biljkom. Simptomi koje virus uzrokuje su blagi mozaik na listovima krumpira, uvijanje ili hrapavost listova.

Virus uvijenosti lista krumpira također se širi lisnim ušima, ali na perzistentan način. Kukcu prijenosniku treba više vremena da usvoji virus sisanjem biljnog soka, nakon čega vektor ostaje infektivan cijeli život. Najvažniji vektor virusa je lisna uš *Myzus persicae*. Simptomi zaraze vidljivi su na mladim listovima, koji se uvijaju prema gore. Listovi mogu biti blijedi i kruti te hrskavi na dodir. Zaražene biljke obično zaostaju u razvoju. Ovisno o sorti krumpira, zaražene biljke daju manje gomolje.



Slika 8. Mozaik, kovrčanje listova i slabiji rast biljke krumpira zaražene virusima (desno) u usporedbi sa zdravom biljkom (snimio: D. Ivić)



Slika 9. Rubne nekroze, žućenje i uvijanje listova na biljci krumpira zaraženoj s nekrotičnim sojem virusa krumpira Y (PVY) (snimio: D. Ivić)



Slika 10. Nekroze uz žile na listu krumpira uslijed zaraze s nekrotičnim sojem virusa krumpira Y (PVY) (snimio: D. Ivić)



Slika 11. Pukotine i prstenovi na gomoljima krumpira uslijed zaraze s nekrotičnim sojem virusa krumpira Y (PVY) (snimio: D. Ivić)



Slika 12. Uvijanje listova i slabiji rast biljke krumpira uslijed zaraze s virusom uvijenosti lista krumpira (PLRV) (snimio: D. Ivić)

1.4.1. Zahtjevi vezani uz regulirane viruse sjemenskog krumpira

Kako je prikazano u uvodnom poglavlju, prisutnost gospodarski važnih virusa u sjemenskom krumpiru dozvoljena je u niskoj mjeri ovisno o kategoriji sjemenskog krumpira. Propisana kontrola te grupe štetnih organizama opisana je u nastavku.

1. U slučaju predosnovnog sjemenskog krumpira:

- potječu od matičnih biljaka koje su slobodne od virusa krumpira A, virusa krumpira M, virusa krumpira S, virusa krumpira X, virusa krumpira Y i virusa uvijenosti lista krumpira.

Ako se upotrebljava postupak mikropropagacije, ispunjavanje zahtjeva iz ove točke utvrđuje se službenim testiranjem matične biljke ili testiranjem matične biljke pod službenim nadzorom.

Ako se upotrebljava postupak klonske selekcije, ispunjavanje zahtjeva iz ove točke utvrđuje se službenim testiranjem klonskog materijala ili testiranjem klonskog materijala pod službenim nadzorom.

2. U slučaju svih kategorija:

- nadležna tijela provela su službeni inspekcijski pregled rastućeg bilja.

1.5. Viroid vretenastog gomolja krumpira (Potato spindle tuber viroid, PSTVd)

Viroid vretenastog gomolja krumpira je patogen manji od virusa, bez proteinskog omotača. Sastoji se od kratke RNK molekula koja se prenosi kontaktom. Glavni domaćin PSTVd-a je krumpir, ali viroid može zaraziti i rajčicu te druge biljne vrste iz porodice pomoćnica (Solanaceae). Postoje sojevi PSTVd koji uzrokuju blage i teže zaraze na biljkama krumpira. Sojevi koju uzrokuju teže zaraze kod osjetljivijih sorata mogu smanjiti prinos i do 40%. Gubici variraju ovisno o sorti, soju bolesti i uvjetima okoline, a najizraženiji su u sušnim uvjetima. PSTVd se javlja u Europi, no još nije utvrđen na krumpiru.

Na biljkama krumpira simptomi su vidljivi na nadzemnim i podzemnim dijelovima biljaka. Zaražene biljke krumpira su uspravnije i tanje od normalnih biljaka. Listovi su manji, uvijeniji ili iskrivljeni. Boja listova je tamno zelena ili blijedo žuta. Blaga zaraza može biti čak bez simptoma na listovima. Karakterističan simptom po kojemu je viroid dobio ime javlja se na gomoljima. Zaraženi gomolji su manji, uži, izduženi, vretenasti i često ispucaju.



Slika 12. Izduženi i deformirani gomolji kao posljedica zaraze viroidom vretenastog gomolja krumpira (PSTVd) (izvor: <https://gd.eppo.int>)

1.5.1 Zahtjevi vezani uz štetni organizam viroid vretenastog gomolja krumpira (PSTVd)

Kako je spomenuto, PSTVd ne smije biti prisutan u sjemenskom krumpiru bilo koje kategorije ili bilo koje generacije. Propisana kontrola tog štetnog organizma opisana je u nastavku.

1. U slučaju klonskog materijala:

- službeno testiranje ili testiranje pod službenim nadzorom pokazalo je da materijal potječe od matičnih biljaka koje su slobodne od viroida vretenastog gomolja krumpira.

