

Utvrđivanje visine populacije i prikladnih mjera suzbijanja vrste *Globodera rostochiensis* (Wollenweber, 1923) Behrens

Herak, Ines

Master's thesis / Diplomski rad

2019

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://um.nsk.hr/um:nbn:hr:204:365824>

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

Download date / Datum preuzimanja: **2024-07-12**



Repository / Repozitorij:

[Repository Faculty of Agriculture University of Zagreb](#)





Sveučilište u Zagrebu
Agronomski fakultet

University of Zagreb
Faculty of Agriculture



**UTVRĐIVANJE VISINE POPULACIJE I
PRIKLADNIH MJERA SUZBIJANJA VRSTE
Globodera rostochiensis (Wollenweber, 1923)
Behrens**

DIPLOMSKI RAD

Ines Herak

Zagreb, rujan, 2019.



Sveučilište u Zagrebu
Agronomski fakultet

University of Zagreb
Faculty of Agriculture



**UTVRĐIVANJE VISINE POPULACIJE I
PRIKLADNIH MJERA SUZBIJANJA VRSTE
Globodera rostochiensis (Wollenweber, 1923)
Behrens**

DIPLOMSKI RAD

Ines Herak

Mentor:

prof. dr. sc. Dinka Grubišić

Zagreb, rujan, 2019.



Sveučilište u Zagrebu
Agronomski fakultet

University of Zagreb
Faculty of Agriculture



IZJAVA STUDENTA O AKADEMSKOJ ČESTITOSTI

Ja, **Ines Herak**, JMBAG 0178098648, rođena 18.10.1994. u Stuttgartu, Savezna Republika Njemačka, izjavljujem da sam samostalno izradila diplomski rad pod naslovom:

Utvrđivanje visine populacije i prikladnih mjera suzbijanja vrste

***Globodera rostochiensis* (Wollenweber, 1923) Behrens**

Svojim potpisom jamčim:

- da sam jedina autorica 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 s odredbama Etičkog kodeksa Sveučilišta u Zagrebu (Čl. 19).

U Zagrebu, dana _____

Potpis studentice



Sveučilište u Zagrebu
Agronomski fakultet

University of Zagreb
Faculty of Agriculture



IZVJEŠĆE

O OCJENI I OBRANI DIPLOMSKOG RADA

Diplomski rad studentice **Ines Herak**, JMBAG 0178098648, naslova

Utvrđivanje visine populacije i prikladnih mjera suzbijanja vrste

***Globodera rostochiensis* (Wollenweber, 1923) Behrens**

obranjen je i ocijenjen ocjenom _____, dana _____.

Povjerenstvo:

potpisi:

1. prof.dr.sc. Dinka Grubišić mentor _____
2. prof.dr.sc. Tanja Gotlin Čuljak član _____
3. doc.dr.sc. Maja Čačija član _____

Zahvala

Veliku zahvalnost, u prvom redu, dugujem svojoj mentorici prof. dr. sc. Dinki Grubišić koja mi je omogućila sve potrebne materijale te uz puno strpljenja pomogla svojim znanjem i savjetima pri izradi ovog diplomskog rada.

Nadalje, zahvaljujem se svim svojim prijateljima i prijateljicama, a naročito Nikolini, Ivi, Lauri, Matei i Zlatku, bez kojih ne bi bilo neprospavanih noći, suza ali i zabave i sreće od prvog dana studiranja, ali i puno duže. Hvala što ste vjerovali u mene!

Također, zahvaljujem se svojim kolegama sa fakulteta koji su mi uvijek pomagali i bili tu kada je bilo potrebno, ali i kada nije.

Velika zahvala mojim cimerima, Anji, Josipu i Bošku na svoj ljubavi, strpljenju i podršci koju su imali za mene.

Na kraju zahvaljujem svojim roditeljima i obitelji, koja me uvijek podržavala i upućivala na pravi put, i bez koje sve ovo što sam postigla ne bi bilo moguće. Posebno zahvaljujem svojoj majci na svoj ljubavi koju mi je pružala bez obzira je li se radilo o teškim ili sretnim trenucima.

Veliko HVALA svima!

Sažetak

Diplomskog rada studentice **Ines Herak**, naslova

Utvrđivanje visine populacije i prikladnih mjera suzbijanja vrste

Globodera rostochiensis (Wollenweber, 1923) Behrens

Zlatnožuta krumpirova cistolika nematoda *Globodera rostochiensis* (Wollenweber, 1923) Behrens pripada među glavne gospodarske i karantenske štetnike krumpira u svijetu. Ovaj štetnik parazitira na korijenu krumpira te uzrokuje značajne gubitke prinosa. U Republici Hrvatskoj, *G. rostochiensis* prvi puta je utvrđena 2001. godine u Međimurskoj županiji od kada se provodi monitoring ove vrste. Cilj ovoga rada bio je utvrditi prisutnost vrste *G. rostochiensis* na proizvodnim površinama na lokalitetu Belica, te prema visini populacije utvrditi prikladne mjere suzbijanja. Osušeni uzorci tla podvrgnuti su postupku izdvajanja cistolikih nematoda metodom flotacije, Spearsovim flotacionim uređajem, a intenzitet zaraze određen je s obzirom na brojnost cista u 100 ml tla. Prisutnost zlatne krumpirove nematode utvrđena je u svih osam analiziranih uzoraka tla, a prosječan broj cista iznosio je 169 cista/100 ml tla. Vitalnost cista iznosila je od 6,61- 39,13/g tla čime je prekoračen ekonomski prag štetnosti od 20 jaja i ličinki/g tla. Zbog visoke populacije tog karantenskog štetnika na uzorkovanoj površini, potrebno je provoditi mjere integrirane zaštite krumpira od krumpirovih cistolikih nematoda.

Ključne riječi: integrirana zaštita bilja, krumpir, uzorkovanje tla, vitalnost cista, zlatnožuta krumpirova cistolika nematoda

Summary

Of the master's thesis – student **Ines Herak**, entitled

Determining population height and appropriate control measures for the species *Globodera rostochiensis* (Wollenweber, 1923) Behrens

The potato cyst nematode *Globodera rostochiensis* has provided to be major economic and quarantine pest species of potato worldwide. That pest attacks the root of the potato plant and causes significant tuber yield losses. For the first time in Croatia *G. rostochiensis* was discovered in 2001 in the Međimurska county, in the locality Belica and since than monitoring of this species has been conducted. The aim of this study was to determine the presence of the species *G. rostochiensis* on potato field in the locality Belica, and to determine appropriate control measures by population size. The dried soil samples were subjected to the process of separating cyst nematodes by flotation method in Spears flotation device. Intensity of infection was determined by the number of cysts in 100 ml of soil. The presence of golden potato nematode was found in all of eight analyzed soil samples, and the average number of cysts was 169 cysts /100 ml of soil. The vitality of the cyst was 6.61-39.13 /g of soil which exceeded economic thresholds of 20 eggs and larvae /g soil. Due to the high population of that quarantine pest on the sampled field, it is necessary to implement measures of integrated pest management.

