Prisutnost krumpirovih cistolikih nematoda na krumpirištima lokaliteta Belica

Lanusović, Ena

Master's thesis / Diplomski rad

2022

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **University of Zagreb, Faculty of Agriculture / Sveučilište u Zagrebu, Agronomski fakultet**

Permanent link / Trajna poveznica: https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:204:385486

Rights / Prava: In copyright / Zaštićeno autorskim pravom.

Download date / Datum preuzimanja: **2024-03-29**

Repository / Repozitorij:

Repository Faculty of Agriculture University of Zagreb

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU

AGRONOMSKI FAKULTET

PRISUTNOST KRUMPIROVIH CISTOLIKIH NEMATODA NA KRUMPIRIŠTIMA LOKALITETA BELICA

DIPLOMSKI RAD

Ena Lanusović

Zagreb, srpanj, 2022.

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU

AGRONOMSKI FAKULTET

Diplomski studij:

Fitomedicina

PRISUTNOST KRUMPIROVIH CISTOLIKIH NEMATODA NA KRUMPIRIŠTIMA LOKALITETA BELICA

DIPLOMSKI RAD

Ena Lanusović

Mentor: prof. dr. sc. Dinka Grubišić

Zagreb, srpanj, 2022.

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU

AGRONOMSKI FAKULTET

IZJAVA STUDENTA

O AKADEMSKOJ ČESTITOSTI

Ja, **Ena Lanusović**, JMBAG 0178109427, izjavljujem da sam samostalno izradila/izradio diplomski rad pod naslovom:

PRISUTNOST KRUMPIROVIH CISTOLIKIH NEMATODA NA KRUMPIRIŠTIMA LOKALITETA BELICA

Svojim potpisom jamčim:

- da sam jedina autorica/jedini autor ovoga diplomskog rada;
- da su svi korišteni izvori literature, kako objavljeni tako i neobjavljeni, adekvatno citirani ili parafrazirani, te popisani u literaturi na kraju rada;
- da ovaj diplomski rad ne sadrži dijelove radova predanih na Agronomskom fakultetu ili drugim ustanovama visokog obrazovanja radi završetka sveučilišnog ili stručnog studija;
- da je elektronička verzija ovoga diplomskog rada identična tiskanoj koju je odobrio mentor;
- da sam upoznata/upoznat s odredbama Etičkog kodeksa Sveučilišta u Zagrebu (Čl. 19).

U Zagrebu, dana _____ _____

Potpis studenta / studentice

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU

AGRONOMSKI FAKULTET

IZVJEŠĆE

O OCJENI I OBRANI DIPLOMSKOG RADA

Diplomski rad studenta/ice **Ena Lanusović**, JMBAG 0178109427, naslova

PRISUTNOST KRUMPIROVIH CISTOLIKIH NEMATODA NA KRUMPIRIŠTIMA LOKALITETA BELICA

mentor je ocijenio ocjenom _____.

Diplomski rad obranjen je dana _____ pred povjerenstvom koje je prezentaciju ocijenilo ocjenom _____, te je student/ica postigao/la ukupnu ocjenu[1] _____.

Povjerenstvo:			potpisi:
1.	prof. dr. sc. Dinka Grubišić	mentor	_____
2.	izv. prof. dr. sc. Ivan Juran	član	_____
3.	prof. dr. sc. Milan Pospišil	član	_____

[1] Ocjenu diplomskog rada čine ocjena rada koju daje mentor (2/3 ocjene) i prosječna ocjena prezentacije koju daju članovi povjerenstva (1/3 ocjene).

Zahvala

Posebnu zahvalnost dugujem svojoj obitelji, ponajviše braći i roditeljima, koji su uvijek tu kao podrška u svim mojim životnim trenucima, tijekom cijelog školovanja pa tako i prilikom pisanja ovog diplomskog rada.

Također, zahvaljujem svim svojim prijateljima bez kojih ovih pet godina studiranja ne bi bile jednako zabavne i uspješne.

Naposlijetku, zahvaljujem svojoj mentorici Dinki Grubišić, koja je svojim trudom, pristupačnošću i korisnim savjetima značajno pomogla u izradi ovog diplomskog rada.

SADRŽAJ

1. UVOD 1
1.1. Cilj rada 1
2. PREGLED LITERATURNIH PODATAKA 2
2.1. Krumpir (*Solanum tuberosum* L.) 2
2.1.1. Proizvodnja krumpira u svijetu i u Republici Hrvatskoj 5
2.1.2. Nutritivna vrijednost krumpira 6
2.2. Zlatnožuta krumpirova cistolika nematoda *Globodera rostochiensis* (Wollenweber, 1923) i blijedožuta krumpirova cistolika nematoda *Globodera pallida* (Stone, 1973) 7
2.2.1. Sistematska pripadnost 7
2.2.2. Morfologija 7
2.2.3. Biologija i ekologija 8
2.2.4. Patotipovi 9
2.2.5. Štetnost i simptomi napada 9
2.2.6. Suzbijanje krumpirovih cistolikih nematoda 11
3. MATERIJALI I METODE 13
3.1. Izdvajanje krumpirovih cistolikih nematoda iz uzoraka tla 13
3.2. Identifikacija krumpirovih cistolikih nematoda 14
3.3. Utvrđivanje vitalnosti izdvojenih cista 16
4. REZULTATI I RASPRAVA 18
5. ZAKLJUČAK 20
6. LITERATURA 21
ŽIVOTOPIS 24

Sažetak

Diplomskog rada studentice **Ena Lanusović** naslova

PRISUTNOST KRUMPIROVIH CISTOLIKIH NEMATODA NA KRUMPIRIŠTIMA LOKALITETA BELICA

Krumpirove cistolike nematode *Globodera rostochiensis* i *Globodera pallida* važni su gospodarski i karantenski štetnici krumpira. Vrsta *G. rostochiensis* u Republici Hrvatskoj prvi je puta utvrđena 2001. godine u Međimurskoj županiji, a vrsta *G. pallida* 2002. godine u Međimurskoj i Varaždinskoj županiji. Cilj rada je bio utvrditi prisutnost krumpirovih cistolikih nematoda na proizvodnim površinama na kojima se merkantilni krumpir uzgajao kroz godine, utvrditi visinu populacije te temeljem nje preporučiti prikladne mjere zaštite. Iz osušenih uzoraka tla, metodom flotacije Spearsovim flotacionim uređajem, te temeljem morfoloških obilježja, izdvojene su ciste vrste *G. rostochiensis*. Na temelju brojnosti cista u 100 ml tla, određen je intenzitet zaraze. Prisutnost vrste *G. rostochiensis* utvrđena je u svih 30 analiziranih uzoraka tla. Broj cista je neujednačen, a prosječno iznosi 124 ciste/100 ml tla. Utvrđena je vitalnost cista, a broj jaja i ličinki/g tla varira od 1,00 do 50,30. Prema tim podacima dokazano je prekoračenje ekonomskog praga štetnosti od 20 jaja i ličinki/g tla. 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 i uzorkovanja proizvodnih površina.

Ključne riječi: *Globodera rostochiensis, Globodera pallida*, krumpir, intenzitet zaraze, vitalnost cista, integrirana zaštita krumpira, monitoring

SUMMARY

Of bachelor dissertation student Ene Lanusović entitled

THE PRESENCE OF POTATO CYSTS NEMATODES IN POTATO CROPS ON THE LOCALITY BELICE

The potato cyst nematode *Globodera rostochiensis* and *Globodera pallida* are major economic and quarantine pest species of potato. First discovery of *G. rostochiensis* in Republic of Croatia was in the 2001 year in Međimurje county, and *G. pallida* in the 2002 year in Međimurje and Varaždinska county. The aim of this study was to determine the presence of the potato cyst nematodes on potato field where mercantile potato was cultivated for years, to determine population size and appropriate control measures. The dried soil samples were subjected to the process of separating cyst *G. rostochiensis* by flotation method in Spear flotation device and by morphological features. Intensity of infection was determined based on abundance cysts in 100 ml soil. The presence of *G. rostochiensis* was found in thirty analyzed soil samples. Number od cysts is univen, and average amount is 124/100 ml soil. It was determined vitality of cysts and number od eggs and larvea/g soil varies from 1.00 to 50.30. According to these data it was proven excess economic tresholds of 20 eggs and larvea/g soil. In order to stop population growth it is necessary to implement integrated potato protection, which includes the application of crop rotation, planting of resistant varieties of potatoes, if it is necessary the use of nematocides and regular monitoring and sampling of production areas.

