

BIOLOGIJA I EKOLOGIJA KARANTENSKE VRSTE *Globodera rostochiensis* (Wollenweber, 1923) Behrens, 1975 (Nematoda: Heteroderidae) U MEDIMURSKOJ ŽUPANIJI

Dinka GRUBIŠIĆ¹, Ljerka OŠTREC¹, Tanja GOTLIN ČULJAK¹, Marija IVEZIĆ²,
Bruno NOVAK³

¹Zavod za poljoprivrednu zoologiju, Agronomski fakultet Sveučilišta u Zagrebu
Svetošimunska cesta 25, HR - Zagreb, Hrvatska, djelinic@agr.hr

²Zavod za zaštitu bilja, Poljoprivredni fakultet Sveučilišta J. J. Strossmayer u Osijeku,
Trg Sv. Trojstva 3, HR – Osijek, Hrvatska.

³Zavod za povrćarstvo, Agronomski fakultet Sveučilišta u Zagrebu
Svetošimunska cesta 25, HR - Zagreb, Hrvatska

Accepted: 30. 5. 2008.

Karantenska vrsta nematoda *Globodera rostochiensis* (Wollenweber, 1923) Behrens, 1975 jedan je od najvažnijih štetnika krumpira u svijetu. Brojnost populacije te vrste ispod ekonomskoga praga štetnosti može se održati jedino integriranom zaštitom koja obuhvaća primjenu plodoreda, sadnju otpornih kultivara krumpira, provođenje mjere «trap cropping», solarizaciju te kemijsko suzbijanje. Poznavanje biologije i ekologije te vrste važno je radi pravovremenog provođenja mjere «trap cropping», odabira prikladnih kultivara krumpira te primjene nematocida. Istraživanje biologije i ekologije vrste *G. rostochiensis* provedeno je od 2003. do 2005. godine u poljskim pokusima postavljenim na lokalitetu Belica, praćenjem pojave i razvoja pojedinih razvojnih stadija te vrste u/na korijenju kultivara Kondor i Desiree, osjetljivih na toga štetnika. Prve infektivne ličinke (L2) utvrđene su u korijenju krumpira 20 dana (2004), 22 dana (2003) i 23 dana (2005) nakon sadnje (od prve ili druge dekade svibnja), a maksimalni broj ličinki u korijenju utvrđen je 32 dana (2004), 34 dana (2003) i 43 dana (2005) nakon sadnje (druga dekada svibnja i prva dekada lipnja). Prvi spolni stadiji utvrđeni su u/na korijenju krumpira najranije 34 dana (2003), 46 dana (2004) i 50 dana (2005) nakon sadnje krumpira (druga dekada svibnja te prva i druga dekada lipnja). 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

mjere «trap cropping», uklanjanjem cime krumpira prije maksimalnog prodora ličinki, oko tjedan dana nakon prvog prodora ličinki (29 dana nakon sadnje krumpira). Različiti razvojni stadiji te vrste (ličinke i odrasli oblici) prisutni su u/na korijenju sve do sušenja cime, do pred kraj prve dekade rujna, što nepovoljno utječe na visinu prinosa ostvarenu uz parazitaciju te vrste. Vrsta *G. rostochiensis* u navedenom uzgojnom području ima jednu generaciju godišnje. Zabilježena duljina životnog ciklusa na lokalitetu Belica jest 59 dana (82 dana nakon sadnje u 2005), odnosno 66 dana (86 dana nakon sadnje u 2004). Razlike u pojavi pojedinih razvojnih stadija posljedica su različitih klimatskih uvjeta u pojedinim godinama istraživanja.

***Globodera rostochiensis*, trap cropping, biologija i ekologija**

D. GRUBIŠIĆ, Lj. OŠTREC, T. GOTLIN ČULJAK, M. IVEZIĆ, B. NOVAK: The Biology and Ecology of the Quarantine Species *Globodera rostochiensis* (Wollenweber, 1923) Behrens, 1975 (Nematoda: Heteroderidae) in Međimurje County.

The quarantine species of nematode *Globodera rostochiensis* (Wollenweber, 1923) Behrens 1975 is one of the most important pests of potato in the world. It is possible to keep the population of this species below the threshold of economic damage only with integrated plant protection, including the use of rotation, planting cultivars that are resistant to the nematode, carrying out the trap cropping method, solarisation and chemical control. It is important to know the biology and ecology of this species for the sake of timely implementation of the trap cropping measure, the choice of appropriate cultivars and the application of nematicides. Research into the biology and ecology of *G. rostochiensis* was carried out from 2003 to 2005 in field trials set up in the Belica site, monitoring the appearance and development of the individual stages of development of this species in and on the roots of the cultivars Kondor and Desiree, which are susceptible to this pest. The first infectious larvae (L2) were established in potato root 20 days (2004), 22 days (2003) and 23 days (2005) after planting (from the first to the second decade of May), while the maximum number of larvae in the roots was determined on 32 days (2004), 34 days (2003) and 43 days (2004) after planting (i.e., in the second decade of May and the first decade of June). The first sexual stages were determined in and on the root of the potato at the earliest 34 days (2003), 46 days (2004) and 50 days (2005) after the planting of potatoes (the second decade of May and the first and second decades of June). On the basis of familiarity with the period of the first entry of the larvae into the root, the maximum penetration (abundance) of the larvae in the root and the appearance of the first sexual stages, it is

possible to determine the date to conduct the trap cropping method, removing the young shoots of the potato before the maximum larval invasion, around a week after the first penetration by larvae (29 days after planting). The different developmental phases of this species (larvae and adult forms) are present in and on the root until the young shoots wither, to before the end of the first decade of September, which has a deleterious effect on the amount of the yield harvested in conjunction with parasitism from this species. The species *G. rostochiensis* in the said cultivation area has one generation a year. The length of the life cycle in the site of Belica has been recorded at 59 days (82 days after planting in 2005), or 66 days (86 days after planting in 2004). Differences in the appearance of the individual development phases are the consequences of varied climatic conditions in the individual years of the research programme.