Key words: integrated pest management, soil sampling, cysts vitality, golden potato cyst nematode, potato

Sadržaj

1. UVOD	1
2. PREGLED LITERATURE	2
2.1. KRUMPIR (<i>Solanum tuberosum</i> L.)	2
2.1.1. Podrijetlo i širenje krumpira u svijetu	2
2.1.2. Proizvodnja krumpira u svijetu i Hrvatskoj	3
2.1.3. Morfologija krumpira	4
2.2. ZLATNOŽUTA KRUMPIROVA CISTOLIKA NEMATODA (<i>Globodera rostochiensis</i> Wollenweber, 1923) Behrens	9
2.2.1. Sistematska pripadnost	9
2.2.2. Morfologija i anatomija	10
2.2.3. Biologija i ekologija	11
2.2.4. Utjecaj na rast i razvoj te prinos biljke domaćina	12
2.2.5. Mogućnosti suzbijanja	14
3. MATERIJALI I METODE	17
3.1. Metodika izdvajanja cistolikih nematoda	17
3.2. Morfološka identifikacija cistolikih nematoda	20
3.3. Utvrđivanje vitalnosti cista	21
4. REZULTATI I RASPRAVA	22
5. ZAKLJUČCI	24
6. LITERATURA	25
ŽIVOTOPIS	28

1. UVOD

Zlatnožuta krumpirova cistolika nematoda *Globodera rostochiensis* (Woll.) važan je štetnik krumpira širom svijeta. Prema OEPP/EPPO, nalazi se na listi A2 karantenskih štetnika. Najvažniji domaćin te vrste je krumpir, ali su dobri domaćini također rajčica i patlidžan te druge vrste iz porodice *Solanaceae*. U Republici Hrvatskoj prisutna je od 2001. godine, a otkrivena je na području Belice u Međimurskoj županiji. Nakon prvog otkrića *G. rostochiensis*, započeo je intenzivni monitoring rasprostranjenosti krumpirove cistolike nematode. Od 2001. utvrđena je njena prisutnost u četiri hrvatske županije (Međimurskoj, Varaždinskoj, Primorsko-goranskoj i Zagrebačkoj) (Grubišić i sur., 2013a). Od vrlo velike je važnosti kontrola proizvodnje sadnog materijala krumpira obzirom da je upravo sadnja zaraženog sadnog materijala jedan od najčešćih načina prenošenja ove vrste štetnika na nezaražene površine.

Na površinama gdje je utvrđena krumpirova cistolika nematoda, izrazito je važno provođenje integrirane zaštite krumpira uz prethodno poznavanje stanja visine populacije štetnika. Kombinacijom različitih mjera suzbijanja kao što su plodored, sadnja zdravog sjemena, sadnja otpornih kultivara, solarizacija tla, primjena odgovarajućih nematocida i sl., može se sniziti razina populacije nematoda ispod praga štetnosti. Mjere je potrebno provoditi kroz duži vremenski period čime se može osigurati daljnja proizvodnja.

Cilj istraživanja bio je utvrditi prisutnost vrste *G. rostochiensis* na proizvodnim površinama na lokalitetu Belica, te prema visini populacije utvrditi prikladne mjere suzbijanja.

2. PREGLED LITERATURE

2.1. KRUMPIR (*Solanum tuberosum* L.)

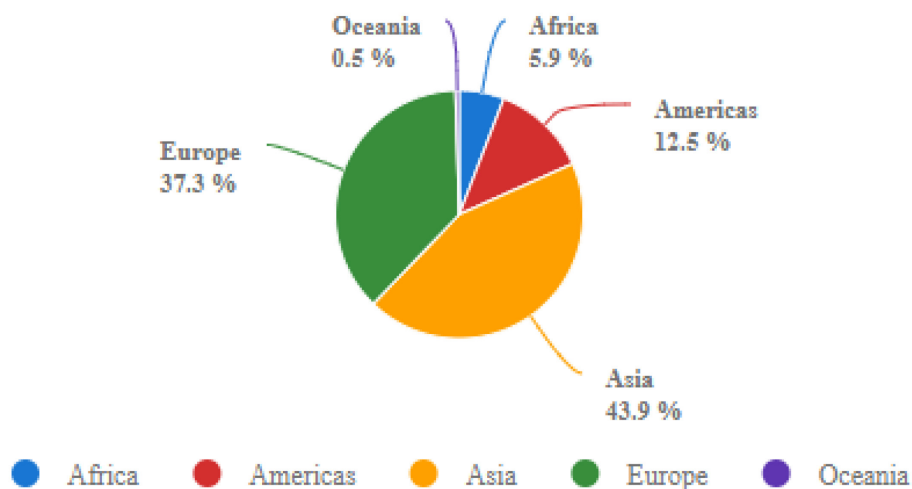
Krumpir je višegodišnja zeljasta biljka i jedna je od najraširenijih namirnica na svijetu. Od velike je važnosti u prehrani ljudi, dok kod prehrane životinja nije toliko zastupljen. Osim za prehranu važan je i za industrijsku preradu. U prehrani ljudi, krumpir se peče ili kuha i poslužuje kao prilog, a zbog velike hranjive vrijednosti može zamijeniti i kruh. Od krumpira se proizvodi alkohol, dekstrin, škrob, glukoza, kaučuk, svila, razni farmaceutski proizvodi i eksploziv. Jestivi dio gomolja krumpira sadrži prosječno oko 25 % suhe tvari, a taj postotak varira ovisno o kultivaru. Osim toga sadrži 0,1 % masti, 0,2 % kiselina, 0,1 % fenolnih spojeva, 1,1 % minerala, 0,6 % pektinskih tvari i 1,65 % organskih spojeva. Većinu suhe tvari čini škrob: 15-18 %. Sa zdravstvenog stajališta krumpir je nezaobilazna namirnica, naročito u dijetalnoj prehrani. U narodnoj medicini krumpir se koristio za liječenje reumatizma, upale zglobova, glavobolje, visoke temperature, opekotina, ozeblina. Kod problema sa sluznicom želuca upotrebljava se sok od krumpira (Sito i sur., 2015).

2.1.1. Podrijetlo i širenje krumpira u svijetu

Krumpir *Solanum tuberosum* L. zeljasta je višegodišnja biljka iz porodice pomoćnica (*Solanaceae*). Potječe iz peruanskih Anda, gdje je Inkama, uz kukuruz, bio glavna hrana. Pretpostavlja se da je u Europu unesen u 16. stoljeću sa španjolskim istraživačima. Nakon Španjolske, krumpir dopijeva u Italiju, Francusku, Belgiju, Njemačku i Austriju. U početku je bio uzgajan kao ukrasna biljka no danas je jedna od najvažnijih prehrambenih biljaka. Ne postoje točni podaci odakle je krumpir dospio u Hrvatsku, a pretpostavlja se da su ga u Hrvatsku donijeli graničarski vojnici krajem 18. stoljeća (Buturac, 2002).