Key words: *Globodera rostochinesis, Globodera pallida,* potato, intensity of infection, vitality od cysts, integrated potato protection, monitoring

1. UVOD

Krumpir je jedna od najintenzivniji ratarskih kultura (Buturac, 2013.). Krumpir potječe iz peruanskih Anda, a u Europu je introduciran u 16. stoljeću (1580. godine). Engleska ga je upoznala nakon Španjolske oko 1585. godine. U Italiji krumpir se javlja također oko 1585. godine, a u Belgiji i Njemačkoj 1577. godine. U Republici Hrvatskoj javio se 1779 i 1780. godine. Kroz vrijeme u Europi se smanjio uzgoj krumpira, a Nizozemska je jedina zemlja koja je povećala proizvodnju. Ovisno o navikama i udjelu u prehrani, krumpir pridonosi u osiguranju tijela proteinima i vitaminima (Ostojić, 2011.). Kroz povijest bio je važan izvor hrane u cijeloj Europi, a osobito u Irskoj gdje je uz mlijeko predstavljao gotovo „jedinu" hranu. Odličan je izvor složenih ugljikohidrata, vitamina C i B, također sadrži potrebne minerale kao što su kalij, magnezij i željezo (Parađiković, 2009.). Osim krumpirove zlatice, ekonomski važni štetnici krumpira su i krumpirove cistolike nematode. Krumpirove cistolike nematode *Globodera rostochiensis* (Wollenweber 1923) i *Globodera pallida* (Stone, 1973) prema OEPP/EPPO (1978) i OEPP/EPPO (1981) cit. Grubišić i sur. (2013.) se nalaze na A2 listi karantenskih štetnika. U Republici Hrvatskoj u Pravilniku o mjerama za sprječavanje unošenja i širenja organizama štetnih za bilje, biljne proizvode i druge nadzirane predmete i mjerama suzbijanja tih organizama *Globodera rostochiensis* i *Globodera pallida* nalaze se u Prilogu 1., Popisu I., dijelu A, odjeljku II., pododjeljku (a). Također vrsta *G. pallida* se nalazi i u dijelu B, odjeljka II., te pododjeljka (a) (Pravilnik o izmjenama i dopunama pravilnika o mjerama za sprječavanje unošenja i širenja organizma štetnih za bilje, biljne proizvode i druge nadzirane predmete i mjerama suzbijanja tih organizama, NN 79/19.). Domaćini obje vrste su biljke iz porodice Solanaceae. Vrsta *G. rostochiensis* ima 5 patotipova (Ro1 – Ro5), a vrsta *G. pallida* 3 patotipa (Pa1 – Pa3). Problem zaraze je veći na lokalitetima gdje se razvio ili unio veći broj patotipova. Prvi nalaz vrste *G. rostochiensis* u Republici Hrvatskoj zabilježen je 2001. godine u Međimurskoj županiji na području Belice. Kontinuiranim monitoringom i analizom uzoraka tla, prisutnost krumpirovih cistolikih nematoda do danas je utvrđena na pojedinim lokalitetima u Međimurskoj, Varaždinskoj, Zagrebačkoj i Primorsko-goranskoj županiji. Na zaraženim parcelama zabilježeni su znatni gubitci prinosa krumpira. Visina štete povezana je s brojem jaja nematoda u tlu. Pri zarazi od oko 20 jaja/g tla gubitak prinosa krumpira je oko 2 t/ha. Kako bi se spriječio porast visine populacije štetnika i šteta na zaraženim parcelama, provodi se integrirana zaštita krumpira od cistolikih nematoda (Grubišić i sur., 2013.).

1.1. Cilj rada

Utvrditi prisutnost krumpirovih cistolikih nematoda na proizvodnim površinama na kojima se merkantilni krumpir uzgajao kroz godine, utvrditi visinu populacije te temeljem nje preporučiti prikladne mjere zaštite.

2. PREGLED LITERATURNIH PODATAKA

2.1. Krumpir (*Solanum tuberosum* L.)

Krumpir je jednogodišnja zeljasta biljka, a pripada porodici Solanaceae. Sastoji se od podzemnog i nadzemnog dijela. Podzemni dio čine stolon koji može prerasti u izboj, korijen i gomolj, dok se nadzemni dio sastoji od stabljike s neparno perastim listovima, cvjetova i plodova bobica sa sjemenkama (slika 2.1.1.) (Buturac, 2002.).



Slika 2.1.1. Biljka krumpira (*Solanum tuberosum* L.)

Izvor: Hrvatska enciklopedija, 2021.

https://www.enciklopedija.hr/natuknica.aspx?ID=34259 - pristup 25.03.2022.

Nadzemna stabljika krumpira može biti do jedan metar visoka te je obrasla dlačicama, a naziva se cima. S obzirom da sadrži klorofil, zelene je boje. Razvija se iz klice gomolja ili iz pravog sjemena. Stabljika je u nadzemnom dijelu šuplja, a presjek joj je višekutnog izgleda. Ovisno o kultivaru i fiziološkoj dobi gomolja, razlikujemo glavne i sekundarne stabljike. Glavna stabljika se razvija iz matičnog gomolja, dok se sekundarne stabljike razvijaju iz stabljika koje se nalaze ispod ili iznad zemlje. Broj stabljika se uzima kao pokazatelj gustoće sklopa usjeva krumpira (Buturac, 2002.).

Listovi su složeni i perasti, na stabljici se formiraju naizmjenično (slika 2.1.2.). Sastoje se od lisne peteljke, vršne liske i bočnih liski. Na licu listovi su goli, a na naličju dlakavi. Najrazvijeniji listovi dosežu do 2/3 visine stabljike. Proces fotosinteze odvija se u listovima, nastaju ugljikohidrati koji se skladište u gomoljima. Listovi stariji od 50 dana imaju znatno smanjenu fotosintetsku aktivnost, fotosintetski najefikasniji listovi su listovi koji su dosegli svoju maksimalnu veličinu (Buturac, 2002.).



Slika 2.1.2. Listovi krumpira

Snimila: Ena Lanusović, 2022.

Cvjetovi su peteročlani skupljeni u paštitaste cvatove bijelih, svijetloplavih, ljubičastih ili ružičastih boja. Sastoje se od pet lapova, pet latica, pet prašnika i tučka (slika 2.1.3.). Boja, oblik i veličina cvijeta značajni su za praktično određivanje sorata krumpira. Cvjetovi ne sudjeluju u formiranju gomolja, ali formiraju bobe s pravim sjemenom koje se koriste u oplemenjivanju (Buturac, 2002.).



Slika 2.1.3. Cvjetovi krumpira

Snimila: Ena Lanusović, 2022.

Gomolji se formiraju na vrhu stolona, morfološki predstavljaju modificirane stolone. S obzirom da gomolji služe za prezimljavanje i reprodukciju, glavni su rezervni organi krumpira. Veličina im ovisi o sorti i uvjetima rasta. Pokožica gomolja različitih je boja od žute do ljubičaste, a meso je najčešće bijele do žute boje (slika 2.1.4.). Na gomolju razlikujemo pupčani dio i krunu. Pupčanim dijelom gomolj je bio vezan za stolon. Kruna sadrži okca koja mogu izrasti u stabljiku, bočne stabljike i stolone (Parađiković, 2009.).



Slika 2.1.4. Gomolji krumpira

Snimila: Ena Lanusović, 2022.