Key words: *Globodera rostochiensis*, trap cropping, biology and ecology

Uvod

Globodera rostochiensis (Wollenweber, 1923) Behrens, 1975 jedan je od najvažnijih štetnika krumpira u svijetu. Ova karantenska vrsta u Republici Hrvatskoj prvi je put utvrđena 2001. godine na lokalitetu Belica (Međimurska županija). Potom je nakon provođenja opširnog monitoringa te prikupljanja ukupno 7725 uzoraka tla s krumpirišta na 401 lokalitetu u 20 hrvatskih županija, utvrđena, osim na 15 lokaliteta spomenute županije, i u Varaždinskoj županiji (4 lokaliteta), Zagrebačkoj županiji (3 lokaliteta) te Primorsko-goranskoj županiji (5 lokaliteta). Patotipovi vrste *G. rostochiensis* identificirani metodom bio-testa iz uzoraka cista prikupljenih u spomenute četiri županije bili su: u Međimurskoj (Ro 1, Ro2/3, Ro5), Varaždinskoj (Ro1, Ro5), Primorsko-goranskoj (Ro1, Ro5) i u Zagrebačkoj (Ro1) (Grubišić et al., 2006). Pojedine od mjera suzbijanja toga štetnika potrebno je prilagoditi njegovim karakteristikama na određenom području jer se razlikuje biologija i ekologija toga štetnika u pojedinim područjima. O poznavanju dinamike populacije te vremena pojave pojedinih razvojnih stadija toga štetnika na biljci domaćinu (krumpiru) ovisi i pravovremenost provođenja mjere «trap cropping», odabir prikladnih kultivara krumpira te primjena nematocida. Budući da je to novoutvrđena vrsta na području Republike Hrvatske, njezina biologija i ekologija nisu bili predmetom dosadašnjih nematoloških istraživanja. U literaturi postoje podaci o životnom ciklusu, biologiji i ekologiji toga štetnika utvrđeni širom svijeta, koji mogu poslužiti za usporedbu s rezultatima istraživa-

nja postignutim na lokalitetu Belica u Republici Hrvatskoj, ali ne i kao ishodište za suzbijanje *G. rostochiensis* na tom području.

Tako prema literaturnim podacima, u umjerenim klimama *G. rostochiensis* obično ima samo jednu generaciju godišnje (Morris, 1971), a druga generacija može početi razvoj (Evans, 1969). U Finskoj (Tiilikala, 1987) i u zapadnoj Australiji (Stanton & Sartori, 1990) ti paraziti imaju jednu generaciju godišnje. U Italiji (Greco et al., 1988) u regiji Catania i Bari (u suptropskim klimama) razvija se samo jedna generacija, a u regiji Avezzano (u umjerenim klimama) vrsta *G. rostochiensis* imala je dvije generacije godišnje. Jones (1950) (cit. Turner & Evans, 1998) također navodi da se u hladnim tlima sjeverne Europe obično razvija samo jedna generacija toga štetnika, a u vlažnim tlima može se pojaviti i druga generacija, no aktivnost naglo opada pri temperaturama višim od 25 °C (Berry et al., 1977 cit. Turner & Evans, 1998).

Ovisno o temperaturi tla, potpuni životni ciklus ostvaren je u razdoblju od 38 do 48 dana (Chitwood & Buhner, 1945 cit. <http://plpnemweb.ucdavis.edu>, www.affa.gov.au, U.S. Department of Agriculture - Agricultural Research Service, 1969), a prema izvoru www.inra.fr, u razdoblju od 50 do 70 dana. U Slovačkoj je utvrđeno da je životni ciklus te vrste trajao od 68 dana u 2003. te 60 dana u 2004. (Renčo, 2007).

Preživljavanje, reprodukcija i dinamika populacije krumpirovih cistolikih nematoda ovise o temperaturi, vlažnosti, trajanju osvjetljenosti te edafskim faktorima. Kada je temperatura tla dovoljno visoka, oko 12 °C (www.inra.fr) ili oko 15 °C (<http://extension.usu.edu>), a potrebni signali za izlazak ličinki iz jaja primljeni (primjerice kemijski stimulansi korijenja domaćina), ličinke migriraju prema korijenju domaćina. Prema autorima Inagaki (1984), Magnussen (1986) i Greco (1988) najniži temperaturni prag za izlazak ličinki iz jaja jest 10 °C. Prema Tiilikala (1987) u Finskoj, prve se migratorne ličinke u tlu mogu naći na 4 i 5 °C. Mulder (1988) utvrđuje da je optimalna temperatura tla 21 °C, a da pri temperaturi nižoj od 9 °C prestaje izlazak ličinki iz jaja. Stoyanov & Trifonova (1995) (cit. Sharma & Sharma, 1998) navode da je izlazak ličinki iz cista u Bugarskoj zabilježen pri temperaturama od 10 do 30 °C, a optimalna je temperatura bila 20 °C. Optimalnu temperaturu za izlazak ličinki iz jaja od 20 do 25 °C navode i Lowensberry, 1950; Ellenby & Smith, 1975, Fenwick, 1951 (cit. Sharma & Sharma, 1998) te Whitehead (1992).

Prema podacima Mugniery (1978) ličinke se u korijenju mogu naći trećega dana nakon sadnje (Francuska), petoga dana (Finska) (Tiilikala, 1987) ili 2 tjedna nakon sadnje (Engleska) (Storey, 1982). D'Errico et al. (1995) navodi da su prve infektivne ličinke u korijenju krumpira u Italiji utvrđene 51 dan nakon sadnje. U Slovačkoj su prve infektivne ličinke u korijenju utvrđene 18 dana (16. 5. 2003) i 27 dana (27. 5. 2004) nakon sadnje (Renčo, 2007).

U Slovačkoj je maksimalan broj migratornih ličinki u uzorcima tla zabilježen 19. 5. 2003. i 26. 5. 2004. (Renčo, 2007), a posljednje migratorne ličinke u uzorcima tla u Slovačkoj utvrđene su 23. 9. 2003. te 9. 9. i 23. 9. 2004. (Renčo, 2007). U Slovačkoj su prvi mužjaci utvrđeni 43 i 46 dana nakon sadnje, a ženke 40 i 43 dana nakon sadnje. D'Errico et al. (1995) utvrdili su prve mužjake tek 79 dana nakon sadnje, a ženke 89 dana nakon sadnje krumpira.

Prve ciste na korijenju krumpira razvijaju se u lipnju, no u znatnijem broju razvijaju se u srpnju i kolovozu, a njihov nastanak prestaje u listopadu (www.inra.fr).