2.1.2. Proizvodnja krumpira u svijetu i Hrvatskoj

Po važnosti za prehranu čovječanstva, nakon riže, pšenice i kukuruza, krumpir je po redu četvrta kultura u svijetu. Godišnje se proizvodi preko 300 milijuna tona krumpira (Buturac, 2013). Iako su danas u Europi smanjene površine pod krumpirom, svjetska proizvodnja naročito je narasla u nerazvijenim zemljama, a razlog tome je visoka produktivnost proizvodnje hranjive vrijednosti/ ha, koja je oko tri puta veća od one koju daju žitarice (Buturac, 2002). Krumpir je u 2017. godini uzgajan na 19,3 ha, s ukupnom proizvodnjom od oko 388 milijuna tona (FAOSTAT, 2019). Od ukupne svjetske proizvodnje krumpira, 52 % troši se za ljudsku ishranu, 21 % za ishranu stoke, 10 % za sjeme, 12 % za preradu, a ostalo su gubici (Sito i sur., 2015). Najviše površina zasađenih krumpirom nalazi se u Aziji, kao što je prikazano na slici 2.1. S približno 10,0 milijuna ha, na ovom je kontinentu preko pola svih svjetskih površina pod krumpirom (FAOSTAT, 2019). U Europi se krumpir, prema podacima iz 2017. godine, uzgaja na 5,4 milijuna ha, a od toga u Hrvatskoj na oko 10 tisuća ha (FAOSTAT, 2019).



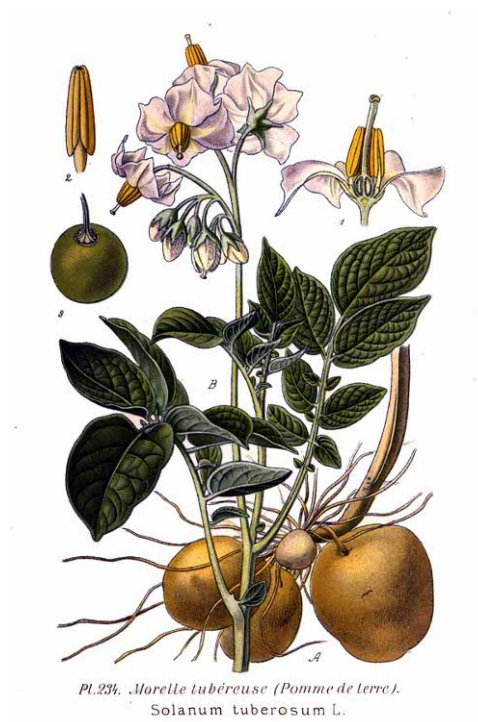
Slika 2.1. Proizvodnja krumpira u svijetu u 2017. godini (FAOSTAT, 2019)

U Hrvatskoj se razlikuje obalno-otočni dio za proizvodnju vrlo ranih, ranih i manjim dijelom srednje kasnih kultivara, kontinentalni dio s proizvodnjom ranih i većim dijelom srednje

kasnih kultivara te brdsko-planinsko područje Gorskog kotara, Like i Žumberka s proizvodnjom jestivog i sjemenskog krumpira (Buturac, 2002).

2.1.3. Morfologija krumpira

Krumpir kao višegodišnja zeljasta bilja, ovisno o uvjetima uzgoja i kultivara, doseže visinu do jednog metra. Biljka krumpira sastoji se od podzemnog i nadzemnog dijela. Nadzemni dio čine stabljika s neparno perastim listovima, cvjetovi te plodovi bobica sa sjemenkama, dok se podzemni dio sastoji od stolona (podzemna stabljika), korijena i gomolja (slika 2.2.). Prilikom posebnih uvjeta kao što je npr. temperaturni šok, iz stolona može izrasti izboj (Buturac, 2002).



Slika 2.2. Biljka krumpira (Val-znanje, 2019)

Stabljika

Nadzemna stabljika naziva se *cima* te je obrasla dlačicama. Zahvaljujući sadržaju klorofila stabljika je zelene boje. Razvija se iz klice gomolja ili iz pravog sjemena. U nadzemnom dijelu je šuplja, a u podzemnom dijelu nije. Broj stabljika na matičnom gomolju ovisi o kultivaru i fiziološkoj dobi gomolja. Prema tome razlikujemo glavne i sekundarne ili bočne

stabljike. Glavna stabljika razvija se iz matičnog gomolja, dok se sekundarne odnosno bočne stabljike razvijaju iz stabljika koje se nalaze ispod ili iznad zemlje. Kao pokazatelj gustoće sklopa usjeva krumpira uzima se broj stabljika, a to je ujedno i bolji pokazatelj od prikaza sklopa s brojem sadnih mjesta (Buturac, 2002). Najčešće ih je od 3-6, a može ih biti i više od 10 (Svat, 2012).

Listovi

Listovi krumpira neparno su perasti, jajolikih liski, cjelovitog ruba, među kojima se ponekad mogu razviti sekundarne, a katkad i tercijarne liske. Listovi su na licu goli, a na naličju dlakavi. Na stabljici su naizmjenično raspoređeni na različitim visinama (slika 2.3.). Najrazvijeniji listovi dostižu do 2/3 visine stabljike, a kako stabljika krumpira raste stari listovi na dnu žute i eventualno otpadaju, dok se na vrhu stabljike razvijaju novi, mladi listovi. U listovima se odvija proces fotosinteze pri čemu nastaju ugljikohidrati koji se tada skladište u gomolje i tako nastaju glavni sastojci suhe tvari. Fotosintetska aktivnost listova starijih od 50 dana znatno je smanjena i fotosintetski najefikasniji listovi su listovi koji su upravo dosegli svoju maksimalnu veličinu (Buturac, 2002).



Slika 2.3. Stabljika s listovima (Native Plant Trust Go Botany , 2019)

Cvjetovi i plodovi (bobe)

Cvjetovi krumpira su dvospolni, pravilni i karakterističnog izgleda za pomoćnice. Razvijaju se u rahlim paštastim cvatovima. Cvijet se sastoji od pet lapova, pet latica, pet prašnika i tučka. Boja, oblik i veličina cvijeta imaju najveći značaj za praktično određivanje sorata krumpira. Boja latica može biti bijela, katkad sa svijetlozelenom nijansom, zatim svijetlo do plavo-ljubičasta ili modroljubičasta s bijelim ili obojenim vršnim dijelovima (slika 2.4.). Obilnost cvatnje također je sortna karakteristika, a dugi dan i srednje temperature stimuliraju cvatnju. Cvjetovi nemaju ulogu u formiranju gomolja već formiraju bobice sa pravim sjemenom i one se koriste u oplemenjivanju kao produkt križanja te mogu dati novu sortu (Buturac i Bolf, 2000). Bobice se razvijaju iz ne- abortiranih cvjetova. Unutar bobice razvija se između 100 i 200 sjemenki koje su sitne, plosnate i ovalnog oblika. U jednom gramu ih može biti 1000-1500. Sjemenke iz bobica smatraju se „pravim“ ili „botaničkim“ sjemenom koje se prije uglavnom koristilo u oplemenjivanju dok se u novije vrijeme koristi i za direktnu sjetvu u proizvodnji jestivog krumpira (Buturac, 2002).



Slika 2.4. Cvijet krumpira (Pinova, 2019)

Stoloni

Stoloni ili podzemna stabljika nastavak je nadzemne stabljike. Imaju tendenciju horizontalnog rasta, a na samom vrhu stolona se formiraju gomolji. Na glavnoj stabljici može se razviti nekoliko stolona pa svaka glavna stabljika može formirati i po nekoliko gomolja. Pri

određenim uvjetima, kao na primjer kod velikog zagrijavanja tla, stolon ne formira gomolj nego izrasta iz humka kao bočna ili lateralna stabljika (Buturac, 2002). Broj stolona zavisi od sorata i uvjeta uzgoja, a obično se formira šest do osam stolona, koji se dalje granaju. Stoloni mogu biti različite dužine, kod ranih sorata su kraći, a kod kasnih duži. Poželjniji su kraći stoloni, jer tada se gomolji formiraju bliže jedan drugom i leže kao u gnijezdu, pa se takav krumpir lakše kultivira i vadi (Svat, 2012).