Krumpir najbolje uspijeva na duboko rahlim i strukturnim tlima. Zahtijeva uzgoj u širem plodoredu jer u uskom plodoredu dolazi do smanjenja prinosa gomolja i do jačeg napada bolesti i štetnika (osobito nematoda) (Pospišil, 2010.). Najbolji predusjev za krumpir su zrnate mahunarke (soja, stočni grašak, bob) te višegodišnje leguminoze i djetelinsko – travne smjese. Kod nas su najčešći predusjevi krumpiru strne žitarice. Gnojidba krumpira ovisi o plodnosti tla, karakteristikama sorte, vremenskim prilikama i formi gnojiva. Krumpir je kultura koja izuzetno dobro reagira na gnojidbu organskim gnojivima. Od organskih gnojiva najčešće se koristi stajski gnoj koji se primjenjuje pri jesensko – zimskom oranju u količini od 25 – 35 t/ ha. Stajski gnoj sadrži sve mikro i makroelemente. Gnojidba mineralnim gnojivima temelji se na ishrani biljke s tri osnovna makroelementa (NPK). Najbolji odnos NPK hraniva za krumpir je 1:0,9:1,6. Za sadnju je potrebno koristiti sjemenski krumpir. Veličina gomolja određuje razmak sadnje između redova i unutar reda kao i dubinu sadnje. Gomolji manje frakcije sade se unutar reda na razmak oko 25 cm. Sadnja na razmak 30 do 35 cm preporuča se kod gomolja srednje frakcije, odnosno gomolja 35 – 45 mm. Dok se gomolji krupnije frakcije sade se na razmak 45 do 55 cm. Gomolji se vade iz tla kada se lagano odvajaju od stolona i kada im je pokožica dovoljno čvrsta kako se ne bi ogulila prilikom vađenja. Danas se krumpir vadi kombajnima za vađenje krumpira i vadilicama za krumpir (slika 2.1.5.) (Parađiković, 2009.).



Slika 2.1.5. Kombajn za vađenje krumpira

Izvor: Gospodarski list, 2021.

https://gospodarski.hr/rubrike/mehanizacija/novi-kombajni-za-vadenje-krumpira/ - pristup 25.03.2022.

2.1.1. Proizvodnja krumpira u svijetu i u Republici Hrvatskoj

Krumpir se uzgaja u više od 125 zemalja svijeta. U 2020. godini proizvodnja krumpira u svijetu iznosila je preko 359 milijuna metričkih tona (FAOSTAT, 2022.) . U svijetu potrošnja svježeg stolnog krumpira opada, a raste potrošnja poluprerađevina i prerađevina. Od ukupne svjetske proizvodnje za ljudsku prehranu troši se 52 % , za ishranu stoke 21 %, za sjeme 10 % i za preradu 12 % (Buturac, 2013.). U svijetu se krumpir proizvodi na oko 16,5 milijuna hektara.

Prosječni prinos je oko 22 t/ha (FAOSTAT, 2022.). Najveći proizvođači krumpira u svijetu su Kina, Rusija, Indija, Sjedinjene Američke Države, a u Europi Njemačka, Nizozemska, Belgija, Ujedinjeno Kraljevstvo, Francuska i Ukrajina (Jelić i Varga, 2015.). U Republici Hrvatskoj razlikuju se tri proizvodna područja: obalno-otočno područje s vrlo ranim, ranim i srednje kasnim kultivarima, kontinentalno područje s ranim i većinom srednje kasnim kultivarima, brdsko-planinsko područje Gorskog Kotara, Like i Žumberka s proizvodnjom jestivog i sjemenskog krumpira (Buturac, 2002.). Ukupna proizvodnja kasnog i sjemenskog krumpira u Republici Hrvatskoj u 2021. godini iznosila je 101 000 t na 7000 ha, dok je 2020. godine iznosila 140 000 t (Državni zavod za statistiku Republike Hrvatske, 2022.).

2.1.2. Nutritivna vrijednost krumpira

U razvijenom svijetu samo 56 % ljudi obraća pažnju na zdravu prehranu. Iako se za krumpir smatra da je namirnica koja deblja, u usporedbi s ostalim namirnicama bogatim ugljikohidratima krumpir ima relativno malo kalorija. Osim ugljikohidrata krumpir sadrži, minerale, vitamine, antioksidanse (tablica 2.1.2.1.). Jedan gomolj prosječne mase od 150 g može zadovoljiti 25 do 40 % dnevne potrebe za aminokiselinama: lizinom, leucinom, izoleucinom i triptofanom. U dnevnoj prehrani koja sadrži 300 g krumpira unosi se 70 % od dnevne potrebe za vitaminom C, oko 36% vitamina B6, 20 % vitamina B1, 16 % pantotenske kiseline, 8 % vitamina B2. Od potrebnih minerala za ljudski organizam dnevnom potrošnjom 200 g krumpira unosimo 30 % od dnevne potrebe za kalijem, 15-20 % magnezijem, 17 % fosforom, 15 % bakrom i 14 % željezom. Za pravilnu probavu i rad crijeva važna su sirova vlakna kojih u gomolju ima samo oko 2,5 % (Buturac, 2013.).

Tablica 2.1.2.1. Nutritivna vrijednost kuhanog krumpira

PARAMETRI	200 g KUHANOG KRUMPIRA
Kcal	116 kcal
Masnoće	0,5 g
Vitamin C	26 mg
Vitamin B1	0,2 mg
Vitamin B6	0,6 mg
Folna kiselina	32 µg
Željezo (Fe)	2,8 mg
Kalij (K)	753 mg

Izvor: Buturac, 2013.

2.2. Zlatnožuta krumpirova cistolika nematoda *Globodera rostochiensis* (Wollenweber, 1923) i blijedožuta krumpirova cistolika nematoda *Globodera pallida* (Stone, 1973)

2.2.1. Sistematska pripadnost

Koljeno: Nemathelmintes - oblenjaci

Razred: Secernentea

Podrazred: Tylenchia

Red: Tylenchida

Podred: Hoplolaimina

Nadporodica: Hoplolaimoidea

Porodica: Heteroderidae

Potporodica: Heteroderinae

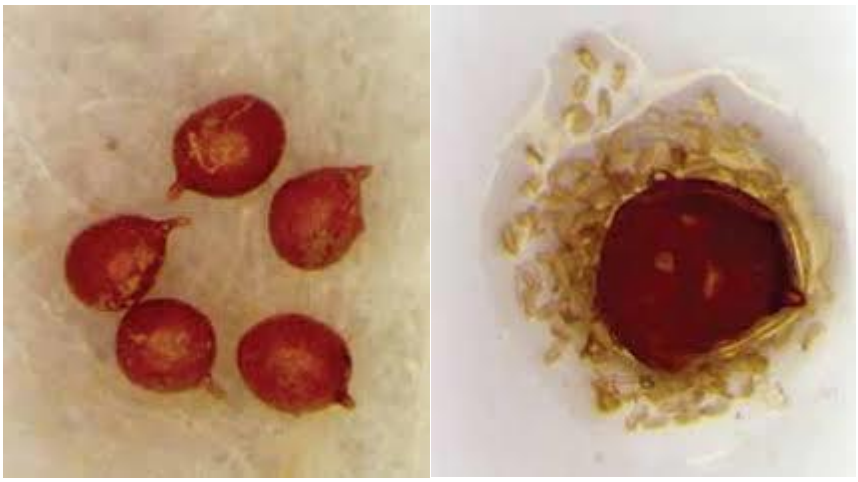
Rod: *Globodera*

Vrsta: ***Globodera rostochiensis*** (Wollenweber, 1923)