2. U slučaju predosnovnog i osnovnog sjemenskog krumpira:

- nisu otkriveni simptomi viroida vretenastog gomolja krumpira;

ili

- za svaku partiju provedeno je službeno testiranje gomolja nakon vađenja i utvrđeno je da su ti gomolji slobodni od viroida vretenastog gomolja krumpira.

3. U slučaju certificiranog sjemenskog krumpira:

- službeni vizualni pregled pokazao je da je krumpir slobodan od štetnih organizama, a testiranje se provodi ako se uoče simptomi štetnog organizma.

1.6. *Ditylenchus destructor*

Ditylenchus destructor poznata je kao stabljikina nematoda krumpira. To je biljno parazitska slobodnoživuća vrsta nematoda koja napada isključivo podzemne dijelove biljke, točnije gomolje. Raširena je na gotovo svim kontinentima svijeta umjerene klime i uzrokuje velike gubitke u proizvodnji krumpira. Raspon biljaka domaćina nematode *D. destructor* je velik te ga čini više od 90 različitih biljnih vrsta uključujući ukrasno bilje, ratarske kulture i korove.

Kod napada na krumpiru, nadzemni simptomi u vegetaciji uglavnom nisu vidljivi. Najraniji simptomi zaraze *D. destructor* su male, bijele i otvrdnute mrlje na „mesu“ gomolja koje se nalaze neposredno ispod kore. Mrlje se s vremenom povećavaju, tamne i poprimaju spužvastu i mekanu teksturu što je rezultat sekundarnih zaraza drugim patogenima. Kako se trulež razvija, zaraženo tkivo gomolja postaje smeđe i crno te stvara smeđa udubljenja, često s unutarnjim i vanjskim pukotinama. Kora gomolja iznad ovih udubljenja postaje suha, hrapava, ispucana i smežurana. Simptomi zaraze na gomolju podsjećaju na smeđu fuzarijsku trulež gomolja krumpira. Sigurna potvrda zaraze nematodom *D. destructor* moguća je samo laboratorijskom analizom.



Ditylenchus destructor (DITYDE) - <https://gd.eppo.int>

Slika 13. Gomolji krumpira napadnuti s *Ditylenchus destructor*
(izvor: <https://gd.eppo.int>)

1.6.1. Zahtjevi vezani uz štetni organizam *Ditylenchus destructor*

U prvom poglavlju spomenuto je kako štetni organizam *Ditylenchus destructor* ne smije biti prisutan u sjemenskom krumpiru, bez obzira na kategoriju ili generaciju. Propisana kontrola tog štetnog organizma opisana je u nastavku.

*Nadležno tijelo provelo je službeni inspekcijski pregled partija i potvrdilo da su u skladu s odgovarajućim odredbama (vezanima uz štetni organizam *Ditylenchus destructor*).*

1.7. *Thanatephorus cucumeris* (*Rhizoctonia solani*)

Thanatephorus cucumeris je polifagna fitopatogena gljiva poznatija pod imenom savršenog stadija, *Rhizoctonia solani*. Gljiva živi u tlu, gdje se dugo može održavati u vidu micelija i mikrosklerocija. Napada korijen, podzemne organe, korijenov vrat ili stabljiku velikog broja biljnih vrsta. Štetnom se smatra osobito na krumpiru, grahu, grašku, soji, šećernoj repi i nekim vrstama ukrasnog bilja.

Thanatephorus cucumeris tvori male crne sklerocije slične mrljama od zemlje na površini gomolja krumpira. Za razliku od nakupina zemlje, sklerociji se ne mogu isprati vodom. Zaraženi gomolji mogu slabije klijati i nicati te iz njih rastu zaražene stabljike. Na stabljici gljiva uzrokuje lezije u razini tla na starijim izbojcima. Zaraženo tkivo poprima tamniju boju i trune. U vlažnim uvjetima na zaraženim prizemnim dijelovima biljke razvija se bijela prevlaka od micelija gljive, po čemu je bolest dobila ime „bijela noga“.

Gljiva može parazitirati i na podzemnom dijelu stabljike, na kojoj nastaju smeđe, duguljaste lezije. Ako prstenasto zahvati stolone, smanjit će se broj i veličina gomolja. Gljiva se može zadržati na biljnim ostacima u tlu. Razvoju bolesti pogoduju kisela tla. Optimalna temperatura za zarazu je između 15°C i 18°C, no do zaraza dolazi i na višim temperaturama. Bolest se širi kišom, vodom, strojevima i alatima.



Slika 14. Ispucali gomolj i sklerociji *Rhizoctonia solani*
(*Thanatephorus cucumeris*) na gomolju (snimila: A. Novak)



Slika 15. Ispucali gomolji, sklerociji *Rhizoctonia solanacearum* (*Thanatephorus cucumeris*) na gomoljima i nekroze na korijenu kao posljedica zaraze (snimila: A. Novak)

1.7.1. Zahtjevi vezani uz štetni organizam *Thanatephorus cucumeris*

Štetni organizam *Thanatephorus cucumeris* može biti prisutan u sjemenskom krumpiru, ali u propisanim granicama i ovisno o kategoriji. Propisana kontrola tog štetnog organizma opisana je u nastavku.