Gomolj

Gomolji su modificirani stoloni odnosno podebljani, jestivi vrškovi stolona. Iz njih se svake godine razvije nova biljka. Gomolj je glavni skladišni organ rezervne tvari škroba, te služi za prezimljenje i reprodukciju. Gomolji su prekriveni pokožicom koja ga štiti od isušivanja te napada bolesti i štetnika. Boja pokožice razlikuje se ovisno o tome radi li se o divljim vrstama ili kultiviranoj sorti krumpira. Kod divljih vrsta pokožica je žuta, crvena, smeđa i ljubičasta, dok je kod uzgajanih sorata uglavnom žuta, plava i crvena (slika 2.5.).



Slika 2.5. Gomolji različitih sorata krumpira (Peru for Less, 2019)

Nadalje, meso odnosno mekota gomolja najčešće je bijelo, krem bijelo, žuto, a kod nekih sorata i ljubičasto, plavo i narančasto. Boja mesa potječe od različitih karotenoida.

Na gomolju razlikujemo pupčani dio i krunu. Pupčani dio je polovica gomolja na kojem je pupak tj. mjesto kojim je gomolj vezan za stolon, a na suprotnom kraju koncentrirana su okca (kruna gomolja). Okca gomolja imaju jače ili slabije izražene obrve i spiralno su smještena na površini gomolja. Iz okaca se razvijaju klice, a iz klice nastaju glavna stabljika, bočna stabljika i stoloni (Buturac, 2002). Gomolji su različitog oblika u zavisnosti od sorata, fizikalnih svojstava tla i klime: okrugli, loptasti, duguljasti, ovalni, bubrežasti, izduženo - ovalni, spljošteni. Poželjni gomolji su izduženo - ovalnog oblika s rijetkim plitkim okcima. Broj okaca je sortno svojstvo.

Korijen

Korijen krumpira izrazito je plitak, slabo razvijen i slabe upojne moći. Doseže do dubine od 40-50 cm, a u rahlim i dubokim tlima doseže do 100 cm dubine. Može biti vretenast i žiličast. Razvija se na podzemnom dijelu stabljike te se bočno grana 25-45 cm. Više od polovice mase korijena nalazi se u površinskom oraničnom sloju tla, oko 25 % mase ide dublje od oraničnog sloja, dok pojedinačno korijenje doseže i jedan m dubine. Korijen se najviše razvija u fazi cvatnje (Buturac, 2002).

2.2. ZLATNOŽUTA KRUMPIROVA CISTOLIKA NEMATODA (*Globodera rostochiensis* Wollenweber, 1923) Behrens

Zlatnožuta krumpirova cistolika nematoda ubraja se, uz blijedožutu krumpirovu cistoliku nematodu *Globodera pallida* (Stone), među značajnije štetne organizme krumpira, a nalazila se, prema OEPP/EPPO, na listi A2 karantenskih štetnika (Ivezić i sur., 2005). Zaraza tom vrstom u Hrvatskoj utvrđena je 2001. g. na području Belice u Međimurskoj županiji, na poljima gdje je krumpir bio uzgajan u monokulturi. Od tada se provodi sustavno praćenje pojave i raširenosti krumpirovih cistolikih nematoda u Republici Hrvatskoj. Do danas je *G. rostochiensis* nađena na pojedinim lokalitetima u Međimurskoj, Varaždinskoj, Zagrebačkoj i Primorsko-goranskoj županiji (Poje i Rehak, 2011). Obje vrste cistolikih nematoda krumpira potječu iz područja Anda u Južnoj Americi, odakle su unesene u Europu gomoljima u 19. stoljeću. Zbog iznimno velikog broja divljih i kultiviranih vrsta roda *Solanum* pretpostavka je da izvorno potječu s područja jezera Titicaca, smještenog između granica Perua i Bolivije (Turner i Evans, 1998).

2.2.1. Sistematska pripadnost

Domena: **Eukaryota**

Carstvo: **Animalia** Linnaeus, 1758

Podcarstvo: **Bilateria** (Hatschek, 1888) Cavalier-Smith, 1983

Grana: **Protostomia** Grobden, 1908

Infracarstvo: **Ecdysozoa** Anguinaldo et al., 1997 ex Cavalier-Smith, 1998

Nadkoljeno: **Aschelminthes** (sin. **Nemathelminthes**)

Koljeno: **Nematoda** (Rudolphi, 1808) Lankester, 1877

Razred: **Secernentea** Von Linstow, 1905 (sin. **Phasmidia**)

Podrazred: **Tylenchia** (Thorne, 1949) Inglis, 1983

Red: **Tylenchida** Thorne, 1949

Podred: **Hoplolaimina** Chizhov & Berezina, 1988

Natporodica: **Hoplolaimoidea** (Filipjev, 1934) Paramonov, 1967

Porodica: **Heteroderidae** (Filipjev & Schuurmans Stekhoven, 1941) Skrabilovich, 1947

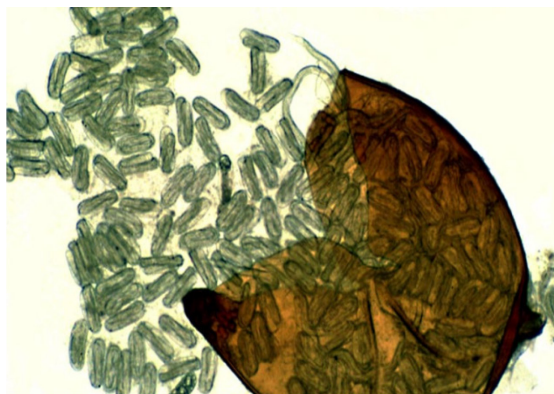
Potporodica: **Heteroderinae** (Filipjev & Schuurmans Stekhoven, 1941)

Rod: **Globodera** Skrabilovich 1959 (Behrens 1975)

Vrsta: **Globodera rostochiensis** (Wollenweber, 1923) Behrens, 1975

2.2.2. Morfologija i anatomija

Ciste krumpirovih nematoda su okruglog oblika s izraženim usnim i vratnim dijelom tijela. Vulvalni i vratni dio nisu odvojeni od tijela već su blago zaobljeni (Poje i Rehak, 2011). Kod krumpirovih cistolikih nematoda izražen je spolni dimorfizam. Sedentorne ženke zaobljenog su tijela s malim izduljenim vratom i bez terminalnog konusa, bojom variraju od bijele do žute, a stilet je ravan do lagano zakrivljen. Dugačke su od 0,55 do 0,80 mm, a široke od 0,40 do 0,53 mm. Ženke vrste *G. rostochiensis* formiraju cistu koju zapravo čini tijelo uginule ženke. Ona štiti jaja (slika 2.6.) koja se nalaze unutar nje, a nastaju nakon parenja. Sva jaja se nalaze unutar tijela, nema mase jaja izvan tijela. Ciste su međusobno slične bojom te su okruglog oblika (Grubišić, 2006).



