

TREKUTNO STANJE ZLATNOŽUTE KRUMPIROVE CISTOLIKE NEMATODE (*Globodera rostochiensis* Woll., 1923) NA PODRUČJU HERCEGOVINE - PETNAEST GODINA NAKON PRVOG NALAZA

Ivan Mucić*¹, Ivan Ostojić¹, Branimir Nježić², Mladen Zovko¹

Izvorni znanstveni rad – *Original scientific paper*

Sažetak

Prvi nalaz zlatnožute krumpirove cistolike nematode (*Globodera rostochiensis* Wollenweber, 1923) u Bosni i Hercegovini zabilježen je 2009. godine na lokalitetu Zaside – Tihaljina. U BiH se već duži niz godina provodi poseban nadzor s ciljem utvrđivanja prisustva i odsustva karantenskih štetnih organizama na krumpiru na mjestima uvoza i proizvodnje krumpira u BiH, distributivnim centrima i skladištima. Kroz dvogodišnje istraživanje utvrđivana je prisutnost i brojnost cista zlatnožute krumpirove cistolike nematode *G. rostochiensis* u uzorcima tla prikupljenima na području Hercegovačko-neretvanske i Zapadnohercegovačke županije. Tijekom 2022. i 2023. godine prikupljeno je 200 uzoraka tla sa 100 parcela na većem broju lokaliteta. Uzorci tla uzimani su sondom s 50 pojedinačnih mjesta po parceli s dubine do 5 cm. Osim uzoraka tla sa proizvodnih parcela, uzorkovanje je obavljeno i u dorađivačkom centru gdje su sa stroja za doradu sjemenskog krumpira uzeti ostaci tla. Tijekom vegetacije (vrijeme cvatnje) obavljani su i vizualni pregledi u polju te uzeti uzorci „sumnjivih“ biljaka na pregled korijenja. Ispiranje prikupljenih uzoraka tla kao i uzoraka iz dorađivačkog centra, obavljeno je u laboratoriju za zaštitu bilja na Agronomskom i prehrambeno-tehnološkom fakultetu Sveučilišta u Mostaru na Spearsovim flotacionom uređaju. Isto tako, u laboratoriju Agronomskog i prehrambeno-tehnološkog fakulteta obavljeno je ispiranje korijenja „sumnjivih“ biljaka iz polja, te obavljen pregled pod stereo lupom. Analizom prikupljenih uzoraka tla, te vizualnim pregledom korijena krumpira nije utvrđena prisutnost cista vrste *G. rostochiensis* na istraživanom području.

Ključne riječi: *krumpir, Globodera rostochiensis, uzorkovanje tla, Hercegovina*

UVOD

Kao najznačajniji zemljišni štetnici krumpira širom svijeta posebno se izdvajaju zlatnožuta krumpirova cistolika nematoda *Globodera rostochiensis* (Wollenweber, 1923) i blijedožuta krumpirova cistolika nematoda *Globodera pallida* (Stone, 1973) (Turner i Evans, 1998).

¹ Agronomski i prehrambeno-tehnološki fakultet Sveučilišta u Mostaru

² Poljoprivredni fakultet Univerziteta u Banjoj Luci

*Korespondencija: ivan.mucic@aptf.sum.ba

Ove nematode mogu uzrokovati velike gubitke u prinosu krumpira. Imaju sposobnost održavanja u latentnom obliku dugi niz godina, bez prisutnosti biljaka domaćina, te su stoga u mnogim zemljama predmet strogih karantenskih propisa. Zlatnožuta krumpirova cistolika nematoda, *G. rostochiensis* potječe iz područja Anda u Južnoj Americi, odakle je u 19. stoljeću unesena u Europu zaraženim gomoljima. Zlatna krumpirova nematoda *G. rostochiensis* potječe s područja Anda, južni Peru, odakle se antropogenim djelovanjem proširila širom svijeta (Grenier i sur., 2010). Gomoljima na kojima su se nalazile čestice tla inficiranog nematodama, vrsta je unijeta u Europu u 17. stoljeću. Danas je raširena širom Europe, Južne Amerike, dijelovima Azije, prisutna je i u Sjevernoj Americi, Australiji, te dijelovima Afrike gdje se krumpir uzgaja (EPPO, 2023). Vrsta se razmnožava samo na korijenju biljaka, a glavni domaćin je krumpir (*Solanum tuberosum* L.). Ostali potencijalni domaćini su rajčica, paprika, patlidžan, te korovi iz porodice pomoćnica (*Solanaceae*), a to su bijeli kužnjak (*Datura stramonium* L.) i crna pomoćnica (*Solanum nigrum* L.) (Ivezić i sur., 2005). Ovisno o klimatskim uvjetima, *G. rostochiensis* razvije jednu ili dvije generacije tijekom godine (Greco i sur., 1988). Prvi nalaz vrste *G. rostochiensis* u Bosni i Hercegovini zabilježen je 2009. godine u lokalitetu Zaside – Tihaljina (Ostojić i sur. 2011). Monitoringom provedenim 2010. godine, vrsta je utvrđena i na području općine Čapljina, na lokalitetu Opličići. Budući da se radi o karantenskoj vrsti nematode, u Bosni i Hercegovini se već duži niz godina provodi poseban nadzor s ciljem utvrđivanja prisustva, odnosno odsustva karantenskih štetnih organizama na krumpiru na mjestima ulaska pošiljki krumpira koje se uvoze u BiH, te na mjestima proizvodnje sjemenskog i merkantilnog krumpira, distributivnim centrima i mjestima skladištenja.