*Nadležno tijelo provelo je službeni inspekcijski pregled partija i potvrdilo da su u skladu s odgovarajućim odredbama (vezanima uz štetni organizam *Thanatephorus cucumeris*).*

1.8. *Spongospora subterranea*

Spongospora subterranea patogena je gljiva koja uzrokuje prašnu krastavost krumpira. Iako se najbolje razvija u vlažnim i hladnim uvjetima, pronađena je u gotovo svim područjima proizvodnje krumpira širom svijeta. Gljiva živi u tlu i od kultiviranog bilja napada samo krumpir.

Napadnute biljke reagiraju stvarajući izrasline na stolonima i korijenu promjera od 1 do 10 mm. Na gomoljima nastaju karakteristične zvjezdaste pukotine pune smeđe prašine, po kojima je bolest dobila ime. Prvi simptomi na gomoljima javljaju se u vidu točkastih pjega s raspucanim rubovima. Pjege se postupno povezuju i za nekoliko dana budu promjera od 5 do 10 mm te postaju smeđe do crveno smeđe boje. Istodobno se na tim mjestima se stvara ispupčenje 1 do 2 mm, dok na kraju pokožica koja prekriva ispupčenje ne pukne i nastaje pukotina zvjezdastog oblika. Pukotina sadrži smeđu prašinu sastavljenu iz mase spora.

U nepovoljnim prilikama spore se pretvaraju u trajni oblik. U takvu obliku *S. subterranea* može preživjeti u tlu i do nekoliko godina. Od zaraze pa do razvoja ispupčenja potrebno je oko tri tjedna kod temperature 16 – 20 °C. Bolest se češće pojavljuje u tlima pH vrijednosti od 4,7 do 7,6. Na cimi i na listovima krumpira nema vidljivih simptoma.



Slika 16. Deformirani gomolji uslijed rane zaraze sa *Spongospora subterranea* (snimila: A. Novak)



Slika 17. Pukotine i pustule na gomoljima krumpira zaraženima sa *Spongospora subterranea* (snimio: Lj. Peričić)

1.8.1. Zahtjevi vezani uz štetni organizam *Spongospora subterranea*

Štetni organizam *Spongospora subterranea* može biti prisutan u sjemenskom krumpiru, ali u propisanim granicama i ovisno o kategoriji. Propisana kontrola tog štetnog organizma opisana je u nastavku.

*Nadležno tijelo provelo je službeni inspekcijski pregled partija i potvrdilo da su u skladu s odgovarajućim odredbama (vezanima uz štetni organizam *Thanatephorus cucumeris*).*

2. Pregledi, nadzor i analiza sjemenskog krumpira

U prethodnim poglavljima opisani su pojedini regulirani nekarantenski štetni organizmi na sjemenskom krumpiru, pragovi tolerancije njihove prisutnosti u sadnom materijalu te zahtjevi koji se vežu uz njih. Nadzor sjemenskog krumpira podrazumijeva obvezne vizualne preglede, a u nekim slučajevima i obvezno laboratorijsko testiranje. Pri vizualnim pregledima potrebno je voditi računa o simptomima i pragovima prisutnosti, a pregledi se obavljaju tijekom vegetacije i nakon vađenja. Uz sve prethodno navedene zahtjeve, propisana je i najveća dopuštena prisutnost simptoma koje uzrokuju regulirani nekarantenski štetni organizmi na „rastućem bilju“. Pojam „rastuće bilje“ odnosi se na sjemenski usjev u kojem se provodi nadzor. Uz te pragove prisutnosti, potrebno je ispuniti sve druge propisane uvjete koji su navedeni prije u tekstu.

Pragovi prisutnosti štetnih organizama na nadziranom sjemenskom usjevu prikazani su u Tablici 3.

Tablica 3. Pragovi prisutnosti reguliranih nekarantenskih štetnih organizama na „rastućem bilju“ sjemenskog krumpira (nadziranom sjemenskom usjevu).

Štetni organizmi ili simptomi koje oni uzrokuju	Bilje za sadnju	Prag za bilje predosnovnog sjemenskog krumpira		Prag za bilje osnovnog sjemenskog krumpira	Prag za bilje certificiranog sjemenskog krumpira
		PBTC	PB		
Crna noga (<i>Dickeya</i> spp., <i>Pectobacterium</i> spp.)	<i>Solanum tuberosum</i>	0 %	0 %	1,0 %	4,0 %
<i>Candidatus Liberibacter solanacearum</i>	<i>Solanum tuberosum</i>	0 %	0 %	0 %	0 %
<i>Candidatus Phytoplasma solani</i>	<i>Solanum tuberosum</i>	0 %	0 %	0 %	0 %
Simptomi mozaika koje uzrokuju virusi i simptomi zaraze virusom uvijenosti lista	<i>Solanum tuberosum</i>	0 %	0,1 %	0,8 %	6,0 %
Viroid vretenastog gomolja krumpira (PSTVd)	<i>Solanum tuberosum</i>	0 %	0 %	0 %	0 %