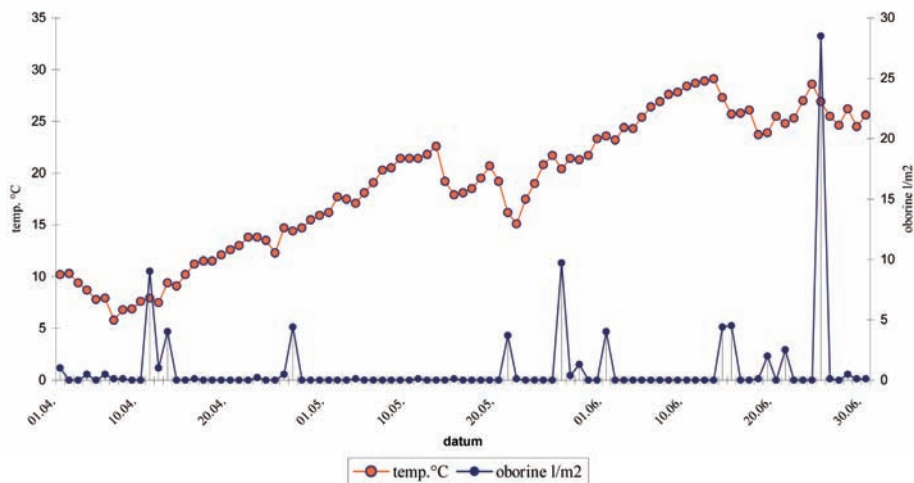
Nakon utvrđivanja te vrste u Međimurskoj županiji, poglavito na lokalitetu Belica, gdje se odvija najintenzivnija proizvodnja merkantilnoga krumpira u Republici Hrvatskoj, počela su istraživanja biologije i ekologije toga karantenskoga štetnika. U ovom radu prikazani su rezultati istraživanja, koji pridonose poznavanju te novoutvrđene vrste u Republici Hrvatskoj i mogu pomoći u organizaciji sprječavanja daljnjeg porasta njezine populacije i širenja na nova područja.

Materijali i metode

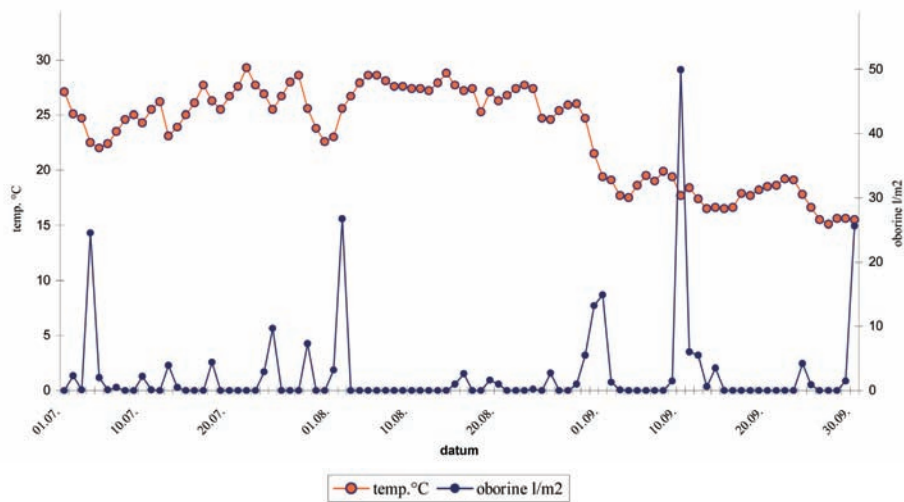
Istraživanja biologije i ekologije vrste *G. rostochiensis* provedena su od 2003. do 2005. godine na lokalitetu Belica, analizom uzoraka korijenja krumpira kultivara Kondor i Desiree, na prisutnost različitih razvojnih stadija vrste *G. rostochiensis*.

Poljski pokusi postavljeni su 17. 4. 2003., 18. 4. 2004. te 21. 4. 2005. Meteorološki parametri (srednje dnevne temperature tla na 20 cm dubine i raspored oborina, slika 1-6) dobiveni su od Državnoga hidrometeorološkoga zavoda.

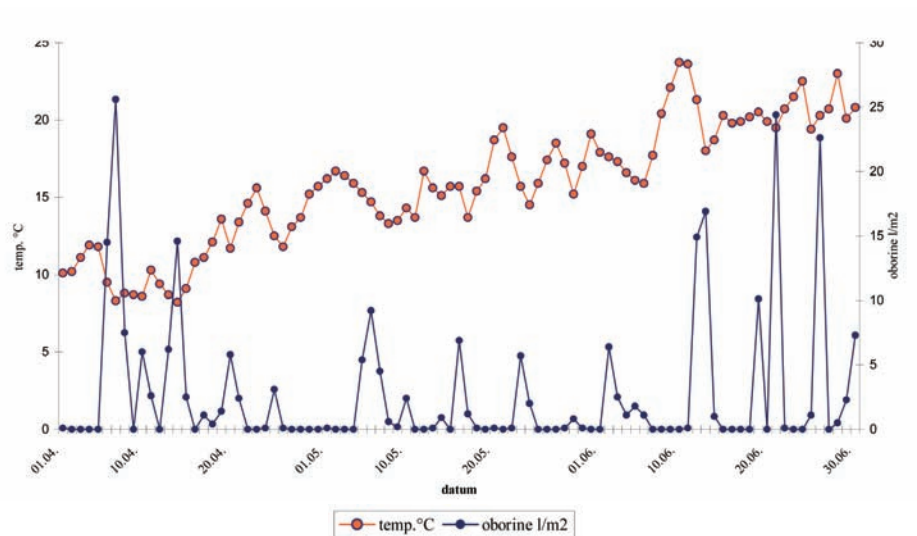
Pregled i analiza korijenja biljaka krumpira u krumpirištu počeli su nakon nicanja krumpira (dvadesetak dana nakon sadnje) da bi se utvrdio prvi prodor infektivnih ličinki krumpirovih cistolikih nematoda u korijenje krumpira. Korijenje krumpira pregledavano je do rujna kada se cima krumpira većinom osušila.