PREGLED LITERATURE

Krumpir napada velik broj uzročnika biljnih bolesti i štetnika koji u pojedinim godinama znaju pričiniti velike štete. Kao najznačajni štetnici krumpira u svijetu navode se zlatnožuta krumpirova cistolika nematoda, *Globodera rostochiensis* (Woll.) i blijedožuta krumpirova cistolika nematoda *Globodera pallida* (Stone) (Šubić i Bićak, 2001; Sedlak i sur., 2004). Zlatnožuta krumpirova cistolika nematoda, *G. rostochiensis* potječe iz područja Anda u Južnoj Americi, odakle je u 19. stoljeću unesena u Europu zaraženim gomoljima. Prvi nalaz *G. rostochiensis* u Bosni i Hercegovini zabilježen je 2009. godine na lokalitetu Zaside – Tihaljina, gdje su pronađene dvije vitalne ciste u jednom od 17 uzoraka (Ostojić i sur., 2011). Tijekom 2010. godine na području Hercegovine obavljena su detaljnija istraživanja prisutnosti krumpirovih cistolikih nematoda kod proizvođača konzumnog krumpira. Istraživanja su provedena na području Zapadnohercegovačke (Ljubuški, Grude, Široki Brijeg) i Hercegovačko-neretvanske županije (Stolac, Čapljina, Mostar), a uključila su najvažnije lokalitete na kojima se krumpir godinama uzgaja u monokulturi. U jednom uzorku tla uzetom iz Čapljine, Opličići – Turajlovina otkriveno je pet vitalnih cista *G. rostochiensis* (Ostojić i sur., 2011). Na temelju rezultata istraživanja zaključeno je da *G. rostochiensis* nije široko rasprostranjena, ali da se ciste mogu otkriti, što ukazuje da je zaraza relativno

nova i da postoji opasnost od daljnjeg širenja ove karantenske vrste. Najznačajniji domaćin *G. rostochiensis* je krumpir *Solanum tuberosum* L., no međutim i rajčica, patlidžan i neki korovi mogu biti pogodni domaćini. Brojne druge vrste iz roda *Solanum*, njih oko 90 i njihovi hibridi, također mogu biti domaćini ovoj nematodi. Uzgojem potpuno otpornih sorti kroz 3 do 4 godine zaraza tla bi se mogla smanjiti za 99 % (Grubišić, 2006). U Bosni i Hercegovini uzgaja se nekoliko sorti krumpira koje su tolerantne na napad nematoda, a neke od njih su: Adora, Agria, Arnova, Carrera, Liseta i Marabel (Kolarić, 2020). Zlatnožuta krumpirova cistolika nematoda, *G. rostochiensis* snižava prinos uzgajane kulture. Ovisno o visini populacije nematoda, na pojedinim parcelama štete mogu biti neznatne do potpune. Čimbenici o kojima ovisi intenzitet zaraze, preživljavanje i reprodukcija ove vrste nematode su agroekološki uvjeti poput temperature, izloženosti svjetlosti, vlažnosti tla i drugi. Nematode se hrane citoplazmom biljne stanice, potpuno prodiru u korijen biljke, te se zbog toga nazivaju endoparazitima. Prepoznatljiv simptom napada na biljci su zastoj u rastu, venuće i sušenje, a u konačnici i manji urod. Prvi simptomi napada teško se mogu uočiti. Na nadzemnom dijelu biljaka simptomi se najprije uočavaju lokalizirano u kružnim i ovalnim „oazama“ u nasadu gdje se pojavljuju plješine koje se s vremenom šire. Na biljkama su vidljivi simptomi žućenja i uvijanja listova. Korijenski sustav postaje slabije razvijen i biljke razvijaju veću količinu bočnog korijenja što dovodi do ukupnog smanjenog rasta biljke i preranog uvenuća. Biljke s oštećenim korijenjem uvenu, osobito pri višim temperaturama tijekom dana, a mogu ostati uvenule čak i uz navodnjavanje. Prilikom pregleda korijena biljke potrebno je obratiti pažnju na prisustvo cista, njihovu brojnost, boju i veličinu. Biljke mogu preživjeti, ali je umanjena njihova rodnost. Prinosi krumpira u svijetu posljednjih godina su naglo pali na oko 9-10 tona/ha (Kiptoo i sur., 2016), što je znatno ispod potencijala prinosa ove kulture. Takvi gubici prinosa vjerojatno se mogu barem djelomično pripisati krumpirovim nematodama roda *Globodera*. Samo laboratorijskom analizom biljnog materijala (korijena) ili uzoraka tla može se sa sigurnošću potvrditi prisutnost nematoda. Krumpirove cistolike nematode prenose se zaraženim sadnim materijalom ili presadnicama, zaraženim supstratom, vjetrom, vodom, životinjama, ali najzaslužniji za prenošenje nematoda je čovjek jer se njegovom aktivnošću zaraženo tlo može prenositi na kotačima vozila, na mehanizaciji, oruđu, opremi, obući, te zaraženim biljnim materijalom i presadnicama povrća. Tamo gdje se ne poduzimaju mjere zaštite zabilježene su totalne štete. U suzbijanju krumpirovih cistolikih nematoda najvažnije su preventivne mjere i pravovremeno otkrivanje zaraze. Preventivne mjere podrazumijevaju sadnju krumpira u poljima koja nisu zaražena nematodama i upotrebu certificiranog sjemena. U slučaju da se štetnik pojavi potrebno je preduzeti odgovarajuće mjere jer je njegovo suzbijanje dosta zahtjevno. Uspjeh u smanjenju razine populacije štetnika je promjenjiv i ovisi o početnoj gustoći populacije, vrsti tla i genotipu biljke. Potpuno otporne sorte krumpira „ne dopuštaju“ umnožavanje nematoda na korijenju, stolonima i gomoljima. Dobri rezultati se postižu kombinacijom različitih metoda suzbijanja koje nisu u potpunosti učinkovite kada se koriste pojedinačno. Stoga se u većem broju zemalja primjenjuje program integriranog upravljanja štetnicima (IPM) zbog suzbijanja i sprječavanja širenja štetnih organizama.

Integrirana zaštita uključuje agrotehničke mjere, biološke mjere (pripravci na osnovi bakterija i entomopatogenih nematoda), fizikalne mjere (sterilizacija i solarizacija), te u konačnici i kemijsko suzbijanje dopuštenim sredstvima. Kao najbolja kombinacija u integriranoj zaštiti je korištenje najmanje trogodišnjeg plodoreda i fumigacije tla (Grubišić, 2006).