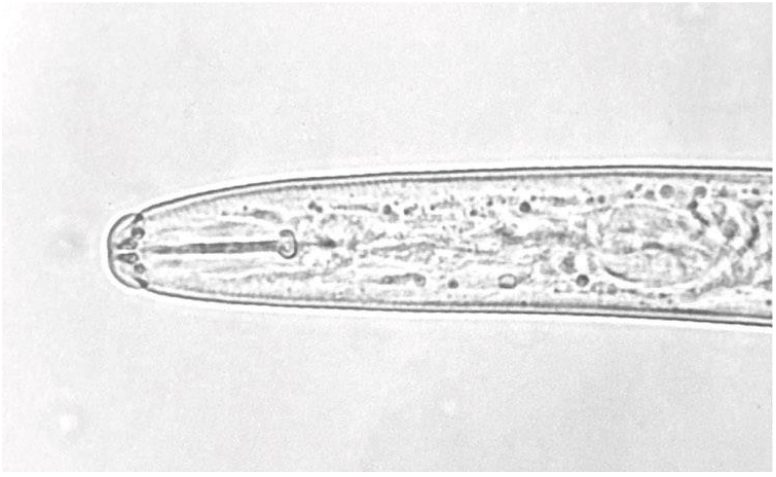
Globodera pallida (Stone, 1973)

2.2.2. Morfologija

Ciste krumpirovih nematoda okruglog su oblika s izraženim usnim i vratnim dijelom tijela. Vulvalni i repni dio tijela blago su zaobljeni, nisu odvojeni od tijela. Mlade ženke u trenutku kada se pojave na vanjskoj strani korijena bijele su boje. Tijekom razvoja, boja cista vrste *G. rostochiensis* mijenja se u zlatnožutu, a nakon ugibanja u tamnosmeđu boju. Vrsta *G. pallida* ima ciste blijedožute boje koje nakon ugibanja također poprime tamnosmeđu boju. Ciste (slika 2.2.2.1.) su promjera oko 450 µm. Infektivne ličinke su crvolikog oblika, dužine oko 470 µm. U usnoj šupljini ličinke nalazi se stilet (slika 2.2.2.2.) pomoću kojega ličinke probijaju stanične stijenke korijena te tako prodiru u njegovu unutrašnjost (Poje i Rehak, 2011.).



Slika 2.2.2.1. Ciste krumpirove cistolike nematode (lijevo); cista s jajima (desno)
Izvor: Poje i Rehak, 2011.



Slika 2.2.2.2. Glava i stilet ličinke krumpirove cistolike nematode

Izvor: Poje i Rehak, 2011.

2.2.3. Biologija i ekologija

Biljke iz porodice Solanaceae domaćini su ovih nematoda. Krumpir je najvažniji domaćin (Grubišić i sur., 2013.). Krumpirove cistolike nematode su visoko specijalizirani paraziti koji fiziološki oslabljuju biljku domaćina. Crvolike ličinke se slobodno kreću u tlu i ubušuju u korijen biljke. Pred kraj razvoja, tijelo mladih ženki pretvara se u cistu zbog razvoja jaja unutar tijela. Nakon ugibanja, tijelo postane čvrsta i tamna ovojnica čija funkcija je zaštita jaja od nepovoljnih okolišnih uvjeta. U jednoj cisti može biti od 200 do 600 jaja. U jajima se nalaze ličinke koje su većinom u dormantnom stadiju. Životni ciklus u Republici Hrvatskoj im je jednogodišnji, a može trajati od 59 do 66 dana. U potpunosti se odvija u i na korijenu biljke domaćina. Izlazak ličinki iz jaja započinje kada je temperatura tla iznad 10 °C. Prve infektivne

ličinke u korijenu krumpira mogu se naći već 20-tak dana nakon sadnje. Tijekom svibnja započinje razvoj odraslih oblika i cista, a prve brojnije ciste na korijenu pojavljuju se od lipnja. Na korijenu krumpira ciste su vidljive do sušenja cime (Grubišić i sur., 2008.).

2.2.4. Patotipovi

Obje vrste krumpirovih cistolikih nematoda imaju nekoliko patotipova. Međusobna razlika patotipova temelji se na sposobnosti zaraze i razvoja na određenim kultivarima krumpira. Kod vrste *G. rostochiensis* postoji 5 patotipova (Ro1 – Ro5), a kod vrste *G. pallida* 3 (Pa1 – Pa3). U Republici Hrvatskoj prisutan je u najvećoj mjeri patotip Ro1, dok se patotip Ro5 rijetko pronalazi (Oštrec i Grubišić, 2003.). Godine 2001. u Republici Hrvatskoj vrsta *G. rostochiensis* otkrivena je u 55 % uzoraka tla uzetih na proizvodnim površinama merkantilnog krumpira lokaliteta Belice. Godinu poslije, utvrđena je prisutnost *G. rostochiensis* u 4,1 % uzoraka tla, te zajedno s *G. pallida* u 0,08 % uzoraka tla. Patotip Ro1 prisutan je u četiri županije Republike Hrvatske, u Međimurskoj, Varaždinskoj, Primorsko-goranskoj i Zagrebačkoj. Također na lokalitetima Vidovec (Varaždinska županija), Sivice i Ivanovec (Međimurska županija) uz prisutnost Ro1 utvrđena je prisutnost i patotipova Pa2 i Pa3 (Grubišić i sur., 2007.). Prema Zakonu o biljnom zdravstvu, na snazi ostaje Popis kultivara krumpira, priznatih u Republici Hrvatskoj, za koje je utvđeno da su otporne na krumpirove cistolike nematode (Zakon o biljnom zdravstvu, NN 127/19.). Kultivari krumpira Anika, Laura i Lyra u Republici Hrvatskoj otporne su na napad svih 5 patotipova vrste *G. rostochiensis*, a na patotip Pa2 vrste *G. pallida* otporan je samo kultivar Sante (Popis sorata krumpira, priznatih u Republici Hrvatskoj, za koje je utvrđeno da su otporne na krumpirove cistolike nematode, NN 87/06.).

2.2.5. Štetnost i simptomi napada

Krumpirove cistolike nematode ovisno o visini populacije na pojedinim parcelama, mogu uzrokovati neznatne do potpune štete u smislu smanjivanja prinosa uzgajane kulture. Uzgajanjem krumpira na lakšim tipovima tala i u vrlo uskom plodoredu povećava se štetnost napada krumpirovih cistolikih nematoda, kao i uzgajanjem u monokulturi. Napadnute biljke pokazuju simptome nedostatka hranjiva jer ih korijen ne može apsorbirati u potrebnoj količini iz tla (Poje i Rehak, 2011.). Glavni simptom je pojava plješina u polju, gdje se uočava slabiji porast biljaka (slika 2.2.5.1.). Pojedina mjesta mogu biti potpuno bez vegetacije. Na biljkama se javlja žućenje i uvijanje listova. Kako bi utvrdili zarazu, potrebno je prikupiti uzorke biljnog materijala (korijena i gomolja) i uzorke tla. Prilikom vizualnog pregleda, moguće je uočiti ciste krumpirovih cistolikih nematoda na korijenu (slika 2.2.5.2.). i gomolju. Visina štete ovisi o broju jaja nematoda u tlu. U slučaju zaraze od oko 20 jaja/g tla gubitak prinosa može biti oko 2 t/ha. Ako je zaraza jaka, štetnost može biti i do 80 %. Širenje zaraze i pad prinosa ovise o vitalnosti cista, tipu tla, plodoredu, klimatskim uvjetima i kultivaru krumpira (Grubišić i sur., 2013.). Tijekom nekoliko godina uzgojem krumpira u monokulturi, krumpirove cistolike

nematode mogu smanjiti prinos za 80 – 90 %. U ukupnoj europskoj proizvodnji krumpira godišnji gubitak prinosa je 10 % što iznosi oko 300 milijuna funti godišnje (Ostojić, 2011.).

Prema kriterijima EPPO (1995.) cit. Grubišić (2006.) intenzitet zaraze u uzorcima tla ocjenjuje se ocjenama od 1 do 3:

1 - slaba zaraza 1 cista u 100 ml tla

2 - srednja zaraza 2 do 25 cista u 100 ml tla

3 - jaka zaraza > 25 cista u 100 ml tla



Slika 2.2.5.1. Rijedak sklop biljaka krumpira kao posljedica parazitacije *Globodera* spp. Izvor: Poje i Rehak, 2011.