Slika 2.6. Cista i jaja vrste *G. rostochiensis* (Invasive.org, 2019)

Mužjaci su crvoliki, dužine oko 0,12 cm i kratkog repa. Tijelo im je zakrivljeno u S ili C oblik.

Ličinke drugog stadija imaju stilet kraći od 30 μm . Rep im je koničan i zašiljen. Duljine su između 445 i 510 μm . Za vjerodostojnu identifikaciju u dijagnostici kombinira se pregled cista i ličinki 2. stadija (Grubišić, 2006).

2.2.3. Biologija i ekologija

Crvolike ličinke se slobodno kreću u tlu i ulaze u korijen biljke ubušujući se kod vrha korijena. Izlazak ličinki 2. stadija iz jaja započinje kada je temperatura tla iznad 10 °C (optimalna 15-20 °C), a stimuliran je eksudatima koje u tlu tijekom rasta proizvodi korijen krumpira. U takvim povoljnim uvjetima za ličinku, iz jaja može izaći i do 80 % ličinki te započinju ishranu na korijenju (Poje i Rehak, 2011). Nematoda na tom mjestu ishrane ostaje tijekom 3. i 4. stadija ličinke, dok se ne razvije u mužjaka ili ženku. Spol je određen obzirom na opskrbljenost hranom. Kod nepovoljnih uvjeta ishrane i jake zaraze, najčešće se razvijaju mužjaci, jer im je potrebno samo 1 % ukupne količine hrane za razliku od količine hrane koja je potrebna za razvoj ženki (Grubišić, 2006). Za razvoj ženki potrebna je velika količina hranjivih tvari. Ličinke mužjaka prestaju s ishranom nakon trećeg stadija, iako se čini da odrasli mužjaci imaju kompletan aparat za hranjenje. Ličinke četvrtog stadija ostaju unutar ličinke trećeg stadija u vrećastoj kutikuli te napuštaju korijen nakon preobrazbe u 5. i posljednji stadij te nakon toga traže ženke u tlu, privučeni njihovim feromonima, nakon čega mužjaci umiru kroz 10-ak dana (Turner i Evans, 1998). Ličinke ženke u trećem stadiju postaju vrećastog oblika. Takve ostaju kroz četvrti stadij, probijaju se kroz površinu korijena gdje dalje ostaju pričvršćene glavom i vratom. Tako pričvršćene, bivaju oplodene od mužjaka. Nakon toga ženka umire, njezina kutikula tamni i stvara zaštitnu cistu koja sadrži 200-500 oplodjenih jaja. Naposljetku se ciste odvoje od korijena biljke koja je uvenula te ostaju dormantne u tlu do sljedećeg prikladnog usjeva (Turner i Evans, 1998).

U kontinentalnim klimatskim područjima, pri odgovarajućim ekološkim uvjetima (temperatura ispod 40 °C, veća vlažnost tla i dr.) zlatna krumpirova cistolika nematoda može razviti dvije generacije godišnje (travanj - srpanj, kolovoz - rujan). Za krumpirove nematode je karakteristično da ličinke ne izlaze iz jaja u odsustvu biljke domaćina kao i da se nalaze u

dijapauzi tokom jeseni i zime. Ciste koje otpadaju s korijena u tlu mogu ostati vitalne i do 20 godina (Ostojić, 2011).

2.2.4. Utjecaj na rast i razvoj te prinos biljke domaćina

Najpoznatija biljka domaćin vrste *G. rostochiensis* je krumpir, ali i druge kultivirane biljke iz porodice pomoćnica (*Solanaceae*) kao što su rajčica, patliđan i dr., a također se mogu razviti i na korovima iz porodice *Solanaceae*. Krumpirove cistolike nematode visoko su specijalizirani paraziti. Njihov životni ciklus je jednogodišnji i u potpunosti se odvija u i na korijenu biljke domaćina što znači da su štetnici koji fiziološki oslabljuju biljku domaćina (Poje i Rehak, 2011). Postoji pet patotipova vrste *G. rostochiensis*: Ro1, Ro2, Ro3, Ro4 i Ro5. Klasifikacija patotipova se temelji na sposobnosti nematoda da se razmnožavaju na različitim klonovima i hibridima roda *Solanum*. Između domaćina, postoje određeni kultivari koji se razlikuju po svojoj osjetljivosti prema različitim patotipovima nematoda. Ova razlika u osjetljivosti kultiviranih varijeteta osnova je jednog od principa suzbijanja krumpirovih cistolikih nematoda, a to je rezistentnost biljke domaćina (Grubišić, 2006).

Jaka zaraza negativno utječe na razvoj biljke i prinos gomolja krumpira. Ukoliko se radi o slabijoj zarazi, većina biljaka može tolerirati napad i oštećenja korijenovog sustava. U takvim uvjetima biljka može čak razviti i postrano korijenje kao odgovor na ranjavanje korijena, tako da bi ukupna struktura korijena bila veća nego inače te krajnji prinos gomolja proporcionalno veći. Što je jači napad nematoda, dolazi do sve veće redukcije korijenovog sustava, te voda i hranjive tvari nisu dovoljno iskorištene (Turner i Evans, 1998). Glavni simptom napada je pojava oaza (plješina) u polju (slika 2.7.). Biljke unutar tih oaza pokazuju simptome žućenja i uvijanja listova te cvatu kasnije ili uopće ne cvatu. Tijekom vađenja krumpira i obradom tla, oaze se šire te dolazi do zahvaćanja cijele parcele zarazom. Takvi simptomi javljaju se pri visokom stupnju zaraze, odnosno visoke populacije nematoda u tlu (Poje i Rehak, 2011).



Slika 2.7. Plješine u polju kao posljedica parazitacije nematoda (Science Source, 2019)

Prethodno navedeni simptomi zaraze na nadzemnom dijelu biljaka krumpira, uslijed napada krumpirove cistolike nematode, odvijaju se u dvije faze. U prvom dijelu vegetacijske sezone krumpira dolazi do smanjenja fotosintetske aktivnosti i transporta suhe tvari u podzemne dijelove te razvoja manjih i slabijih stabljika, sitnijih i debljih listova odnosno, cjelokupnog zastoja u rastu. Nadalje, u drugom dijelu dolazi do preuranjenog sušenja listova, smanjenog usvajanja vode i hranjiva te reduciranja broja gomolja i proizvodnje suhe tvari (Grubišić, 2006).

Ocjena intenziteta zaraze u uzorcima tla prema kriterijima EPPO (1995) cit. Grubišić (2006) označava se kako slijedi:

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

Procijenjeno je da dolazi do gubitka prinosa krumpira do 2 t/ha pri zarazi od oko 20 jaja/g tla. U slučaju visoke zaraze, koja je posljedica uzgajanja krumpira u monokulturi, štete mogu iznositi i do 80 % (Grubišić i sur., 2013).

2.2.5. Mogućnosti suzbijanja

U suzbijanju krumpirovih cistolikih nematoda najvažnije je pravovremeno otkrivanje zaraze. Potrebno je provoditi pravovremeno uzorkovanje i analizu tla, obzirom da je vizualnim pregledom nasada teško utvrditi zarazu. Sniženje početne populacije za 98 % trebalo bi rezultirati potpunom kontrolom štetnika, odnosno sprječavanjem ili minimaliziranjem gubitaka prinosa. Kako bi se postigla ova razina suzbijanja krumpirovih cistolikih nematoda, potrebno je primijeniti i kombinirati dvije ili tri različite mjere suzbijanja (Grubišić, 2006).