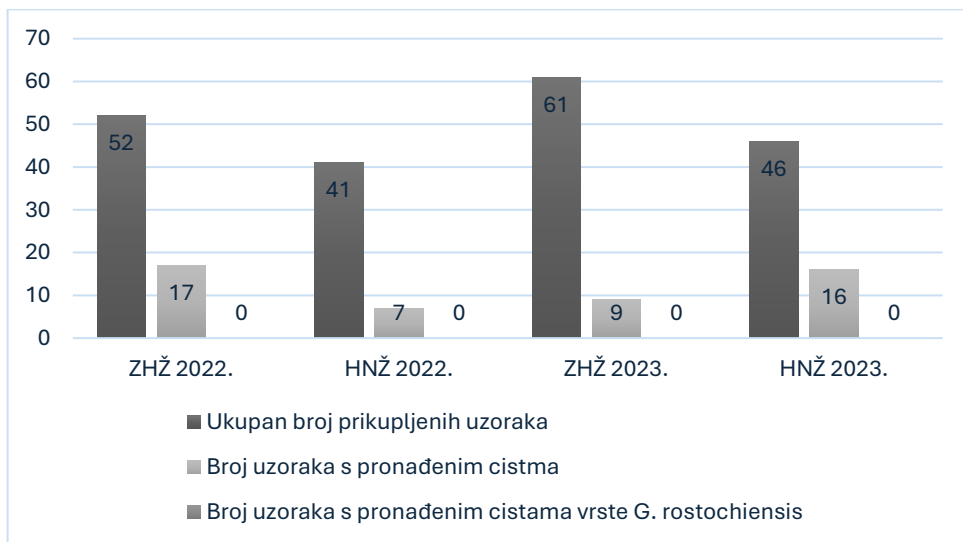
MATERIJAL I METODE

Istraživanje prisutnosti cista zlatnožute krumpirove cistolike nematode *Globodera rostochiensis* provedeno je tijekom vegetacijske sezone 2022. i 2023. godine. Istraživanje je provedeno na području Zapadnohercegovačke i Hercegovačko-neretvanske županije. Uzorci tla s proizvodnih parcela uzimani su prije sadnje, tijekom vegetacije i nakon vađenja krumpira. Osim s proizvodnih parcela, uzorci tla uzimani su i iz dorađivačkih centara (pakirnice sjemenskog krumpira). Tijekom dvije godine s područja Zapadnohercegovačke županije ukupno je prikupljeno 113 uzoraka tla. Uzorci su prikupljeni sa sljedećih lokaliteta: Vojnići, Šipovača, Lisice, Vašarovići, Radišići, Klobuk, Bijača, ul. Zvonimira Remete (općina Ljubuški), Turčinovići, Ružići (općina Široki Brijeg), Drinovci, Sovići (općina Grude). Na području Hercegovačko-neretvanske županije ukupno je prikupljeno 87 uzoraka tla. Uzorci su prikupljeni s lokaliteta: Trijebanj, Poplat (općina Stolac), Hotanj, Stanojevići, Bivolje brdo, Gabela (općina Čapljina), Gubavica (općina Mostar). Uzorci tla su uzimani nematološkom sondom cjevastog oblika, promjera 2 cm. Uzorci su prikupljeni ravnomjerno s 50 pojedinačnih mjesta po parceli s dubine do 5 cm. Miješanjem uzoraka dobiven je jedan homogeni uzorak iz koje je izdvojeno oko 1 kilogram zajedničkog uzorka. Uzorak je spremljen u vrećicu koja je obilježena podacima o datumu, mjestu uzorkovanja i koordinatama lokaliteta. Uzorci tla su dopremljeni u Laboratorij za zaštitu bilja na Agronomskom i prehrambeno-tehnološkom fakultetu Sveučilišta u Mostaru, te su ostavljeni na sušenju u laboratorijskim uvjetima. Nakon sušenja uzoraka izvršeno je usitnjavanje i miješanje tla. Uzorci tla su izmiješani, a za postupak izdvajanja uzeto je 100 ml tla po uzorku. Postupak izdvajanja cista iz uzoraka tla proveden je Spearsovim flotaciskim uređajem čiji se rad temelji na principu flotacije (Grubišić, 2006). Pregled uzoraka rađen je pomoću binokularne lupe Leica EZ4D, a izdvojene ciste su spremljene u epruvete. Izrada mikroskopskih preparata rađena je prema Van Bezooijen (2006), a identifikacija vrsta prema Brzecki (1988). Potvrda determinacije obavljena je na Poljoprivrednom fakultetu, Univerziteta u Banja Luci. Tijekom vegetacije obavljen je vizualni pregled nasada krumpira za vrijeme cvatnje na prisutnost simptoma koji upućuju na zarazu nematodama (zastoji u rastu biljaka, žućenje biljaka, pojava plješina). Otkrivanje cista na biljkama moguće je samo kratko vrijeme kada ženke sazriju u ciste. Kad one potpuno sazriju, ciste lako mogu otpasti s korijena prilikom čupanja biljke. Kasnim pregledavanjem ciste mogu lako otpasti prilikom čupanja biljaka iz tla, a preranim pregledavanjem ne može se ništa uočiti na korijenju, što rezultira negativnim rezultatom (Nijs i sur., 2018). Biljke koje su pokazivale navedene simptome vađene su iz tla, stavljene u posebne vrećice, te dopremljene u laboratorij na Agronomskom i

prehrambeno-tehnološkom fakultetu, gdje je obavljeno ispiranje korijenja i pregled pod binokularom.