Slika 2.2.5.2. Ciste vrste *G. rostochiensis* na korijenu krumpira

Izvor: Poje i Rehak, 2011.

2.2.6. Suzbijanje krumpirovih cistolikih nematoda

Veće štete od krumpirovih cistolikih nematoda mogu se spriječiti širim plodoredom, uzgojem otpornih kultivara, mjerom trap cropping, termičkom sterilizacijom tla i primjenom nematocida. Jako je važno provoditi preventivne mjere kako bi se spriječila zaraza visokog intenziteta. Provođenje sustavnog monitoringa tijekom kojeg se pregledava veći broj uzoraka tla na lokalitetima gdje se krumpir intenzivno uzgaja najvažnije. Potrebno je provoditi strogu karantensku kontrolu uvoza krumpira. U slučaju da se utvrdi zaraza krumpirovom cistolikom nematodom, provode se mjere koje spriječavaju širenje i porast populacije na zaraženim parcelama (Ostojić, 2011.).

Plodored

Plodored je sustav uzgoja ratarskih i povrćarskih kultura na oraničnim površinama, u kojem se na poljoprivrednom gospodarstvu tijekom više godina, po određenom redoslijedu, smjenjuju usjevi (Hrvatska enciklopedija, 2021.). Suzbijanje krumpirovih cistolikih nematoda temelji se na uzgoju krumpira u širem plodoredu. Znatno sniženje visine populacije nematoda može se postići izostankom uzgoja krumpira kroz nekoliko godina. Uobičajeno se koristio sedmogodišnji plodored, ali u posljednje vrijeme koristi se skraćeni plodored od tri godine koji se upotpunjuje primjenom nematocida i sjetvom otpornih kultivara. U plodoredu treba strogo izbjegavati kulture iz porodice Solanaceae, s obzirom da su one biljke domaćini krumpirovih cistolikih nematoda. Sjetva stočne i šećerne repe, crvene djeteline, lana, zobi, raži i nekih trava pozitivno utječe na smanjenje zaraze u tlu. Također bitno je suzbijati sve korove koji su domaćini nematoda (Grubišić i sur., 2013.).

Sadnja otpornih kultivara

Poznavanje vrste krumpirove cistolike nematode i prisutnosti patotipa je bitno za odabir otpornih kultivara krumpira za određenu zaraženu površinu. Umnožavanje nematoda na stolonima, gomolju i korijenu uobičajeno je za potpuno osjetljive kultivare. Slabije umnožavanje nematoda omogućuju djelomično osjetljivi kultivari, a umnožavanje nematoda onemogućuju potpuno otporni kultivari. Od hibrida *Solanum tuberosum* ssp andigena x *Solanum tuberosum* uzgojeni su potpuno otporni kultivari krumpira na vrstu *G. rostochiensis* patotipova Ro1 i Ro2. Uzgojem potpuno otpornih kultivara kroz 3 do 4 godine zaraza tla bi se mogla smanjiti za 99 %. Nažalost, uz sve ovo postoji mogućnost zaraze raznim bolestima ili drugim patogenima, te napada karantenskog štetnika *G. pallida* (Turner i Evans, 1998.). Otporni kultivari osiguravaju prinos te sprječavaju povećanje populacije krumpirovih cistolikih nematoda na zaraženim parcelama (Ostojić, 2011.).

Trap cropping

Trap cropping je agrotehnička mjera koja doprinosi ublažavanju šteta na glavnoj kulturi sadnjom biljaka koje su atraktivnije štetniku od glavne kulture, koja je cilj uzgoja. Temeljni procesi na kojima se zasniva trap cropping su privlačenje štetnika na lovnu biljku i zadržavanje štetnika na istoj (Mandušić i sur., 2019.). Metoda, u svrhu suzbijanja krumpirovih cistolikih nematoda, podrazumijeva uništavanje cime krumpira 20-30 dana nakon nicanja, ovisno o temperaturi i području uzgoja. Cilj trap croppinga je snižavanje populacije nematoda u tlu. Desikacijom cime nakon što ličinke otpočnu parazitaciju korijena spriječava se oplodnja ženki, te porast populacije nematoda u tlu. Trap cropping učinak mogu imati osjetljivi i rani kultivari krumpira (Ostojić, 2011.). Datum izvođenja mjere može se odrediti poznavanjem vremena prvog prodora ličinki u korijen, brojnosti ličinki u korijenu i pojave prvih spolnih stadija (Grubišić i sur., 2008.).

Solarizacija tla

Solarizacija tla je fizikalna mjera suzbijanja nematoda i drugih patogena u tlu korištenjem sunčeve svjetlosti. Temelji se na pokrivanju tla PE ili PVC folijama tijekom 1-2 mjeseca ljeti. Folije bi trebale biti što tanje (0,015 – 0,050 mm) i obavezno prozirne. Takve folije osiguravaju jače zagrijavanje tla i bolje provode toplinu. Obrada tla prije postavljanja folije i vlažnost tla znatno utječu na uspjeh solarizacije. Difuzija topline provodi se lakše ako je tlo vlažno i fino obrađeno. Visina temperature i duljina ekspozicije različito utječu na različite vrste nematoda. Najveći dio nematoda ugine trenutno pri temperaturi od 90 °C u trajanju od samo par minuta. Najveće prednosti solarizacije su da je jednostavno primjenjiva, učinkovita u suzbijanju nematoda i ostalih patogena u tlu, te je potpuno bezopasna za okoliš (Oštrec, 2002.). Učinak suzbijanja nematoda solarizacijom kratkoročniji je od učinka suzbijanja biljnih patogena. Kratkoročniji učinak je posljedica brze rekolonizacije tretiranog tla nematodama. Ponovljeni tretmani solarizacijom mogu usporiti rekolonizaciju tla i dugoročno reducirati populaciju nematoda ispod ekonomskog praga štetnosti (Grubišić i sur., 2022.). Suzbijanje krumpirovih cistolikih nematoda solarizacijom tla daje zadovoljavajuće rezultate. Zabilježen je pad populacije vrste *G. rostochiensis* za 100%, 68% i 59% na dubinama tla od 5, 10 i 15 cm (D' Addabbo i sur., 2009.).

Kemijsko suzbijanje

Kemijski pripravci za suzbijanje nematoda nazivaju se nematocidi. Kemijska sterilizacija tla nematocidima provodi se njihovim injiciranjem u tlo, zalijevanjem tla, inkorporacijom u tlo ili fumigacijom. Svi nematocidi fumigantnog učinka su fitotoksični. Pod pritiskom u plinovitoj fazi brzo prodiru kroz pore tla. Ubijanje nematoda fumigacijom je postepeno. Osim fumigantnih nematocida postoje i oni nefumigantni. Nefumigantni nematocidi nemaju fitotoksični učinak. Uglavnom djeluju nematostatički, a rjeđe nematocidno. Primjenjuju se u brazdu, širom po površini ili u trake uz naknadnu inkorporaciju. U Republici Hrvatskoj dozvolu za primjenu ima samo nematocid na osnovi djelatne tvari fostiazat (FIS baza, 2022.).

3. MATERIJALI I METODE

Uzorci tla za analizu dostavljeni su s lokaliteta Belice (46° 24' 27.98"N, 16° 31' 14.66"E) u Međimurskoj županiji s površina na kojima se uzgajao krumpir, te su izraženi simptomi parazitacije krumpirovih cistolikih nematoda kao i smanjenje prinosa krumpira. Ukupno je dostavljeno 30 uzoraka tla s proizvodne površine jednog proizvođača merkantilnog krumpira.