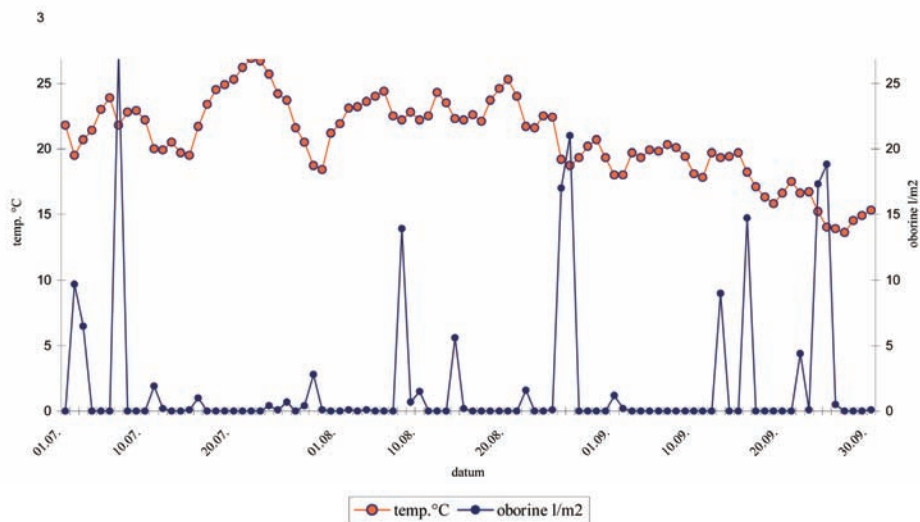
Slika 1. Grafički prikaz srednje dnevne temperature tla na 20 cm dubine i raspored oborina u razdoblju travanj-lipanj 2003.



Slika 2. Grafički prikaz srednje dnevne temperature tla na 20 cm dubine i raspored oborina u razdoblju srpanj-rujan 2003.

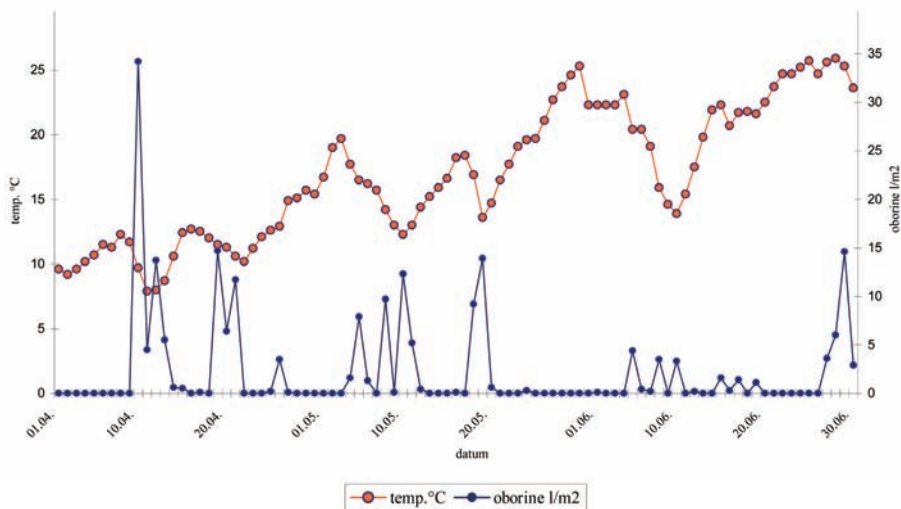


Slika 3. Grafički prikaz srednje dnevne temperature tla na 20 cm dubine i raspored oborina u razdoblju travanj-lipanj 2004.

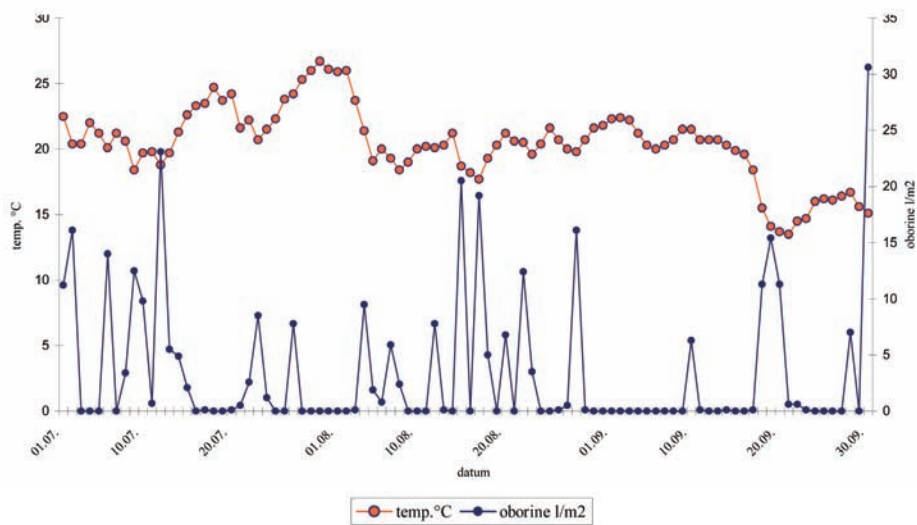


Slika 4. Grafički prikaz srednje dnevne temperature tla na 20 cm dubine i raspored oborina u razdoblju srpanj-rujan 2004.

D. GRUBIŠIĆ, Lj. OŠTREC, T. GOTLIN ČULJAK, M. IVEZIĆ, B. NOVAK: Biologija i ekologija karantenske vrste *Globodera rostochiensis* (Wollenweber, 1923) Behrens, 1975 (Nematoda: Heteroderidae) u Međimurskoj županiji



Slika 5. Grafički prikaz srednje dnevne temperature tla na 20 cm dubine i raspored oborina u razdoblju travanj-lipanj 2005.



Slika 6. Grafički prikaz srednje dnevne temperature tla na 20 cm dubine i raspored oborina u razdoblju srpanj-rujan 2005.

Korijen je vađen s pomoću “štihače” zajedno sa zemljom iz zone korijena, a kao označeni uzorak u PVC vrećama transportiran je na analizu u nematološki laboratorij Agronomskog fakulteta u Zagrebu. U laboratoriju se provodila ekstrakcija ličinki iz korijenja krumpira te pregled korijena na prisutnost novo razvijenih ženki/cista te vrste.

Za utvrđivanje prisutnosti ličinki *G. rostochiensis* u korijenju krumpira, raobljena je metodika izdvajanja preko sita (Krnjaić et al., 1987, s'Jacob & Bezooijen, 1971, s'Jacob & Bezooijen, 1975, s'Jacob i Bezooijen, 1984). Uzorci korijenja nakon dopremanja u laboratorij isprani su vodom i odrezani od cjelokupno izvađene biljke. Jedan gram pripremljenog uzorka korijena usitnjavan je škarama (u dijelove oko 1mm duljine) te preko filtrinog papira stavljen na sita. Tako, na situ pripremljen materijal, stavljan je u podloške (Petrijeve posude) napunjene vodom, da bi nematode prešle iz korijena, kroz filtrirni papir, u podložak s vodom ispod sita. Nakon 24 sata, suspenzija s nematodama (volumena 100 ml) podvrgnuta je pregledu. Suspenzija s nematodama miješana je (homogenizirana) s pomoću akvarijske pumpice, nakon čega su u posudicama za brojenje nematoda pregledavana po dva poduzorka (volumena 5 ml). Broj nematoda utvrđen u 5 ml potom je preračunat u broj nematoda u 100 ml suspenzije.