REZULTATI I DISKUSIJA

Tijekom 2022. i 2023. godine prikupljeno je 200 uzoraka tla s 100 parcela na području šest različitih općina u Zapadnohercegovačkoj (ZHŽ) i Hercegovačko-neretvanskoj županiji (HNŽ). Determinacija pronađenih cista obavljena je na osnovu morfoloških karakteristika vrste *G. rostochiensis*, a potvrda identifikacije urađena je u laboratoriju za nematologiju na Poljoprivrednom fakultetu Univerziteta u Banjoj Luci. Tijekom obje istraživačke godine uzorci su uzimani tijekom veljače, prije sadnje krumpira i tijekom svibnja i lipnja nakon vađenja krumpira. Tako je u 2022. godini s područja ZHŽ ukupno uzeto 52 uzorka tla za analizu na prisutnost cista *G. rostochiensis*. Laboratorijskom analizom uzoraka nije utvrđena prisutnost cista ove vrste, ali je u uzorcima prikupljenim s lokaliteta Vojnići (Pršura, Župnice, Prigrada i Ajdarovina), Šipovača, Klobuk, Vašarovići, Lisice i Radišići, utvrđena prisutnost cisti iz roda *Heterodera*. Tijekom 2022. godine s područja HNŽ ukupno je uzet 41 uzorak tla za analizu na prisutnost cista *G. Rostochiensis*. Laboratorijskom analizom uzoraka takođe nije utvrđena prisutnost cista *G. rostochiensis*, ali je u uzorcima prikupljenim s lokaliteta Trijebanj, Hotanj, Poplat i Stanojevići utvrđena prisutnost cista iz roda *Heterodera* i *Punctodera*. Tijekom 2023. godine s područja ZHŽ ukupno je uzet 61 uzorak tla za analizu na prisutnost cista *G. rostochiensis*. Nakon urađene laboratorijske analize nije utvrđena prisutnost cista *G. rostochiensis*. U uzorcima prikupljenim s lokaliteta Vojnići (Pršura, Župnice, Prigrada i Šamatorje), Šipovača, Klobuk i Lisice utvrđena prisutnost cista iz roda *Heterodera*. Tijekom 2023. godine s područja HNŽ ukupno je uzeto 46 uzorka tla za analizu na prisutnost cista *G. rostochiensis*. Laboratorijskom analizom uzoraka nije utvrđena prisutnost cista *G. rostochiensis*, ali je u uzorcima prikupljenim s lokaliteta Trijebanj, Hotanj, Poplat i Stanojevići utvrđena prisutnost cista iz roda *Heterodera* i *Punctodera*. Rezultati o broju uzetih uzoraka u 2022. i 2023. godini sa područja Zapadnohercegovačke i Hercegovačko-neretvanske županije prikazani su u grafikonu br. 1., a detaljni podaci o lokalitetima i koordinatama u prilogu 1, 2, 3 i 4.



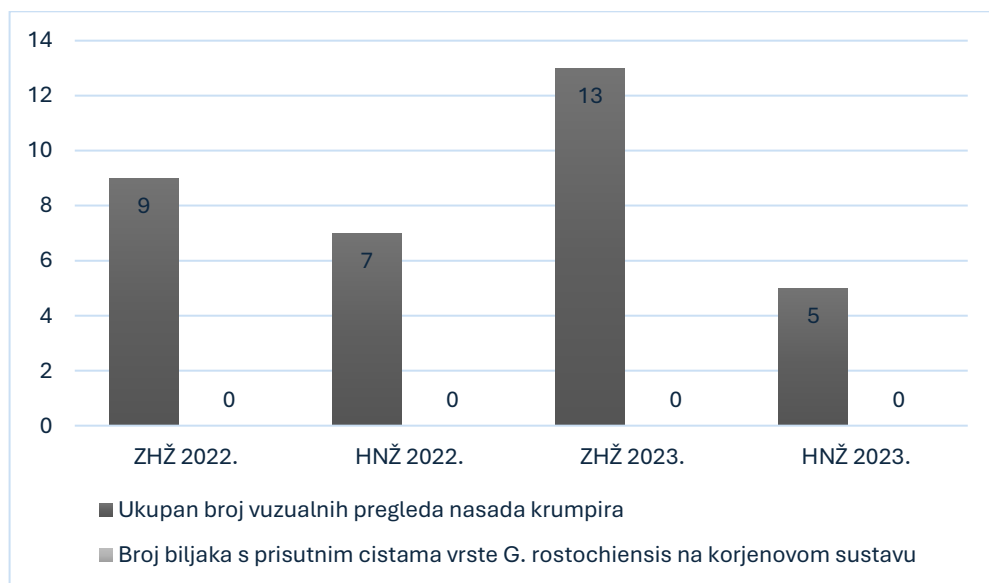
Grafikon 1. Ukupan broj prikupljenih uzoraka tla za analizu
 Chart 1. Total number of soil samples collected for analysis

Tijekom 2022. i 2023. godine u dorađivačkom centru Sjemenarna d.o.o prikupljeno je ukupno 25 uzoraka. Uzorci su prikupljeni od početka do kraja veljače. U tablici br.1 prikazani su podaci o datumu uzorkovanja i rezultatima analize.

Tablica 1. Rezultati analize uzoraka tla prikupljenih u dorađivačkom centru Sjemenarne d.o.o. u 2022. i 2023. godini na prisutnost cista *G. rostochiensis*.
 Table 1. Results of soil sample analyses collected at the Sjemenarna d.o.o. processing center in 2022 and 2023 for the presence of *G. rostochiensis* cysts

Redni broj uzorka	Datum uzorkovanja	Datum uzorkovanja	Broj pronađenih cista	Broj pronađenih cista vrste <i>G. rostochiensis</i>
1.	09.02.2022.	01.02.2023.	0	0
2.	10.02.2022.	02.02.2023.	0	0
3.	11.02.2022.	03.02.2023.	0	0
4.	16.02.2022.	06.02.2023.	0	0
5.	17.02.2022.	07.02.2023.	0	0
6.	18.02.2022.	08.02.2023.	0	0
7.	19.02.2022.	09.02.2023.	0	0
8.	22.02.2022.	10.02.2023.	0	0
9.	23.02.2022.	13.02.2023.	0	0
10.	24.02.2022.	14.02.2023.	0	0
11.		15.02.2023.	0	0
12.		16.02.2023.	0	0
13.		20.02.2023.	0	0
14.		20.02.2023.	0	0
15.		23.02.2023.	0	0