3.1. Izdvajanje krumpirovih cistolikih nematoda iz uzoraka tla

Svaki uzorak tla, po dopremanju u nematološki laboratorij Zavoda za poljoprivrednu zoologiju Sveučilišta u Zagrebu Agronomskog fakulteta, stavljen je na sušenje na zraku u laboratorijskim uvjetima. Uzorci tla su izmiješani, a za postupak izdvajanja uzeto je 100 ml tla po uzorku (slika 3.1.1.(a)). Postupak izdvajanja cista iz uzoraka tla proveden je Spearsovim flotacionim uređajem (slika 3.1.1.(b)) čiji rad se temelji na principu flotacije (Grubišić, 2006). Sastoji se od cilindrične posude zapremnine oko 10 l na čijem dnu se nalazi crijevo kroz koje se dovodi uzlazna struja vode. U prstenastim nosačima s vanjske strane posude, nalaze se sita. Gornje sito je dimenzija otvora 1,5 – 2 mm, te služi za odvajanje krupnih čestica i taloga. Donje sito je fino, dimenzije otvora je 100 – 175 μm, te služi za odvajanje cista. Ciste se izdvajaju tako da se uzorak tla stavlja u cilindričnu posudu. Uzlazna struja vode (oko 4 l/min) podiže sitnije čestice tla, druge nečistoće i ciste. Kroz gornje krupnije sito prolaze ciste i sitnije čestice tla, dolaze na donje sito i ondje se zadržavaju. Ispiranje cista iz uzorka traje oko 5 minuta, nakon toga slabijim mlazom vode se talog s gornjeg sita ispire na donje sito, a zatim s donjeg sita u posudu čije su unutarnje stijenke obložene plastičnom trakom. U posudu se stavi par kapi detergenta kako bi se smanjila površinska napetost vode, te kako bi se ciste i ostale sitne nečistoće zalijepile za traku na posudi. Traka iz posude se nakon par minuta vadi i stavlja na čvstu podlogu od polistirena (slika 3.1.1.(c)). Dok je traka još vlažna, sadržaj se pregledava ispod binokularne lupe, te se ciste izdvajaju specijalnim kopljem i broje (slika 3.1.1.(d)). Izdvojene ciste se spremaju u epruvete kako bi kasnije služile za identifikaciju i utvrđivanje vitalnosti (Grubišić, 2006.).



(a) (b) (c) (d)

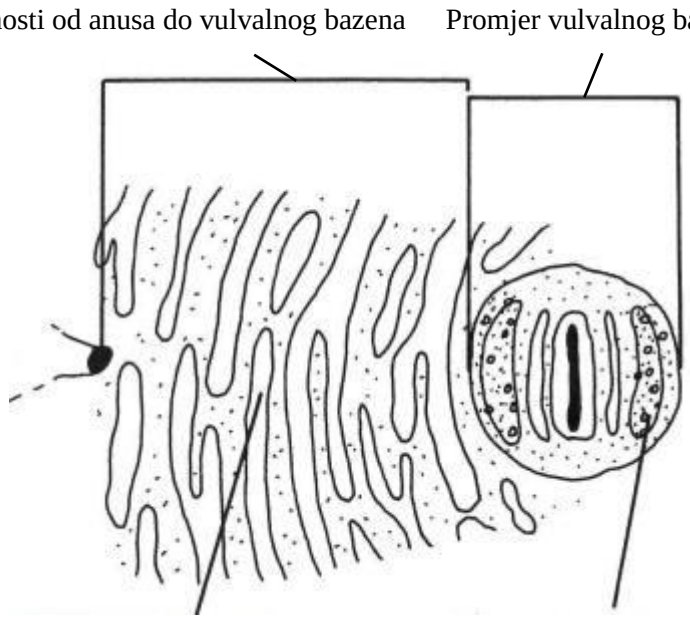
Slika 3.1.1. Izdvajanje krumpirovih cistolikih nematoda iz uzoraka tla

a) Uzorci tla pripremljeni za ispiranje b) Spearsov flotacioni uređaj c) Traka sa sadržajem izdvojenim u postupku flotacije d) Izdvajanje cista pod binokularom

Snimila: Ena Lanusović, 2022.

3.2. Identifikacija krumpirovih cistolikih nematoda

U identifikaciji krumpirovih cistolikih nematoda razlikujemo morfološku identifikaciju, identifikaciju korištenjem različtih biljaka domaćina, imunologije, te elektroforeze i izoelektričnog fokusiranja. Morfološka identifikacija se temelji na morfološkim i morfometrijskim karakteristikama. Najvažnije karakteristike su broj kutikularnih nabora između anusa i vulvalnog bazena, udaljenost anusa od vulvalnog bazena, promjer vulvalnog bazena, odsutnost ili prisutnost papilarnih nabora (slika 3.2.1.), dužina stileta ličinki, te sam oblik cista (Grujić, 2017.). Nakon izdvajanja cista iz uzoraka tla, provedena je identifikacija cistolikih nematoda prema njihovim morfološkim karakteristikama. U morfološkoj identifikaciji nematoda, temeljem oblika cista, izdvojene su ciste okruglastog oblika roda *Globodera* (slika 3.2.2.). Također proveden je i pregled perinealne regije cista. Ciste roda *Heterodera* sadrže izbočenja s prednje strane (ostatak vrata ženke) i stražnje strane (vrh vulvalnog konusa). Vrste roda *Globodera* tvore gotovo okrugle ciste s izbočenjem na prednjoj strani. Kod cista roda *Punctodera* vrat se stapa s tijelom (Grubišić, 2006.). Vrsta *G. rostochiensis* se razlikuje od vrste *G. pallida* po žutoj boji ženki u sazrijevanju, većem broju kutikularnih nabora između anusa i vulvalnog bazena, većoj udaljenosti anusa od vulvalnog bazena i kraćem stiletu (Grujić, 2017.).



Slika 3.2.1. Perinealne regije roda *Globodera*

Izvor: OEPP/EPPO, 2017.

https://onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.1111/epp.12391 - pristup 30.04.2022.



Slika 3.2.2. Oblici cista rodova *Globodera*, *Heterodera* i *Punctodera*

Izvor: OEPP/EPPO, 2017.

https://onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.1111/epp.12391 - pristup 30.04.2022.

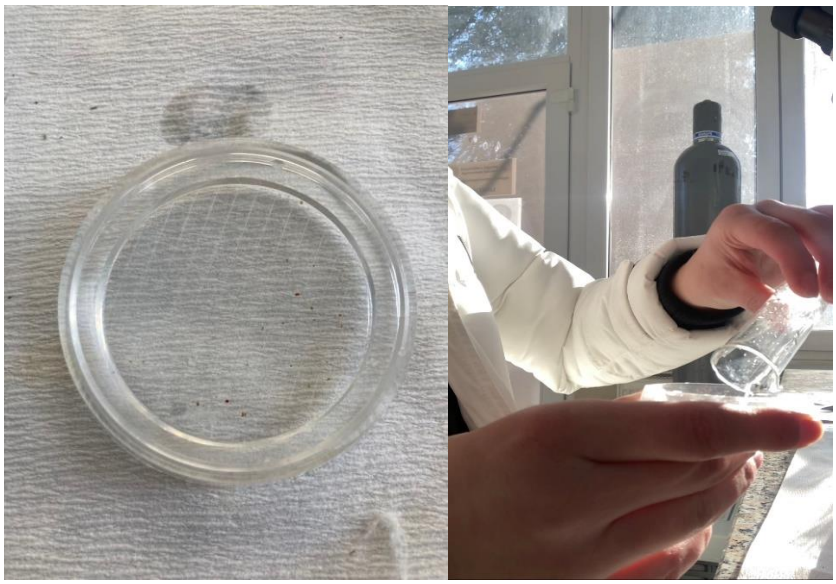
3.3. Utvrđivanje vitalnosti izdvojenih cista

Sadržaj jaja i ličinki unutar cista može varirati, te ovisi o stanju cista i njihovoj starosti. Za utvđivanje vitalnosti izdvojenih cista krumpirovih cistolikih nematoda potrebno je pregledati njihov sadržaj. Postoji više načina za utvrđivanje vitalnosti cista. U slučaju malog broja cista (< 10), provodi se pojedinačno rezanje cista s posebnim skalpelom ili iglom. Ova metoda je znatno sporija i kompliciranija. Brža i jednostavnija metoda pregleda je drobljenje cista (< 50) u kapljici vode pomoću Huijsmansovog homogenizatora (Grubišić, 2006.). Za potrebe ovoga istraživanja brojana su jaja i ličinke krumpirovih cistolikih nematoda. U kapljicu vode unutar Huijsmanovog homogenizatora dodaje se 10 cista, te se laganim rotacijskim pokretima zaobljenog štapića po unutarnjoj stijenci homogenizatora ciste drobe, čime se oslobađaju jaja i ličinke (slika 3.3.1). Sadržaj iz homogenizatora se ispire u mjernu posudu (slika 3.3.2.) i pregledava pomoću binokulara pod povećanjem od 50 x. Tijekom pregledavanja broje se vitalna jaja i oslobođene ličinke.