Na izvađenom korijenju krumpira tijekom vegetacije praćen je i razvoj ženki te kasnije cista (s pomoću ručne lupe), na dijelu korijena duljine 2,54 cm (Granger, 1951).

Pregled suspenzije i brojanje ličinki zlatne krumpirove cistolike nematode provedeni su s pomoću mikroskopa Axiolab Zeiss s video imaging sustavom i programom za mjerenje pod povećanjem 400 ili 500 puta.

Identifikacija ličinki 2. stadija (J2) te mužjaka i ženki vrste *G. rostochiensis* provedena je prema ključevima za identifikaciju (Fleming & Powers, 1998, Bongers, 1994).

Rezultati i rasprava

Rezultati istraživanja biologije i ekologije vrste *G. rostochiensis* te pojava pojedinih razvojnih stadija te vrste u/na korijenju osjetljivih kultivara krumpira, zabilježeni u poljskim pokusima na lokalitetu Belica (2003-2005), prikazani su u tablici 1. Dinamika prodora ličinki te vrste u korijenje osjetljivih kultivara krumpira (od sadnje do vađenja krumpira, u istim poljskim pokusima) prikazana je na slikama 7-9.

Tablica 1. Pojava pojedinih razvojnih stadija vrste *Globodera rostochiensis* u/na korijenju osjetljivih kultivara krumpira na lokalitetu Belica (2003-2005)

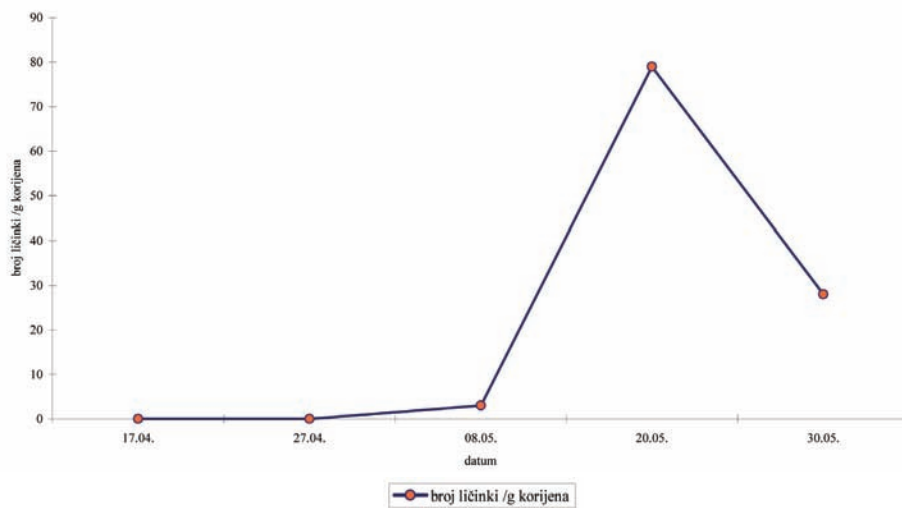
Godina/datum	Razvojni stadiji vrste <i>Globodera rostochiensis</i>			
	Ličinke	Ženke	Mužjaci	Ciste
2003.				
17.4.	-*	-	-	-
27.4.	-	-	-	-
8.5.	+**	-	-	-
20.5.	+	+	+	-
30.5.	+	+	+	-
2004.				
18.4.	-	-	-	-
28.4.	-	-	-	-
7.5.	+	-	-	-
19.5.	+	-	-	-
4.6.	+	+	+	-
16.6.	+	+	+	+
30.6.	+	-	-	+
13.7.	+	+	-	+
27.7.	+	-	-	-
10.8.	+	-	-	-
4.9.	+	-	-	-
2005.				
21.4.	-	-	-	-
30.4.	-	-	-	-
13.5.	+	-	-	-
23.5.	+	-	-	-
3.6.	+	-	-	-
11.6.	+	+	+	-

Tablica 1. nastavak

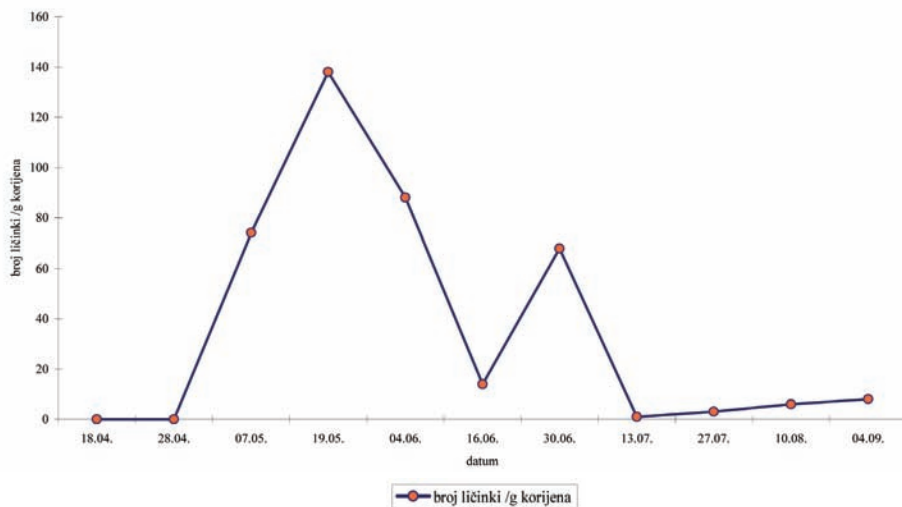
25.6.	+	-	-	+
11.7.	+	-	-	+
25.7.	+	-	+	-
12.8.	+	-	-	-
9.9.	+	-	-	-