Analizom uzoraka tla (otpad i prašina sa gomolja krumpira) nisu pronađene ciste nematode *G. rostochiensis*. Tijekom vegetacije u 2022. i 2023. godini obavljen je vizualni pregled nasada krumpira na prisutnost simptoma koji upućuju na zarazu nematodama (zastoji u rastu biljaka, žućenje biljaka, pojava plješina). Pregled je obavljen u vrijeme cvatnje krumpira. Pregledane su 34 parcele na području šest različitih općina u Zapadnohercegovačkoj i Hercegovačko-neretvanskoj županiji. Biljke koje su ispoljavale simptome zaraze nematodama, kompletno su čupane iz tla, te donošene u laboratorij. Korijenje tih biljaka isprano je pod mlazom vode i detaljno pregledano uz pomoć stereolupe. Rezultati vizualnih pregleda korijenja krumpira obavljenih tijekom vegetacije u 2022 i 2023. godine sa područja Zapadnohercegovačke i Hercegovačko-neretvanske županije, na prisutnost cisti, prikazani su u grafikonu br. 2, te detaljnije u tablicama br. 2, 3, 4 i 5.



Grafikon 2. Rezultati vizualnih pregleda korijena krumpira tijekom vegetacije
 Chart 2. Results of visual inspections of potato roots during the vegetation period

Tablica 2. Rezultati vizualnog pregleda korijena krumpira na prisutnost cista *G. rostochiensis* s područja Zapadnohercegovačke županije u 2022. godini.
 Table 2. Results of visual inspection of potato roots for the presence of the *G. rostochiensis* from the West Herzegovina Canton in 2022.

Redni broj uzoraka	Datum vizualnog pregleda	Mjesto	Lokalitet	Koordinate	Sorta krumpira	Broj pronađenih cista	Broj pronađenih cista vrste <i>G. rostochiensis</i>
1.	30.05.2022.	Ljubuški	ul.Zvonimira Remeta	43°11.6520'S 17°33.4080'I	Carrera	0	0
2.	30.05.2022.			43°11.5380'S 17°33.4010'I	Liseta	0	0
3.	30.05.2022.			43°11.6290'S 17°33.4390'I	Liseta	0	0
4.	30.05.2022.		Lisice	43°11.6710'S 17°29.7180'I	Carrera	0	0
5.	30.05.2022.		Vojnići, Župnice	43°15.5730'S 17°24.9880'I	Carrera	0	0
6.	30.05.2022.		Vojnići, Donji gaj	43°15.5240'S 17°25.0640'I	Carrera	0	0
7.	30.05.2022.		Vojnići, Ajdarovina	43°15.5560'S 17°25.0830'I	Carrera	0	0
8.	31.05.2022.	Široki Brijeg	Kočerin	43°23.2450'S 17°29.2451'I	Monalisa	0	0
9.	01.06.2022.	Ljubuški	Šipovača	43°15.3510'S 17°23.5590'I	Esma	0	0

Tablica 3. Rezultati vizualnog pregleda korijena krumpira na prisutnost cista *G. rostochiensis* prikupljenih s područja Hercegovačko- neretvanske županije u 2022. godini.

Table 3. Results of visual inspection of potato roots for the presence of the *G. rostochiensis* cysts collected in the Herzegovina-Neretva Canton in 2022.

Redni broj uzorka	Datum vizualnog pregleda	Mjesto	Lokalitet	Koordinate	Sorta krumpira	Broj pronađenih cista	Broj pronađenih cista vrste <i>G. rostochiensis</i>
1.	25.05.2022.	Stolac	Trijebanj	43°90.8800'S 17°52.1330'I	Monalisa	0	0
2.	25.05.2022.			43°90.9000'S 17°52.1400'I	Monalisa	0	0
3.	25.05.2022.			43°09.9670'S 17°51.9510'I	Monalisa	0	0
4.	25.05.2022.	Čapljina	Hotanj	43°06.5750'S 17°45.3610'I	Liseta	0	0
5.	25.05.2022.			43°06.6420'S 17°45.2250'I	Liseta	0	0
6.	25.05.2022.			43°06.7000'S 17°45.2250'I	Liseta	0	0
7.	25.05.2022.			43°07.0230'S 17°44.7590'I	Monalisa	0	0

Tablica 4. Rezultati vizualnog pregleda korijena krumpira na prisutnost cista *G. rostochiensis* s područja Zapadnohercegovačke županije u 2023. godini.

Table 4. Results of visual inspection of potato roots for the presence of the *G. rostochiensis* cysts from the West Herzegovina Canton in 2023.

Redni broj uzorka	Datum vizualnog pregleda	Mjesto	Lokalitet	Koordinate	Sorta krumpira	Broj pronađenih cista	Broj pronađenih cista vrste <i>G.rostochiensis</i>
1.	01.05.2023.	Ljubuški	ul. Zvonimira Remeta	43°11.6520'S 17°33.4080'I	Carrera	0	0
2.	01.05.2023.		Vojnići, Pršura	43°15.5720'S 17°24.9510'I	Carrera	0	0
3.	01.05.2023.		Vojnići, brdo 2	43°15.7430'S 17°25.2580'I	Anais i Carrera	0	0
4.	01.05.2023.		Vojnići, Gračina	43°15.5860'S 17°24.4470'I	Carrera	0	0
5.	01.05.2023.		Vojnići, Šamatorje 1	43°15.5070'S 17°24.3390'I	Carrera	0	0
6.	01.05.2023.		Klobuk	43°16.4890'S 17°27.1000'I	Liseta	0	0
7.	01.05.2023.		Bijača	43°80.5000'S 17°34.2000'I	Liseta	0	0
8.	05.05.2023.	Grude	Drinovci	43°21.3600'S 17°21.0000'I	Monalisa	0	0
9.	10.05.2023.	Ljubuški	Lisice	43°11.6710'S 17°29.7180'I	Liseta	0	0
10.	10.05.2023.		Lisice	43°11.6720'S 17°29.7180'I	Monalisa	0	0
11.	10.05.2023.		Vašarovići	43°12.3600'S 17°28.1210'I	Anais	0	0
12.	15.05.2023.		Radišići	43°12.7940'S 17°31.3660'I	Liseta	0	0
13.	15.05.2023.		ul. Zvonimira Remeta	43°11.5690'S 17°33.2930'I	Monalisa	0	0

Tablica 5. Rezultati vizualnog pregleda korijena krumpira na prisutnost cista *G. rostochiensis* prikupljenih s područja Hercegovačko-neretvanske županije u 2023. godini.