U suzbijanju zlatnožute krumpirove cistolike nematode koriste se sljedeće mjere (Grubišić, 2006):

- a. Plodored,
- b. Sadnja otpornih i tolerantnih kultivara krumpira,
- c. „Trap cropping“,
- d. Solarizacija tla,
- e. Primjena nematocida.

Plodored

Upravo na ovoj mjeri tradicionalno se temelji suzbijanje krumpirovih cistolikih nematoda. Kroz nekoliko godina izostanka uzgoja krumpira na zaraženoj površini može se postići znatno sniženje visine populacije nematoda. Uobičajeno se koristio sedmogodišnji plodored, no u novije vrijeme plodored je skraćen na barem tri godine te je upotpunjen ili zamijenjen sjetvom otpornih kultivara krumpira i primjenom nematocida (Grubišić i sur., 2013). Godišnji pad populacije od 30 % kroz pet godina bez sadnje krumpira na zaraženoj površini može smanjiti populaciju krumpirovih cistolikih nematoda za 83 % (Grubišić, 2006).

Iz plodoreda treba isključiti bilo koju biljku koja je domaćin vrste *G. rostochiensis* odnosno bilo koju biljku iz porodice *Solanaceae*. Na smanjenje zaraze u tlu pozitivno utječe sjetva šećerne i stočne repe, crvene djeteline, zobi, raži, lana i nekih trava. Isto tako važno je uništavati i sve korove koji su domaćini krumpirove cistolike nematode (Grubišić i sur., 2013).

Sadnja otpornih kultivara i sorata

Kako bi se za određenu zaraženu površinu pravilno odabrao otporni kultivar krumpira, potrebno je znati koja je vrsta cistolike nematode krumpira i koji patotip na njoj prisutan. Potpuno osjetljive sorte „dopuštaju“ umnožavanje nematoda na korijenju, stolonima i gomoljima, djelomično osjetljive sorte omogućuju slabije umnožavanje štetnika, dok potpuno otporne sorte „ne dopuštaju“ umnožavanje nematoda. Brojne sorte koje su potpuno otporne na vrstu *G. rostochiensis* patotipova Ro1 i Ro2 uzgojeni su od *Solanum tuberosum* ssp. *andigena* x *Solanum tuberosum* hibrida. Pod uvjetom da dobro raste, bilo koji od ovih kultivara može smanjiti zaraze tla za 80 %. Kroz tri do četiri godine uzgoja ovakvih kultivara, zaraza bi se mogla smanjiti za 99 %, međutim, postoji rizik od napada vrste *Globodera pallida* i istovremeno postoji rizik od pojave raznih bolesti ili nekih drugih patogena (Turner i Evans, 1998). Tolerantni i otporni kultivari omogućavaju uzgoj krumpira na jače zaraženim tlima te skraćuju plodored i bez uporabe nematocida. Negativni učinak uzgoja otpornih kultivara je to što će oni povećati populaciju onih patotipova i vrste na koju su osjetljivi. Sortna lista iz 2005. godine za Republiku Hrvatsku sadržavala je popis od 152 sorte krumpira (*Solanum tuberosum* L.) od kojih većina ipak nije otporna na krumpirove cistolike nematode (Grubišić, 2006).

„Trap cropping“

Ova metoda podrazumijeva uzgoj krumpira dovoljno dugo da bi se stimulirao izlazak ličinke iz jajeta te njihovu „invaziju“ na korijenje krumpira i potom njegovo uništenje. Biljke moraju biti uništene prije nego što dođe do oplodnje ženki, tako da u tlu ne bi ostala nova jaja. Na ovaj način, populacija vrste *G. rostochiensis* u gornjih 20 cm tla može biti umanjena godišnje za 45 %, više nego prakticirajući plodored (Whitehead i Turner, 1998). Na osnovi poznavanja vremena prvog prodora ličinki u korijenje krumpira, maksimalnog prodora (brojnosti) ličinki u korijenje te pojave prvih spolnih stadija, može se odrediti datum za izvođenje (Grubišić i sur., 2008).

Solarizacija tla

Solarizacija tla je mjera prikladna za korištenje na manjim površinama i u regijama s dugim i vrućim ljetima. Upravo u takvim klimatima, u uvjetima staklenika, sunce može podići temperaturu tla prekrivnog s jednim ili dva sloja prozirne polietilenske (PE) folije do te mjere da uzrokuje smrtnost krumpirove cistolike nematode jednako visoku kao i upotreba zemljišnih fungicida. Nedostaci ove mjere suzbijanja su visoki troškovi polietilenske folije za velike

površine, kao i troškovi vezani za njihovo postavljanje i uklanjanje s uzgojnih površina (Whitehead i Turner, 1998).

Primjena nematocida

Iako su mnogi fumigantni i ne-fumigantni nematocidi testirani u suzbijanju krumpirove cistolike nematode, samo nekoliko od njih je pokazalo zadovoljavajuću učinkovitost te se rjeđe koriste zbog njihove toksičnosti, cijene i drugih nedostataka (Grubišić, 2006).

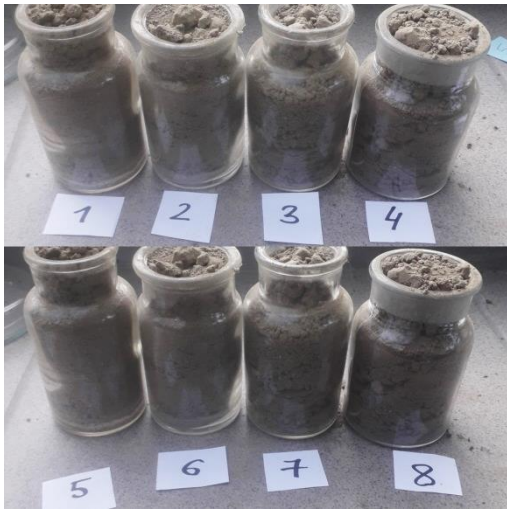
Nematocidi se primjenjuju injektiranjem u tlo, zalijevanjem tla, inkorporacijom u tlo ili fumigacijom tla, no bez obzira na njihovu formulaciju, kada dospiju u tlo svi djeluju kao fumiganti. U Hrvatskoj dozvolu imaju pripravci na bazi djelatnih tvari: fostiazat i fluopiram (FIS Baza, 2019).

3. MATERIJALI I METODE

Uzorci za analizu, prikupljeni su i dostavljeni s lokaliteta Belica u Međimurskoj županiji s površine na kojoj se dugi niz godina proizvodi merkantilni krumpir.