Slika 3.3.1. Drobljenje cista u Huijsmansovom homogenizatoru

Snimila: Ena Lanusović, 2022.



a) (b)

Slika 3.3.2. Mjerna posuda sa sadržajem (a) i ispiranje sadržaja homogenizatora u mjernu posudu (b)

Snimila: Ena Lanusović, 2022.

4. REZULTATI I RASPRAVA

Rezultati utvrđivanja prisutnosti, brojnosti i vitalnosti krumpirovih cistolikih nematoda u uzorcima tla prikazani su u tablici 4.1. Prema podacima iz tablice 4.1. vidljivo je da je zaraza proširena cijelom proizvodnom površinom, s obzirom da su ciste vrste *G. rostochiensis* prisutne u svih trideset analiziranih uzoraka tla. U uzorcima tla javlja se neujednačen broj cista u rasponu od 46 do 230, a prosječna brojnost iznosi 124 ciste/100 ml tla. Uzgoj krumpira na istoj površini više godina i raznošenje cista po površini kultivacijom uzrok su neujednačenog broja cista. S obzirom na brojnost cista, prema intenzitetu zaraze (EPPO, 1995. cit. Grubišić, 2006.) zaraza vrstom *G. rostochiensis* je jaka (> 25 cista u 100 ml tla). Također, prema podacima iz tablice 4.1. primjećujemo da su ciste u analiziranim uzorcima bile vitalne, te da broj jaja i ličinki/g tla varira od 1,00 do 51,30. Prosječan broj jaja i ličinki/g tla iznosi 15,48. S obzirom na rezultate, možemo zaključiti da je na uzorkovanoj površini prekoračen ekonomski prag štetnosti od 20 jaja i ličinki/g tla. 2016. godine provedena je analiza 5 uzoraka tla u nematološkom laboratoriju Zavoda za poljoprivrednu zoologiju Sveučilišta u Zagrebu Agronomskog fakulteta. Uzorci tla prikupljeni su 2003. godine na krumpirištu lokaliteta Belica. Prosječan broj cista iznosio je 434 ciste/100 ml tla što znači da je zaraza bila 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.). Također 2019. godine provedena je analiza 8 uzoraka tla prikupljenih na krumpirištu lokaliteta Belica. Zaraza je bila jakog intenziteta s obzirom da je prosječan broj cista bio 169 cista/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.). Prema ovim podacima možemo zaključiti da se prosječan broj cista kroz godine smanjuje, ali je zaraza na krumpirištu lokaliteta Belica još uvijek neujednačena i jakog intenziteta. S obzirom na rezultate vitalnosti cista analiziranih uzoraka prikupljenih 2003. godine pojavio se trend smanjivanja prosječnih jaja i ličinki/g tla, no ekonomski prag štetnosti od 20 jaja i ličinki/g tla je još uvijek prekoračen.

Tablica 4.1. Broj i vitalnost cista, te intenzitet zaraze krumpirovim cistolikim nematodama u uzorcima tla s pokusne parcele na lokalitetu Belica u 2022. godini.

Uzorak	Broj cista/ 100 ml tla	Broj jaja i ličinki/ 10 cista	Broj jaja i ličinki/ g tla	Intenzitet zaraze*
1	216	7	1,51	3
2	178	102	18,16	3
3	230	39	8,97	3
4	146	57	8,32	3
5	139	165	22,93	3
6	105	11	1,15	3
7	97	77	7,47	3
8	123	17	2,10	3

Nastavak tablice 4.1. Broj i vitalnost cista, te intenzitet zaraze krumpirovim cistolikim nematodama u uzorcima tla s pokusne parcele na lokalitetu Belica u 2022. godini.

Uzorak	Broj cista/ 100 ml tla	Broj jaja i ličinki/ 10 cista	Broj jaja i ličinki/ g tla	Intenzitet zaraze*
9	117	9	1,10	3
10	131	153	23,40	3
11	152	245	37,24	3
12	124	220	27,28	3
13	141	346	48,78	3
14	145	195	28,27	3
15	180	285	51,30	3
16	127	99	12,57	3
17	123	97	11,93	3
18	88	10	1,00	3
19	142	169	23,99	3
20	105	49	5,14	3
21	76	112	8,51	3
22	74	79	5,80	3
23	90	40	3,60	3
24	112	47	5,26	3
25	46	21	1,00	3
26	80	17	1,36	3
27	95	155	14,72	3
28	115	71	8,16	3
29	108	348	37,58	3
30	110	327	35,97	3

*Intenzitet zaraze: 1 – slaba zaraza (1 cista u 100 ml tla), 2 – srednja zaraza (2 do 25 cista u 100 ml tla), 3 – jaka zaraza (> 25 cista u 100 ml tla) (EPPO, 1995. cit. Grubišić, 2006.).

5. ZAKLJUČAK

Iz provedenog istraživanja može se zaključiti sljedeće:

1. U svih 30 analiziranih uzoraka tla s lokaliteta Belice u 2022. godini utvrđena je prisutnost karantenske vrste *Globodera rostochiensis.*
2. Broj cista je neujednačen, te je u rasponu od 46 do 230 (prosječno 124 ciste/100 ml tla). S obzirom na neujednačen broj cista možemo zaključiti da se zaraza širila postupno iz žarišta po cijeloj proizvodnoj površini zbog uzgoja krumpira kroz više godina.
3. Brojnost cista na proizvodnoj površini ukazuje na zarazu jakog intenziteta (>25 cista/100 ml tla) prema kriterijima o intenzitetu zaraze.
4. Broj jaja i ličinki varirao je od 1,00 do 50,30/g tla (prosječno 15,48 jaja i ličinki/g tla). Prema tim podacima zaključujemo da su ciste bile vitalne, te da je na uzorkovanoj površini prekoračen ekonomski prag štetnosti koji iznosi 20 jaja i ličinki/g tla.
5. Provođenje mjera integrirane zaštite: uzgoj krumpira u širem plodoredu, sadnja otpornih kultivara, uništavanje korova iz porodice Solanaceae, solarizacija tla, „trap cropping“ te primjena nematocida je neophodno zbog jake zaraze karantenskim štetnicima na proizvodnoj površini.
6. Uz provođenje mjera integrirane zaštite krumpira, potrebno je sustavno pratiti pojavu kao i visinu populacije krumpirovih cistolikih nematoda na svim površinama istoga vlasnika, kako bi se njihova brojnost održavala ispod ekonomskog praga štetnosti.

6. LITERATURA

1. Buturac, I. (2002). Krumpir (*Solanum tuberosum* L.). U: Lešić, R., Borošić J., Buturac I., Ćustić, M., Poljak, M., Romić, D.: Povrćarstvo, Zrinski Čakovec, str: 332-369.

2. Buturac, I. (2013). Gospodarska važnost, hranidbena vrijednost, proizvodnja i potrošnja krumpira u svijetu i u nas. Glasilo biljne zaštite, 13(4): 265-271.