Table 5. Results of visual inspection of potato roots for the presence of the *G. rostochiensis* cysts collected in the Herzegovina-Neretva Canton in 2023.

Redni broj uzorka	Datum vizualnog pregleda	Mjesto	Lokalitet	Koordinate	Sorta krumpira	Broj pronađenih cista	Broj pronađenih cista vrste <i>G.rostochiensis</i>
1.	06.05.2023.	Stolac	Trijebanj	43°90.8800'S 17°52.1330'I	Monalisa	0	0
2.	06.05.2023.			43°90.9000'S 17°52.1400'I	Monalisa	0	0
3.	06.05.2023.	Čapljina	Hotanj	43°06.5750'S 17°45.3610'I	Liseta	0	0
4.	07.05.2023.	Mostar	Gubavica	43°12.4290'S 17°49.7550'I	Monalisa	0	0
5.	08.05.2023.	Čapljina	Stanojevići	43°10.7620'S 17°50.0070'I	Carrera	0	0

Zlatnožuta krumpirova cistolika nematoda (*G. rostochiensis*) jedna je od najvažnijih parazitskih nematoda širom svijeta i nalazi se na karantenskim listama velikog broja zemalja (Bélair i sur., 2016). Štete uzrokovane krumpirovim cistolikim nematodama, mogu biti izuzetno velike, veće od 70% (CABI, 2015). Ovisno o populaciji nematoda, štete variraju od malih gubitaka do potpunih propadanja nasada (Lima i sur., 2018). U Europi se godišnji gubici u prinosu uzrokovani krumpirovim nematodama, procjenjuju na 220 milijuna eura (Viaene, 2016). U Bosni i Hercegovini se već duži niz godina provodi poseban nadzor s ciljem utvrđivanja prisustva, odnosno odsustva karantenskih štetnih organizama na krumpiru, među kojima je i zlatnožuta krumpirova cistolika nematoda. Detaljnija istraživanja prisutnosti zlatnožute krumpirove cistolike nematode su provedena tijekom 2022. i 2023. godine na području Zapadnohercegovačke i Hercegovačko-neretvanske županije na proizvodnim parcelama, i u dorađivačkom centru. Rezultati istraživanja ukazuju da vrsta *G. rostochiensis* nije prisutna na istraživanom području ili je njena populacija veoma niska i jako ograničena, što uveliko otežava pozitivan nalaz. Rezultate ovih istraživanja potvrđuju i istraživanja koja su obavljena na području BiH gdje je potvrđena prisutnost obje vrste krumpirovih nematoda na tri parcele što ukazuje na veoma ograničenu rasprostranjenost (Nježić i sur., 2025). Isto tako, rezultate ovih istraživanja možemo usporediti s rezultatima istraživanja provedenim u Sloveniji. Na području Slovenije, *G. rostochiensis* prvi put je zabilježena 1971. godine kada je samo jedna cista izolirana iz tla. Na istom području vrsta je ponovo utvrđena 1975. godine. Međutim, unatoč provedenim opsežnim istraživanjima, vrsta je ponovo pronađena tek 1999. godine (Urek i Lapajne, 2011). U Republici Hrvatskoj vrsta je prvi put zabilježena 2001. godine na području Međimurske županije, točnije na lokalitetu Belica. Naknadno provedenim istraživanjima utvrđena je velika brojnost populacije ove nematode na navedenom području. Istraživanje provedenim na području Međimurja 2002. godine u uzorcima tla s površine gdje je krumpir bio u monokulturi, utvrđeno je 458 cista/100 ccm tla, a s površine pod pšenicom, gdje je krumpir bio predkultura, utvrđeno je 368 cista/100 ccm tla (Ivezić i sur., 2005). U uzorcima tla koji su prikupljeni 2003. godine na lokalitetu Belica, prosječan broj cista iznosio je 434 ciste/100 ml tla što upućuje na zarazu jakog intenziteta, a vitalnost je iznosila prosječno 93,41 jaja i ličinki/g tla čime je prekoračen ekonomski prag štetnosti od 20 jaja i ličinki/g tla (Pinturić, 2016). Istraživanjem provedenim na području Belice 2019. godine, prosječan broj cista bio je 169 cista/100 ml tla. Ciste su bile vitalne, a broj jaja i ličinki/g tla prosječno je iznosio 14,80 jaja i ličinki/g tla (Herak, 2019). U Bugarskoj, vrsta je prvi put utvrđena 1978. godine (Stoyanov, 1980). Veoma brzo se proširila dijelovima zemlje gdje se krumpir uzgaja, te predstavlja jednog od najvažnijih štetnika krumpira (Samaliev, 2011; Trayanov i sur., 2020). Širenje ovog štetnika primarno se odvija putem gomolja na kojima su ostale čestice tla u kojima se nalaze ciste štetnika (Nijs i sur., 2018). Zbog dugog održavanja u zaraženom tlu, preživljavanja jaja unutar cista, velikih ekonomskih šteta koje može uzrokovati i teških mjera kontrole, navedeni štetnik se nalazi u karantenskim propisima u više od 100 zemalja (Nijs i Karuri, 2018). Porast populacije i širenje štetnika u tlu pridonosi najvećim dijelom uzgoj krumpira u monokulturi.