*(-) nije utvrđena pojava navedenog razvojnog stadija

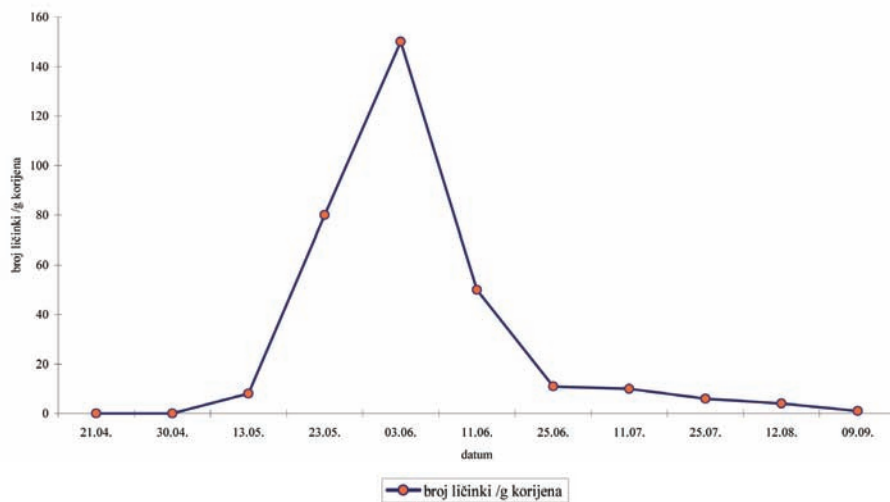
** (+) utvrđena pojava navedenog razvojnog stadija



Slika 7. Grafički prikaz brojnosti ličinki u 1g korijena krumpira (2003)



Slika 8. Grafički prikaz brojnosti ličinki u 1g korijena krumpira (2004)



Slika 9. Grafički prikaz brojnosti ličinki u 1g korijena krumpira (2005)

Prvi prodor infektivnih ličinki u korijenje krumpira na lokalitetu Belica utvrđen je 8. 5. 2003. (temp. tla na 20 cm dubine u tom razdoblju 11,5-20,5 °C, slika 1. i slika 7), 22 dana nakon sadnje), 7. 5. 2004. (temp. tla na 20 cm dubine u tom razdoblju 11,7- 16,7 °C, slika 3. i slika 8, 20 dana nakon sadnje) te 13. 5. 2005. (temp. tla na 20 cm dubine u tom razdoblju 10,2-19,7 °C, slika 5. i slika 9, 23 dana nakon sadnje) (tablica 1). Iz navedenih je podataka vidljivo da se prvi prodor infektivnih ličinki u uvjetima lokaliteta Belica gotovo potpuno podudara, poglavito ako se uzme u obzir da je krumpir u sve 3 godine istraživanja posaden gotovo istoga datuma. U usporedbi s rezultatima Mugniery (1978), Tiilikala (1987), D'Errico et al. (1995) te Storey (1982) i Renčo (2007), prethodno navedenim rezultatima zabilježenim u provedenom istraživanju (tablica 1) najbliži su rezultati Storey (1982), prema kojima su ličinke u korijenju krumpira u Engleskoj utvrđene 2 tjedna nakon sadnje, te rezultati slovačkih istraživanja Renčo (2007), gdje su prve infektivne ličinke u korijenju utvrđene 18 dana (16. 5. 2003.) i 27 dana (27. 5. 2004.) nakon sadnje. Zabilježene temperature tla, navedene uz datume prvoga prodora ličinki u korijen krumpira, u sve 3 godine istraživanja, od sadnje (8. 5. 2003., 7. 5. 2004, 13. 5. 2005.) do prve infekcije biljaka, bile su više od 10 °C te su bile povoljne za izlazak ličinki iz jaja, što odgovara literaturnim podacima o najnižim pragovima za izlazak ličinki iz jaja koje navode autori Inagaki (1984), Magnussen (1986) i Greco (1988) te izvori www.inra.fr i <http://extension.usu.edu>.

Maksimalni broj ličinki u korijenu utvrđen je 20. 5. 2003. (79 ličinki/g korijena, temp. tla na 20 cm dubine od prodora prvih ličinki do njihova maksimuma: 17,9-20,5 °C, 34 dana nakon sadnje, slika 1. i slika 7), 19. 5. 2004. (138 ličinki/g korijena, temp. tla na 20 cm dubine od prodora prvih ličinki do njihova maksimuma: 13,3-16,2 °C, 32 dana nakon sadnje, slika 3. i slika 7) te 30. 6. 2004. (68 ličinki/g korijena, temp. tla na 20 cm dubine od 1. do 2. maksimuma: 14,5-23,7 °C, 54 dana nakon sadnje, slika 3. i slika 7) i 3. 6. 2005. (150 ličinki/g korijena, temp. tla na 20 cm dubine od prodora prvih ličinki do njihova maksimuma: 13,6-25,3 °C, 43 dana nakon sadnje, slika 5. i slika 9) (tablica 1). Datumi pojave prvog maksimuma u 2003. i 2004. vrlo su slični, a maksimum u 2005. pomaknut je za 9, odnosno 11 dana, u odnosu na dvije prethodne godine. U Slovačkoj zabilježen je maksimalan broj migratornih ličinki u uzorcima tla 19. 5. 2003. i 26. 5. 2004. (Renčo, 2007), što je vrlo slično rezultatima zabilježenima na lokalitetu Belica. Temperature tla na 20 cm dubine, navedene uz datume maksimalne brojnosti

ličinki utvrđene u korijenju 2003. i 2005, kretale su se oko optimuma za izlazak ličinki iz jaja.

U 2004. zabilježene su nešto niže temperature tla, povezane s obiljem oborina u tome razdoblju, ali povoljne za normalan izlazak ličinki iz jaja. Broj ličinki utvrđenih u 1. maksimumu bio je viši (138 ličinki/g korijena) u odnosu na broj ličinki zabilježen u 2. maksimumu u 2004. (68 ličinki/g korijena), no iako je utvrđen i drugi maksimum u populaciji ličinki u korijenju krumpira, do kraja vegetacije na korijenju krumpira nije utvrđen razvoj zlatnožutih cista druge generacija *G. rostochiensis*.

Posljednje ličinke u korijenju krumpira nalažene su 4. 9. 2004. i 9. 9. 2005. (tablica 1) kad je cima krumpira bila gotovo potpuno osušena, što je vremenski bilo ujednačeno u obje godine. Vrlo slični rezultati navedenima zabilježeni su u Slovačkoj, gdje su posljednje migratorne ličinke u uzorcima tla utvrđene 23. 9. 2003. te 9. 9. i 23. 9. 2004. (Renčo, 2007).

Ličinke krumpirove cistolike nematode tijekom provedenog istraživanja utvrđene su u korijenju tijekom cijeloga vegetacijskoga razdoblja (tablica 1, slika 8. i 9), osim u prvih 20-ak dana nakon sadnje (do nicanja krumpira i razvoja prvog korijenja). Ta pojava upućuje na kontinuiranu parazitaciju vrste *G. rostochiensis* u nasadu krumpira koja za cijelo vrijeme vegetacije nepovoljno utječe na kondiciju biljke, odnosno formiranje prinosa.