3.1. Metodika izdvajanja cistolikih nematoda

Uzorci tla dopremljeni u Laboratorij za nematologiju Sveučilišta u Zagrebu Agronomskog fakulteta osušeni su na zraku pri sobnoj temperaturi, promiješani, a zatim je za postupak izdvajanja uzeto 100 ml tla po uzorku (slika 3.1.). Preostali dio uzorka je sačuvan, ukoliko bi bilo potrebno ponoviti postupak. Prosječan uzorak od 100 g tla obrađen je pomoću Spearsovog flotacionog uređaja (slika 3.2.), čiji se rad temelji na principu flotacije (Spears, 1968. cit. Grubišić, 2006). Uređaj se sastoji od cilindrične posude zapremnine oko 10 litara. Na dnu posude se nalazi crijevo na čijem je kraju, u posudi, rasprskavajuća dizna. Pomoću tog crijeva dovodi se uzlazna struja vode. S vanjske strane posude Spearsovog uređaja, u prstenastim nosačima, nalaze se dva sita (gornje i donje). Gornje služi za odvajanje krupnih čestica i taloga (dimenzije otvora sita 1,5-2 mm), a donje, koje je sitnije, služi za izdvajanje cista (dimenzije otvora sita 100-175 μm). Postupak izdvajanja cista započinje tako da se odgovarajući uzorak tla stavlja u cilindričnu posudu te uzlazna struja vode (oko 4 l/min) miješa uzorak s vodom, podiže ciste, sitnije čestice tla i druge nečistoće. Sitnije čestice tla i ciste prolaze kroz gornje, krupnije sito te dolaze na donje sito, gdje se zadržavaju. Ispiranje traje oko 4-5 minuta, nakon čega se talog s gornjeg sita, laganim mlazom vode, ispire na donje sito. Sadržaj donjeg sita se potom ispire u posebnu staklenu posudu (slika 3.3.) čije su stijenke iznutra obložene plastičnom trakom. Ciste i ostale sitne nečistoće se zalijepe za tu traku nakon što se u posudu s ispranim sadržajem stavi nekoliko kapi detergenta. Iz posude se nakon par minuta mirovanja izvadi traka te se stavlja na čvrstu podlogu (slika 3.4.). Dok je traka i sadržaj na njoj još uvijek vlažan, pregledava se pomoću binokularne lupe te se broje ciste koje se izdvajaju specijalnim „kopljem“ (slika 3.5.). Ciste izdvojene iz uzoraka tla spremaju se u epruvete (slika 3.6.) ili bočice za potrebe identifikacije.



Slika 3.1. Uzorci tla pripremljeni za ispiranje (Herak, 2019)



Slika 3.2. Spearsov flotacioni uređaj (Herak, 2019)



Slika 3.3. Izdvajanje cista iz ispranog uzorka pomoću posude obložene PVC trakom (Herak, 2019)



Slika 3.4. PVC traka s ispranim sadržajem (Herak,2019)



Slika 3.5. Pregled i izdvajanje cista pomoću binokularne lupe (Herak, 2019)



Slika 3.6. Epruvete s izdvojenim cistama (Herak, 2019)

3.2. Morfološka identifikacija cistolikih nematoda

Nakon izdvajanja cista iz uzorka tla, potrebno je izvršiti identifikaciju cistolikih nematoda na način da se okrugle ili kruškolike (ovalne) ciste roda *Globodera* i *Punctodera* odvoje od cista limunastog oblika roda *Heterodera*. Vrste roda *Heterodera* tvore ciste s izbočenjem na prednjoj strani (ostatkom vrata ženke) i stražnjim izbočenjem (vrh vulvalnog konusa). U cista roda *Heterodera* identifikacija se ne može izvršiti samo na temelju varijabilnih i subjektivnih morfoloških karakteristika zbog toga što su izražene veće varijacije u formi, simetriji i veličini cista. Ciste roda *Globodera* su gotovo okrugle s prednjim izbočenim dijelom te u nekim slučajevima, razvoj cista ovoga roda može biti reduciran, što rezultira njihovim izduljenim, jajolikim izgledom. U vrsta roda *Punctodera* oblik cista je obično kruškoliki, s vratom koji se gotovo stapa sa siluetom tijela (Grubišić, 2006). Razlike u izgledu cista rodova *Heterodera*, *Globodera* i *Punctodera* prikazane su na slici 3.7. Iako je morfološka identifikacija vrlo korisna u dijagnostici, upravo zbog varijabilnog izgleda i veličine cista identifikacija roda i vrsta vjerodostojnija je ukoliko se temelji na nekim drugim karakteristikama cista.



Slika 3.7. Tipični oblici cista rodova *Heterodera*, *Globodera* i *Punctodera*

(OEPP/EPPO, 2017)

3.3. Utvrđivanje vitalnosti cista

Ovisno o starosti i stanju cista, sadržaj jaja i ličinki u njima može značajno varirati. Utvrđivanje vitalnosti cista može se provoditi na više načina. Za potrebe ovog istraživanja brojena su puna jaja i ličinke 2. stadija zlatnožute krumpirove cistolike nematode. Jaja i ličinke prethodno su oslobođene iz cista drobljenjem u Huijsmansovom homogenizatoru (Huysman, 1967. cit. Grubišić, 2006) (slika 3.8.). U kapljicu vode stavljenu u homogenizator dodaje se 10 cista te se ručno, pažljivom rotacijom zaobljenog štapića po unutarnjoj stijenci homogenizatora, ciste drobe i iz njih oslobađaju jaja, odnosno ličinke (slika 3.9.). Sadržaj iz homogenizatora ispire se u mjernu posudu. Pomoću mikroskopa (pod povećanjem 50 x) pregledavan je sadržaj posudice za brojanje.



Slika 3.8. Drobljenje cista u Huijsmansovom homogenizatoru (Herak, 2019)



Slika 3.9. Oslobođena jaja i ličinke iz ciste nakon drobljena (Herak, 2019)

4. REZULTATI I RASPRAVA

Prema rezultatima analiziranih uzoraka, utvrđena je prisutnost vrste *G. rostochiensis* u svih osam uzoraka, čime je potvrđena zaraza po cijeloj proizvodnoj površini na lokalitetu Belica (tablica 4.1.). Prosječan broj cista u uzrocima tla iznosio je 169 cista/100 ml tla. Broj cista varirao je od 50 do 308, a takav neujednačen broj cista posljedica je višegodišnjeg uzgoja krumpira kao i raznošenja cista po proizvodnoj površini kultivacijom. Prema kriterijima o intenzitetu zaraze, s obzirom na brojnost cista, zaraza zlatnožutom krumpirovom cistolikom nematodom je jaka (> 25 cista/100 ml tla). Nadalje, prema podacima iz tablice možemo vidjeti da su u svih osam uzoraka ciste bile vitalne te se broj jaja i ličinki kretao od 6,61-39,13/g tla (prosječno 14,80 jaja i ličinki/g tla). Prema tim podacima možemo sa sigurnošću zaključiti da je na proizvodnoj površini prekoračen ekonomski prag štetnosti od 20 jaja odnosno ličinki/g tla (Turner i Evans, 1998).

Tablica 4.1. Broj i vitalnost cista te intenzitet zaraze vrstom *G. rostochiensis* u uzorcima tla s pokusne parcele na lokalitetu Belica, 2019. godine

Uzorak	Broj cista/ 100 ml tla	Vitalnost	Broj jaja i ličinki/ g tla	Intenzitet zaraze*
1	116	203	23,55	3
2	103	142	14,63	3
3	109	359	39,13	3
4	250	261	10,44	3
5	254	168	6,61	3
6	50	133	6,65	3
7	161	172	10,68	3
8	308	206	6,69	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).