Budući da se u zaraženom tlu održavaju i do 20 godina bez prisutnosti biljke domaćina, izuzetne otpornosti na visoke temperature, izuzetno je teško trajno iskorijeniti krumpirove nematode iz zaraženog tla (Chandel i sur., 2020). U zadnjih 30 godina, širom svijeta provode se različita istraživanja učinkovitosti različitih mjera suzbijanja kao što je fumigacija tla, primjena nematocida, rotacija s kulturama koje nisu domaćini i uzgoj otpornih sorti (Bélair i sur., 2016). Budući da je danas malo nematocida dostupno na tržištu čija je primjena dosta skupa, a uz to imaju i negativan učinak na okoliš (Douda i sur., 2021), biološko suzbijanje nematoda danas je u fokusu brojnih istraživača (Ngala i sur., 2015; Ochola i sur., 2022; Pulavarty i sur., 2022). Kako bi se spriječio porast populacije, potrebno je provoditi integriranu zaštitu krumpira koja podrazumijeva primjenu šireg plodoreda, sadnju otpornih kultivara krumpira, prema potrebi primjenu nematocida, te redovito provođenje monitoringa. Obavezno je provođenje redovite kontrole brojnosti i vitalnosti cista u tlu. Ranim otkrivanjem i provođenjem mjera suzbijanja može se spriječiti širenje štetnika na širem području.

ZAKLJUČAK

Tijekom 2022. i 2023. godine proveden je monitoring prisutnosti zlatnožute krumpirove nematode (*G. rostochiensis*) kod proizvođača merkantilnog krumpira na području Zapadnohercegovačke i Hercegovačko-neretvanske županije. Ukupno je prikupljeno 200 uzoraka tla s 100 parcela na području šest različitih općina. Laboratorijskom analizom uzoraka tla prikupljenih prije sadnje i nakon vađenja krumpira na području Zapadnohercegovačke županije u 2022. i 2023. godini nije utvrđena prisutnost cisti *G. rostochiensis*. Laboratorijskom analizom uzoraka tla (otpad prilikom dorade krumpira) prikupljenih iz dorađivačkog centra Sjemenarna d.o.o. Široki Brijeg tijekom veljače 2022. i 2023. godine nije utvrđena prisutnost cisti *G. rostochiensis*. Isto tako, analizom korijenja krumpira tijekom vegetacije nisu pronađene ciste ove vrste. Ova istraživanja potvrđuju izostanak prisutnosti ove nematode na istraživanom području ili je njena populacije vrlo mala. Također, potrebno je neophodno provoditi kontrolu sjemenskog krumpira ili drugih biljaka domaćina kod uvoza, posebno ukoliko krumpir dolazi iz zemalja gdje je nematoda prisutna. Osim toga, potrebno je nastaviti ova istraživanja i obuhvatiti i druga područja gdje se uzgaja krumpir kako bi se na vrijeme otkrila prisutnost ove, ali i drugih vrsta nematoda, te blagovremeno poduzele adekvatne mjere zaštite.

LITERATURA

- Belair, G., Dauphinais, N., Mimee, B. (2016): Evaluation of cultural methods for the management of the golden nematode (*Globodera rostochiensis*) in Québec. Canadian Journal of Plant Science.
- Brzecki, M. (1988): Nematodes of Tylenchina in temperate Europe, 1-395.
- Chandel, Y. S., Bhadu, S. S., Salalia, R., Thakur, S., Kumar, S., Somvanshi, V. S., (2020): Prevalence and spread of potato cyst nematodes, *Globodera* spp. in northern hilly areas of India. Curr. Sci. 118.
- Douda, O., Manasova, M., Zouhar, M., Hnatek, J., Stejskal, V. (2021): Field validation of the effect of soil fumigation of ethanedenitrile (EDN) on the mortality of *Meloidogyne hapla* and carrot yield parameters. Agronomy, 11:208.
- Greco, N., Inerra, N.R., Brandonisio, A., Tirro, A., De Marinis, G. (1988): Life - cycle of *Globodera rostochiensis* on potato in Italy. Nematol. Medit, 16, 69-73.
- Grenier, E., Fournet, S., Petit, E., and Anthoine, G. (2010): A cyst nematode 'species factory' called the Andes. Nematology, 12, 163–169
- Grubišić, D. (2006): *Globodera rostochiensis* (Wollenweber, 1923) Behrens, 1975 Nematoda: Heteroderidae) novi član nematofaune u Republici Hrvatskoj, Doktorska disertacija, Agronomski fakultet Sveučilišta u Zagrebu.
- Herak, I. (2019): Utvrđivanje visine populacije i prikladnih mjera suzbijanja vrste *Globodera rostochiensis* (Wollnweber, 1923) Behrens
- Ivezić, M., Raspudić, E., Brmež, M., Mandurić, S., Magdika, D. (2005): Virulentna grupa Ro1,4 krumpirove zlatne cistolike nematode (*Globodera rostochiensis* Wollenweber) u Hrvatskoj. Poljoprivreda, 11(1), 23–25.
- Kiptoo, K.W., Xia, X. & Kipkemboi, K.K. (2016): Technical efficiency of smallholder potato farmers in Kenya: An analysis of major influencing factors in Koibatek, Baringo County. African Journal of Agriculture and Environment, 2, 8– 15.
- Kolarić, K. (2020): Pojavnost krumpirovih nematoda roda *Globodera* (Skarbilovich 1959.) Behrens, 1975. u tlima Međimurske županije 2019./2020.
- Lima, F. S. O., Mattos, V. S., Silva, E. S., Carvalho, M. A. S., Teixeira, R. A., Silva, J. C., et al. (2018): "Nematodes affecting potato and sustainable practices for their management," in Potato: From Incas to All Over the World, ed. M. Yildiz (London: IntechOpen), 107.
- Ngala, B. M., Woods, S. R., Back, M. A. (2015): In vitro assessment of the effects of Brassica juncea and Raphanus sativus leaf and root extracts on the viability of *Globodera pallida* encysted eggs. Nematology 17, 543–556.
- Niere, B., Karuri, HW. (2018): Nematode parasites of potato and sweet potato. In: Sikora RA, Coyne D, Hallmann J, Timper P (eds) Plant parasitic nematodes in subtropical and tropical agriculture. CAB International, Boston, USA, 222–251.
- Nijs, den L., Camilleri, M., Diakaki, M., Schenk, M. i Vos, S. (2018): Pest survey card on *Globodera rostochiensis* and *Globodera pallida* (EFSA).