Prve ženke i mužjaci u korijenju krumpira utvrđeni su 20. 5. 2003. (temp. tla na 20 cm dubine od prodora prvih ličinki do pojave navedenih stadija: 17,9-21,8 °C, 34 dana nakon sadnje, slika 1) i 4. 6. 2004. (temp. tla na 20 cm dubine od prodora prvih ličinki do pojave navedenih stadija: 13,3-19,5 °C; 46 dana nakon sadnje, slika 3) te 11. 6. 2005. (temp. tla na 20 cm dubine od prodora prvih ličinki do pojave navedenih stadija: 13,7-23,7 °C, 50 dana nakon sadnje, slika 5) (tablica 1). U Slovačkoj su dobiveni slični rezultati, s prvim utvrđivanjem mužjaka 43 i 46 dana nakon sadnje, a ženki 40 i 43 dana nakon sadnje (Renčo, 2007), a rezultati istraživanja u Italiji (D'Errico et al., 1995) znatno razlikuju.

Usporedbom datuma maksimalnog broja ličinki u korijenju krumpira i prve pojave ženki te mužjaka utvrđeno je da se u 2003. poklapaju, u 2004. pojavljuju se u razmaku od 7 dana, a 2005. u razmaku od 14 dana. Iz spomenutih rezultata proizlazi da se desikacija, ili drugi oblik uklanjanja cime krumpira, radi provođenja «trap croppinga», treba provesti prije datuma u kojem je utvrđen maksimum ličinki u korijenju krumpira. Naime, ne valja čekati maksimalni izlazak ličinki iz

cista jer postoji mogućnost – zato što se ubrzo nakon maksimuma javljaju spolni razvojni stadiji (iz ličinki koje su u korijenju već neko vrijeme prije maksimuma) - oplodnje i porasta populacije u nasadu i prije maksimalnoga prodora ličinki u korijenje krumpira. Budući da je razmak između prvog prodora ličinki u korijen i zabilježenih maksimuma ličinki u korijenu u 2003. bio 12 dana, u 2004. 12 dana, a u 2005. 21 dan (prosječno 15 dana), desikaciju bi i iz sigurnosnih razloga bilo nužno provesti barem 7 dana nakon utvrđivanja prvog prodora ličinki u korijen, odnosno oko 29 dana nakon sadnje krumpira.

Pojava ženki (cista) različitih obojenja u isto vrijeme posljedica je sukcesivnog prodora infektivnih ličinki u korijenje krumpira. Tako se na korijenu krumpira istovremeno moglo naći ženke (ciste) bijele, blijedožute, narančaste te zlatnožute boje, i to 20. 5. 2003. (samo bijele ženke, jer biologija nije praćena dalje tijekom vegetacije, nego samo za potrebe određivanja optimalnog roka za uklanjanje krumpira metodom «trap cropping») te od 16. 6. 2004. do 13. 7. 2004. i od 11. 6. 2005. do 25. 7. 2005. Iz navedenoga je vidljivo da su u obje godine istraživanja postignuti slični rezultati, a razlika u datumu utvrđivanja prisutnosti pojedinih stadija može biti posljedicom različitog datuma očitavanja rezultata.

Životni ciklus vrste *G. rostochiensis* u provedenom istraživanju od utvrđivanja prvih ličinki u korijenju krumpira do razvoja zlatnožutih cista na njemu trajao je 66 dana 2004, a u 2005. 59 dana.

Podaci o duljini životnog ciklusa i o pojavi pojedinih razvojnih stadija vrste *G. rostochiensis*, koje navodi izvor www.inra.fr, te isti podaci slovačkih istraživanja (Renčo, 2007) većinom su usporedivi s rezultatima istraživanja u Republici Hrvatskoj, no razlikuju se u odnosu na navode Chitwood & Buhner (1945) (cit. <http://plpnemweb.ucdavis.edu>, www.affa.gov.au) te U.S. Department of Agriculture - Agricultural Research Service (1969), prema kojima je životni ciklus ostvaren kroz razdoblje od 38 do 48 dana.

Razlike u duljini životnog ciklusa utvrđene u lokalitetu Belica u 2004. i 2005. mogu biti posljedicom različitih klimatskih prilika, sortnih karakteristika, ali i datuma očitavanja rezultata u različitim godinama istraživanja.

Zaključci

Istraživanjima biologije i ekologije vrste *G. rostochiensis* (2003-2005) na lokalitetu Belica (Međimurska županija, Republika Hrvatska), utvrđeno je da ta vrsta nematode u nas ima jednu generaciju godišnje. Utvrđeno je da životni ciklus

te vrste traje od 66 dana (2004), odnosno 59 dana (2005). Prvi prodor infektivnih ličinki u korijenje krumpira utvrđen je 8. 5. 2003. (22 dana nakon sadnje), 7. 5. 2004. (20 dana nakon sadnje) te 13. 5. 2005. (23 dana nakon sadnje). Maksimalni broj ličinki u korijenu utvrđen je 20. 5. 2003. (34 dana nakon sadnje), 19. 5. 2004. (32 dana nakon sadnje), 30. 6. 2004. (2. maksimum, 54 dana nakon sadnje) i 3. 6. 2005. (43 dana nakon sadnje). Ličinke krumpirove cistolike nematode tijekom provedenog istraživanja utvrđene su u korijenu tijekom cijelog vegetacijskog razdoblja, osim u prvih 20-ak dana nakon sadnje (do nicanja krumpira i razvoja prvoga korijenja). Ta pojava upućuje na kontinuiranu parazitaciju vrste *G. rostochiensis* u nasadu krumpira koja za cijelo vrijeme vegetacije nepovoljno utječe na kondiciju biljke, odnosno na formiranje prinosa.