S obzirom na visok intenzitet zaraze ovim karantenskim štetnikom, a obzirom na uobičajenu intenzivnu proizvodnju krumpira na proizvodnoj površini, potrebno je poduzeti sve

raspoložive mjere zaštite kojima bi se spriječio daljnji porast populacije, ali i širenje zlatnožute krumpirove cistolike nematode na nezaražene površine.

5. ZAKLJUČCI

1. Prema rezultatima analize uzoraka tla na prisutnost zlatnožute krumpirove cistolike nematode s lokaliteta Belica 2019. godine, ta vrsta je utvrđena u svih osam analiziranih uzoraka.
2. Broj cista utvrđenih u poduzorku od 100 ml tla iznosio je od 50 do 308, što prosječno iznosi 169 cista/100 ml tla. Neujednačen broj cista u uzorcima govori nam o postupnom širenju zaraze iz žarišta po cijeloj površini, kroz višegodišnji uzgoj krumpira.
3. Prema kriterijima o intenzitetu zaraze, s obzirom na brojnost cista, radi se o zarazi visokog intenziteta (> 25 cista/100 ml tla).
4. Ciste su bile vitalne te se broj jaja i ličinki kretao od 6,61 do 39,13/ g tla (prosječno 14,80 jaja i ličinki/g tla). Prema tim podacima možemo sa sigurnošću zaključiti da je na proizvodnoj površini prekoračen ekonomski prag štetnosti od 20 jaja odnosno ličinki/g tla.
5. Zbog jake zaraze ovim karantenskim štetnikom, na uzorkovanoj proizvodnoj površini, potrebno je provoditi mjere integrirane zaštite bilja koje uključuju: plodored, uništavanje korovnih biljaka iz porodice *Solanaceae*, sadnju otpornih kultivara, sterilizaciju tla solarizacijom, „trap cropping“ te primjenu nematocida.

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, 4: 265-271 <<https://hrcak.srce.hr/169007>> pristupljeno 19. srpnja 2019.
3. Buturac I., Bolf M. (2000). Proizvodnja krumpira. Hrvatski zadružni savez, Zagreb
4. FAOSTAT (2019). Food and Agriculture Organization of the United Nations, <<http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC/visualize>> pristupljeno 18. srpnja 2019.
5. FIS Baza (2019). Ministarstvo poljoprivrede. Popis registriranih sredstava za zaštitu bilja na dan 28.07.2019.< <https://fis.mps.hr/TrazilicaSZB/Default.aspx?lan=hr-Hr>> pristupljeno 28. srpnja 2019.
6. 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 20. srpnja 2019.
7. Grubišić D., Gotlin Čuljak T., Belavić T. (2013). Krumpirove cistolike nematode *Globodera rostochiensis* i *Globodera pallida* važni štetnici krumpira, Glasilo biljne zaštite, 4: 297-301 <<https://hrcak.srce.hr/169011>> pristupljeno 20. srpnja 2019.
8. Grubišić D., Pajač Živković I., Gotlin Čuljak T., Brmež M., Benković-Lačić T., Mešić A. (2013a). First molecular detection of croatian potato cyst nematode (PCN) populations using the polymerase chain reaction (PCR), Entomologia Croatica, 1-4: 35-40 <<https://hrcak.srce.hr/130292>> pristupljeno 21. srpnja 2019.
9. Grubišić, D. (2006). *Globodera rostochiensis* (Wollenweber, 1923) Behrens, 1975 Nematoda: Heteroderidae) novi član nematofaune u Republici Hrvatskoj, Doktorska disertacija, Agronomski fakultet Sveučilišta u Zagrebu
10. Invasive.org (2019). Potato cyst nematode (*Globodera rostochiensis*) (Wollenweber), <<https://www.invasive.org/browse/detail.cfm?imgnum=1356139>> pristupljeno 20. srpnja 2019.
11. 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 1: 23-25 < <https://hrcak.srce.hr/13022>> pristupljeno 25. srpnja 2019.
12. Native Plant Trust Go Botany (2019). Leaves: *Solanum tuberosum*, < <https://gobotany.nativeplanttrust.org/species/solanum/tuberosum/>> pristupljeno 19. srpnja 2019.
 13. OEPP/EPPO Bulletin (2017). PM 7/40 (4) *Globodera rostochiensis* and *Globodera pallida*, 2: 174–197., < <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.1111/epp.12391> > pristupljeno 29. srpnja 2019.
 14. Ostojić I. (2011.): Krumpirove cistolike nematode *Globodera rostochiensis* Woll. i *Globodera pallida* Stone. Agronomski i prehrambeno – tehnološki fakultet. Sveučilište u Mostaru, < <https://paperzz.com/doc/5147450/> > pristupljeno 19. srpnja 2019.
 15. Peru for Less (2019). Varieties of potatoes in the Sacred Valley, <<https://www.peruforless.com/blog/sacred-valley-worlds-agricultural-breadbasket/> > pristupljeno 26. srpnja 2019.
 16. Pinova (2019). Cvat krumpira <http://pinova.hr/hr_HR/galerija/4098/305/3020/Cvat+krumpira+-+plave+boje > pristupljeno 18. srpnja 2019.
 17. 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
 18. Science Source (2019). Golden potato cyst nematode damage, <<https://www.sciencesource.com/archive/Golden-potato-cyst-nematode-damage-SS2839690.html> > pristupljeno 31. srpnja 2019.
 19. Sito S., Džaja V., Kušec V., Ciler K., Palinić B., Glogovšek T. (2015). Suvremena tehnika u proizvodnji krumpira. Glasnik zaštite bilja, 5:70-83. <<https://hrcak.srce.hr/162362> > pristupljeno 20. srpnja 2019.
 20. Svat E. (2012). Tehnološko tehnički činitelji i ekonomski rezultati pri uzgoju sjemenskog krumpira, Diplomski rad, Poljoprivredni fakultet u Osijeku, Sveučilište J. J. Strossmayera, < <https://www.bib.irb.hr/796979> > pristupljeno 18. srpnja 2019.
 21. 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. 7-25.

22. Val znanje (2019). Krumpir, <<https://www.val-znanje.com/index.php/ljekovite-biljke/1102-krumpir-solanum-tuberosum-1>> pristupljeno 19. srpnja 2019.
23. Whitehead A. G., Turner, S. J. (1998). Management and regulatory control strategies for potato cyst nematodes (*Globodera rostochiensis* and *Globodera pallida*). U: Marks, R. J., Brodie, B. B. (eds): Potato Cyst Nematodes: Biology, Distribution and Control. CAB International. Wallingford (GB), str. 135-150.

ŽIVOTOPIS

Ines Herak rođena je 18. listopada 1994. godine u Stuttgartu. Prva dva razreda pohađala je u Osnovnoj školi „Mahićno“ u Karlovcu, nakon čega seli u Šibenik gdje pohađa Osnovnu školu „Fausta Vrančića“. 2009. godine upisuje opću gimnaziju „Antuna Vrančića“ u Šibeniku. 2013. upisuje prediplomski studij Agronomskog fakulteta, Sveučilišta u Zagrebu te 2017. stječe akademski naziv sveučilišne prvostupnice biljnih znanosti. Iste godine upisala je diplomski studij Fitomedicina.

Tijekom cijelog studiranja sudjelovala je u raznim studentskim aktivnostima kao što su Sveučilišna smotra te Entomološka grupa, s kojom je dobila i rektorovu nagradu 2018. godine.