- Nježić, B., Đekanović, R., Vasilić, A., Golubović, S., Nikolić, P., Marčeta, N., Lalić, S., Mataruga, D. (2025): Presretanja karantenskih nematoda u uzorcima krumpira uvezenim u BiH, 18. simpozij o zaštiti bilja u BiH, Zbornik sažetaka sr. 12.
- Ochola, J., Cortada, L., Mwaura, O., Tariku, M., Christensen, S. A., Ng'ang'a, M., *et al.* (2022): Wrap-and-plant technology to manage sustainably potato cyst nematodes in East Africa. *Nat. Sustain.* 5, 425–433.
- Ostojić, I., Grubišić, D., Zovko, M., Miličević, T., Gotlin, T. (2011): First report of the golden potato cyst nematode, *Globodera rostochiensis* in Bosnia and Herzegovina. *Plant Disease* 95(7), p 883.
- Pinturić, M. (2016): Utvrđivanje vrste *Globodera rostochiensis* (Wollenweber, 1923) Behrens, 1975 u uzorcima tla iz lokaliteta Belica. Diplomski rad, Agronomski fakultet Sveučilišta u Zagrebu.
- Pulavarty, A., Singh, A., Smyth, D., Mehta, J.P., Horgan, K., Kakouli-Duarte, T. (2022): Sustainable management of the potato cyst nematode, *Globodera rostochiensis*, with two microbial fermentation products. *Front. Plant Sci.* 13: 1-15.
- Samaliev, H. (2011): Plant-parasitic nematodes associated with potatoes (*Solanum tuberosum* L.) in Bulgaria. *Plant Science*, 48 (5), 470-474.
- Sedlák, P., Melounová, M., Skupinová, S., Vejl, P., Domkářová, J. (2004): Study of European and Czech populations of potato cyst nematodes (*Globodera rostochiensis* and *G. pallida*) by RAPD method. *Plant Soil and Environment*. 50:70-74. Doi:10.17221/3683-PSE.
- Stoyanov, D. (1980): Parasitic nematodes of crop plants and their control. Agricultural Academic Press, Plovdiv, 196.
- Šubić, M., Bičak, L. (2001): Zlatnožuta krumpirova nematoda (*Globodera rostochiensis* Woll.) novi štetnik u Hrvatskoj. Hrvatski zavod za poljoprivrednu savjetodavnu službu.
- Trayanov, K., Samaliev H., Kostova M., Bojinov B., Besheva A. (2020): Morphological and molecular identification of potato cyst nematodes *Globodera rostochiensis* and *Globodera pallida* in Bulgaria.
- Turner, S. J., Evans, K. (1998): The origins, global distribution and biology of potato cyst nematodes (*Globodera rostochiensis* (Woll.) and *Globodera pallida* Stone). U Marks, R. J., Brodie, B. B.: *Potato Cyst Nematodes: Biology, Distribution and Control*. CAB International. Wallingford, 7-25.
- Urek, G., Lapajne, S. (2011): The incidence of potato nematode, *Globodera rostochiensis* (Woll., 1923) Behrens, 1975, in Slovenia. *Zbor. Bioteh. Fak. Univ. Ljublj., Kmet.* (1990), No. 77: 49-58.
- Viaene, N. (2016): "Ring testing of diagnostic methods for the identification of potato cyst nematodes and assessing resistance of potato cultivars," in *Poster at the Report of the Joint EEC-EPPO Workshop on Euphresco*, (Moscow: Eurasian Economic Commission (EEC) and the European and Mediterranean Plant Protection Organisation (EPPO)).

CURRENT STATUS OF THE GOLDEN POTATO CYST NEMATODE (*Globodera rostochiensis* Woll., 1923) IN THE HERZEGOVINA REGION – FIFTEEN YEARS AFTER THE FIRST DETECTION

Abstract

The first detection of the golden potato cyst nematode (*Globodera rostochiensis* Wollenweber, 1923) in Bosnia and Herzegovina was recorded in 2009 at the locality Zaside – Tihaljina. In Bosnia and Herzegovina, a special monitoring programme has been implemented for many years with the aim of determining the presence or absence of quarantine harmful organisms on potatoes at points of import and potato production sites, as well as in distribution centres and storage facilities. Within a two-year study, the presence and abundance of cysts of the golden potato cyst nematode, *G. rostochiensis* were assessed in soil samples collected in the areas of the Herzegovina-Neretva and West Herzegovina Cantons. During 2022 and 2023, a total of 200 soil samples were collected from 100 fields across numerous localities. Soil samples were taken using a probe, with 50 individual sampling points per field at a depth of up to 5 cm. In addition to soil samples from production fields, sampling was also carried out in a processing centre, where soil residues were collected from a seed potato processing machine. During the vegetation period (flowering stage), visual field inspections were performed, and samples of “suspect” plants were collected for root examination. Washing of the collected soil samples, as well as samples from the processing centre, was performed in the Plant Protection Laboratory of the Faculty of Agriculture and Food Technology, University of Mostar, using a Spears flotation apparatus. Likewise, in the same laboratory, the roots of “suspect” plants from the field were washed and examined under a stereo microscope. Analysis of the collected soil samples, together with the visual inspection of potato roots, confirmed no presence of *G. rostochiensis* cysts in the investigated area.

Keywords: *potato, Globodera rostochiensis, soil sampling, Herzegovina*