3. D' Addabbo, T., Miccolis, V., Basile, M., Candido, V. (2009). Soil Solarization and Sustaniable Agriculture, str 217-274. <https://www.researchgate.net/publication/226312384_Soil_Solarization_and_Sustainable_Agriculture> pristupljeno 02. lipnja 2022.

4. Državni zavod za statistiku Republike Hrvatske (2022). <https://dzs.gov.hr/> pristupljeno 25. ožujka 2022.

5. FAOSTAT (2022). < https://www.fao.org/faostat/en/#data/QCL> pristupljeno 16. lipnja 2022.

6. FIS Baza (2022). Ministarstvo poljoprivrede. Popis registriranih sredstava za zaštitu bilja na dan 27.4.2022. <https://fis.mps.hr/TrazilicaSZB/Default.aspx?sid=%20451%20&lan=%20hr-Hr> pristupljeno 27. travnja 2022.

7. Grubišić, D., Oštrec, Lj., Gotlin Čuljak, T., Ivezić, M., Novak, B. (2008). Biologija i ekologija karantenske vrste *Globodera rostochiensis* (Wollenweber, 1923) Behrens, 1975 (Nematoda: Heteroderidae) u Međimurskoj županiji. Entomologia Croatica, 1: 19-36. < https://hrcak.srce.hr/35326 > pristupljeno 23. ožujka 2022.

8. Grubišić, D., Gotlin Čuljak, T., Belavić, T. (2013). Krumpirove cistolike nematode *Globodera rostochiensis* i *Globodera pallida* važni štetnici krumpira. Glasilo biljne zaštite, 13 (4): 297-301.

9. Grubišić, D., Oštrec, Lj., Gotlin Čuljak, T, Sylvia Blumel (2007). The occurrence and distribution of potato cysts nematodes in Croatia. *J Pest Sci*, 80: 21-27, <https://link.springer.com/article/10.1007/s10340-006-0145-6> pristupljeno 30. ožujka 2022.

10. Grubišić, D. (2006). *Globodera rostochiensis* (Wollenweber, 1923) Behrens, 1975 Nematoda: Heteroderidae) novi član nematofaune u Republici Hrvatskoj. Doktorska disertacija, Agronomski fakultet Sveučilišta u Zagrebu.

11. Grubišić, D., Misirača, N., Brmež, N., Juran, I. (2022). Primjena solarizacije u suzbijanju štetnih organizama u tlu. Glasnik zaštite bilja 45 (3): 56-61.

12. Grujić, N. (2017). Population dynamics and sustainable control modalities of *Globodera rostochiensis* (Woll.) and *G. pallida* (Stone) (Nematoda: Heteroderinae) in the condition of western Serbia. Doctoral Dissertation, University of Belgrade, Faculty of Agriculture.

13. Herak, I (2019). Utvrđivanje visine populacije i prikladnih mjera suzbijanja vrste *Globodera rostochiensis* (Wollenweber, 1923) Behrens. Diplomski rad, Agronomski fakultet Sveučilišta u Zagrebu.

14. Hrvatska enciklopedija (2021). Plodored <https://www.enciklopedija.hr/natuknica.aspx?ID=48778> pristupljeno 23. svibnja 2022.

15. Jelić, S., Varga, I. (2015). Proizvodnja i prerada krumpira u Hrvatskoj. 8 th International scientific/professional conference Agriculture in nature and enviroment protection: Proceedings & abstracts /Baban, Marijan, Rašić, Sandra (ur.), Glas Slavonije, 77-81.

16. Mandušić, M., Dumičić, G., Žanić, K., Urlić, B., Vitanović, E., Jukić Špika, M., Čagalj, M., Matešković, A. (2019). Trap cropping primjena u zaštiti plodovitog povrća i cvijeća od štitastih moljaca. Institut za jadranske kulture i meliroaciju krša, Split. <http://savjeti.krs.hr/wp-content/uploads/sites/20/2020/05/Trap-cropping-u-zastiti-bilja.pdf> pristupljeno 02. lipnja. 2022

17. Narodne novine (2006). Popis sorata krumpira, priznatih u Republici Hrvatskoj, za koje je utvrđeno da su otporne na krumpirove cistolike nematode (NN 87/06). <https://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2006_07_87_2067.html> pristupljeno 30. travnja 2022.

18. Narodne novine (2019). Zakon o biljnom zdravstvu (NN127/19). <https://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2019_12_127_2552.html> pristupljeno 30. travnja 2022.

19. Narodne novine (2019). Pravilnik o izmjenama i dopunama pravilnika o mjerama za sprječavanje unošenja i širenja organizma štetnih za bilje, biljne proizvode i druge nadzirane predmete i mjerama suzbijanja tih organizama (NN 79/19). <https://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2019_08_78_1633.html> pristupljeno 30. travnja 2022.

20. OEPP/EPPO (2017). PM 7/40 (4) *Globodera rostochiensis* and *Globodera pallida*, Bulletin OEPP/EPPO Bulletin, 47 (2), 174-197. <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.1111/epp.12391> pristupljeno 30. travnja 2022.

21. Ostojić, I. (2011). Krumpirove cistolike nematode *Globodera rostochiensis* Woll. i *Globodera pallida* Stone, Agronomski i prehrambeno-tehnološki fakultet, Sveučilišta u Mostaru.

22. Oštrec, Lj. (2002). Solarizacija tla u zaštiti povrća od nematoda korijenovih kvržica (*Meloidogyne* spp.). Glasilo biljne zaštite, 5: 277-280.

23. Oštrec, Lj., Grubišić, D. (2003). Rezultati monitoringa zlatne krumpirove cistolike nematode u Republici Hrvatskoj, 2002. godine. Glasilo biljne zaštite, 4: 223-226.

24. Parađiković, N. (2009). Opće i specijalno povrćarstvo. Poljoprivredni fakultet Osijek.

25. Pinturić, M. (2016). Utvrđivanje vrste *Globodera rostochiensis* (Wollenweber, 1923) Behrens, 1975 u uzorcima tla iz lokaliteta Belica. Diplomski rad, Agronomski fakultet Sveučilišta u Zagrebu.

26. Poje, I., Rehak, T. (2011). Zlatnožuta krumpirova cistolika nematoda – *Globodera rostochiensis* (Wollenweber, 1923) i blijedožuta krumpirova cistolika nematoda – *Globodera pallida* (Stone, 1973). Hrvatski centar za poljoprivredu, hranu i selo. Zavod za zaštitu bilja, Zagreb.

27. Pospišil, A. (2010). Ratarstvo I. dio. Zrinski d.d., Čakovec.

28. 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. (eds): Potato Cyst Nematodes: Biology, Distribution and Control. CAB International. Wallingford (GB), str: 7-26.

POPIS TABLICA:

1. Tablica 2.1.2.1. Nutritivna vrijednost kuhanog krumpira (Izvor: Buturac, 2013.)

2. Tablica 4.1. Broj i vitalnost cista te intenzitet zaraze krumpirovim cistolikim nematodama u uzorcima tla s pokusne parcele na lokalitetu Belica u 2022. godini.

ŽIVOTOPIS

Ena Lanusović rođena je 18. rujna 1997. godine u Novoj Gradišci. Osnovnu školu pohađala je i završila 2012. godine u Davoru u školi „ Matija Antun Relković“. Srednjoškolsko obrazovanje nastavila je u Novoj Gradišci u općoj gimnaziji, te nakon mature 2016. godine upisuje preddiplomski studij Zaštite bilja Agronomskog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu. Nakon završenog preddiplomskog studija, 2019. godine, stječe akademski naziv sveučilišne prvostupnice Zaštite bilja. Iste godine upisuje diplomski studij Fitomedicina. Poznaje engleski i njemački jezik u govoru i u pismu. Trenutno je apsolvent Agronomskog fakulteta i ujedno zaposlenik tvrtke Isterra Hrvatska d.o.o.