Prve ženke i mužjaci u korijenu krumpira utvrđeni su 20. 5. 2003. (34 dana nakon sadnje), 4. 6. 2004. (46 dana nakon sadnje) te 11. 6. 2005. (50 dana nakon sadnje). Prema utvrđenim datumima: prvog prodora infektivnih ličinki, maksimalnog broja ličinki te pojave spolnih stadija te vrste u korijenu biljke domaćina, procijenjen je broj dana (razdoblje) nakon kojega je potrebno provesti desikaciju cime krumpira radi provođenja mjere «trap cropping». Iz sigurnosnih razloga (da ne bi došlo do daljnjeg porasta populacije) tu mjeru potrebno je provesti barem 7 dana nakon utvrđivanja prvog prodora ličinki u korijen, najkasnije 29 dana nakon sadnje krumpira. S obzirom da vrsta *G. rostochiensis* u nas ima samo jednu generaciju godišnje, nije nužno odabirati isključivo rane kultivare krumpira te se nesmetano mogu uzgajati srednje kasni kultivari.

Zabilježene temperature tla, navedene uz datume prvoga prodora ličinki u korijen krumpira u sve 3 godine istraživanja od sadnje (8. 5. 2003., 7. 5. 2004. i 13. 5. 2005.) do prve infekcije biljaka bile su više od 10 °C te su bile povoljne za izlazak ličinki iz jaja, što odgovara literaturnim podacima o najnižim pragovima za izlazak ličinki iz jaja. Prema tim rezultatima i rezultatima o utvrđenom maksimumu prodora ličinki u korijenje krumpira (32-43 dana nakon sadnje, osim drugog maksimuma u 2004.) može se očekivati visoka te dovoljno duga učinkovitost nematocidnih pripravaka, koji se u području u kojem su provedena istraživanja primjenjuju neposredno prije ili za vrijeme sadnje krumpira.

Literatura

BONGERS, T., 1994. De nematoden van Nederland. Een identificatietabel voor de in Nederland aangetroffen zoetwater-en bodembewonende nematoden.

- Stichting Uitgeverij Koninklijke Nederlandse Natuurhistorische Vereniging.-III.- (Natuurhistorische bibliotheek, ISSN 0169-5355: nr. 46) Uterrecht. 408 str.
- D'ERRICO, F. P., AMBROGIONI, L. & CAVALLI, M., 1995. Life cycle of *Globodera rostochiensis* on potato and tomato specialized and consociated crops. Suppl. Nematol. Medit. 23: 39-43.
- EVANS, K., 1969. Changes in a *Heterodera rostochiensis* population through the growing season. Ann. Appl. Biol. 64: 31-41.
- FLEMING, C. C. & POWERS, T. O., 1998. Potato cyst nematode diagnostics: Morfology, differential hosts and biochemical techniques. In MARKS R. J., BRODIE B. B.: Potato Cyst Nematodes: Biology, Distribution and Control. CAB International, Wallingford (GB), pp 91-114.
- GRAINGER, J., 1951. The golden eelworm. Studies on the ecology and control of the Potato Root Eelworm, *Heterodera rostochiensis*. Research Bulletin 10. West of Scotland Agricultural Coolege, Auchincruive, Ayr.
- GRECO, A., INSERRA, R. N., BRANDONISIO, A., TIROO, A., DE MARINIS, G., 1988. Life-cycle of *Globodera rostochiensis* on potato in Italy. Nematologia Mediteranea 16: 69-73.
- GRUBIŠIĆ, D., OŠTREC, LJ., GOTLIN ČULJAK, T., BLÜMEL, S., 2007. The occurrence and distribution of potato cyst nematodes in Croatia. Journal of Pest Science. 80: 1. 21-27.
- INAGAKI, H., 1984. Studies on the ecology and control for the potato cyst nematode *G. rostochiensis* Woll., Hokkango Nat. Exp. Stat. 139: 123-130.
- S'JACOB, J. J. & V. BEZOOIJEN, J., 1971. A manual for practical work in nematology. Revised (1971) edition. Wageningen.
- S'JACOB, J. J. & V. BEZOOIJEN, J., 1975. A manual for practical work in nematology. Revised (1975) edition. Wageningen.
- S'JACOB, J. J. & V. BEZOOIJEN, J. 1984. A manual for practical work in nematology.
- KRNJAIĆ, Đ. i KRNJAIĆ, S., 1987. Fitonematologija. Štetne nematode u biljnoj proizvodnji i suzbijanje. Nolit. Beograd. 433. str.
- MAGNUSSEN, M. L., 1986. Development of *G. rostochiensis* under stimulated Nordic condition. Nematologica 32:438-447.
- MORRIS, R.F., 1971. Distribution and biology of the golden nematode *Globodera rostochiensis* in Cyprus. Nematologica 26: 637-369.
- MUGNIERY, D., 1978. Vitesse de development, en fonction de la temperature, de *Globodera rostochiensis* et *G. pallida*. Rev. Nematol. 1: 3-12.
- MULDER, H., 1988. Temperature response of *G. rostochiensis* Woll. and *G. pallida* Stone. Nematologia mediterranea 45: 434-440.
- RENČO, M., 2007. Comparison of the life cycle of potato cyst nematode (*Globodera rostochiensis*) pathotype Ro1 in selected potatoe cultivar. Biologia 62: 2. 195-200.
- SHARMA, S. B. & SHARMA R., 1998. Hatch and emergence. U Sharma, S.B.: The Cyst Nematodes, Kluwere Academic Publishers, Dordrecht/Boston/London, 191-216.

- STANTON, J. M. & SARTORI, M., 1990. Hatching and reproduction of the potato cyst nematode, *Globodera rostochiensis*, from potato fields in Western Australia as influenced by soil temperature. *Nematologica* 36: 457-464.
- STOREY, G.W., 1982. Spatial population dynamics of potato cyst nematode *Globodera rostochiensis* in sandy soil and peaty loam during the course of a growing season. *Nematologica* 28: 219-232.
- TIILIKALA, K., 1987. Life cycle of potato cyst nematode in Finland. *Annales Agriculture Fenniae* 26: 171-179.
- TURNER, S. J. & EVANS, K., 1998. The origins, global distribution and biology of potato cyst nematodes (*Globodera rostochiensis* (Woll.) and *Globodera pallida* Stone). U Marks, R. J., Brodie, B. B.: *Potato Cyst Nematodes: Biology, Distribution and Control*. CAB International. Wallingford (GB), 7-26.
- U.S. DEPARTMENT OF AGRICULTURE - AGRICULTURAL RESEARCH SERVICE, 1969. The golden nematode: Predator of the Potato.
- WHITEHEAD, A. G., 1992. Emergence of juvenile potato cyst-nematodes *Globodera rostochiensis* and *G. pallida* and the control of *G. pallida*. *Annals of Applied Biology*, 120, 471-86.
- <http://plpnemweb.ucdavis.edu>
- <http://extension.usu.edu>
- www.affa.gov.au
- www.inra.fr