

STATUS IZVODNIH NEMATODA U SRBIJI

Nenad Milošević, Violeta Petrović, Violeta Oro
Institut za zaštitu bilja i životnu sredinu, Beograd
E-mail: nenadml5@yahoo.com

Rad primljen: 12.10.2017.

Prihvaćen za štampu: 26.10.2017.

Izvod

Korenove nematode pripadaju polifagnu grupu obligatnih parazita koje karakteriše široka rasprostranjenost i velika sposobnost adaptacije. Na top listi deset najštetnijih vrsta, nalaze se na prvom mestu. Dovode do stvaranja gala na korenovom sistemu, dok su nadzemni simptomi ponekad teško uočljivi. Procenjeni gubitak prinosa u svetu delovanjem *Meloidogyne* spp. na godišnjem nivou iznosi oko 157 milijardi dolara. Ranije su vrste identifikovane i opisivane samo na osnovu morfoloških i morfometrijskih karakteristika. Danas postoje molekularne i biohemijske metode za identifikaciju postojećih i dokazivanje novih vrsta korenovih nematoda. Sadašnja istraživanja ukazuju na prisustvo korenovih nematoda *M. incognita* i *M. hapla* u Srbiji ali problem predstavlja nedovoljno poznavanje ove grupe štetnih organizama.

Ključne reči: korenove nematode, gale, štetnost, identifikacija, kontrola

UVOD

Korenove (ili galikolne) nematode - *Meloidogyne* spp. su polifagna grupa obligatnih parazita koje su široko rasprostranjene i poseduju veliku sposobnost adaptacije (Karssen et al., 2013). One prouzrokuju oštećenja na hiljadama monokotiledonih i dikotiledonih biljaka (Eisenback and Hirschmann, 1991).

Otkriveno je oko 100 vrsta ovog roda ali se prema Moens et al. (2009), *M. arenaria*, *M. incognita*, *M. javanica* (u tropskim predelima) i *M. hapla* (u umerenom pojasu) smatraju za četiri najznačajnije vrste roda *Meloidogyne*. Međutim, ovi autori razmatraju dodatnih pet kao vrste u ekspanziji. To su: *Meloidogyne chitwoodi*, *M. fallax*, *M. enterolobii*, *M. minor* i *M. paranaensis*.

Meloidogyne fallax i *M. chitwoodi* su označene kao karantinski organizmi u Evropi i u EPPO regionu u skladu sa EC Direktivom 2000/29/EC (EPPO, 2009). Pored toga, *M. enterolobii* je takođe označena kao A2 karantinska vrsta a zabeležena je u Francuskoj i Švajcarskoj (EPPO, 2014). Prema Jones et al. (2013), na top listi deset najštetnijih nematoda, korenove nematode se nalaze na prvom mestu. Prvi ilustrovani izveštaj o pojavi korenovih nematoda nastao je sredinom 19. veka kada je sveštenik Miles Joseph Berkeley 1885. godine, gale otkrivene na krastavcu u stakleniku pripisao korenovim nematodama. Prvi opis korenovih nematoda pripao je

Cornu 1879. godine; zasnivao se na nematodama koje su pronađene u galama biljke *Onobrychis sativus* Lam. u Francuskoj.

Göldi je ukratko opisao i ilustrirao korenove nematode iz biljaka kafe u Brazilu i nazvao ih *Meloidogyne exigua*. Naziv *Heterodera marioni* bio je u širokoj upotrebi do 1949. kada je Chitwood prebacio korenove nematode iz roda *Heterodera* u rod *Meloidogyne*, jer su se razlikovale od cistolikih nematoda. Chitwood je ponovo opisao *M. arenaria*, *M. exigua*, *M. incognita* i *M. javanica*, (Moens et al., 2009). Narednih pet decenija broj novoopisanih vrsta je naglo rastao. Do juna 2009. godine, opisano je 97 vrsta Meloidogina (Hunt and Handoo, 2009).

Obe karantinske vrste *M. chitwoodi* i *M. fallax* prvi put su identifikovane u SAD 1980. godine (Golden et al., 1980) i u Holandiji 1992. godine (Karssen, 1996). Pored toga, *M. chitwoodi* je zabeležena u Argentini, Belgiji, Nemačkoj, Portugalu, Švajcarskoj, Rusiji, Australiji, Meksiku i Južnoj Africi dok je *M. fallax* pronađena u Francuskoj, Belgiji, Velikoj Britaniji i Nemačkoj (EPPO, 2016).

STATUS *Meloidogyne* spp. U SRBIJI

Prve podatke o prisustvu korenovih nematoda na prostoru bivše Jugoslavije konstatovao je Protić još 1926. godine na paradajzu i plavom patlidžanu, na području današnje Hercegovine (Maceljski, 1966).

Na teritoriji Srbije, pojavu ovih štetočina pod nazivom *Heterodera marioni* prvi je utvrdio Martinović 1947. godine na krastavcima u staklari Rakovica kod Beograda (Grujičić, 1959a). Kasnije je utvrđeno da ovaj patogen počinje da pričinjava štete i na otvorenom polju. Grujičić (1959b) utvrđuje prisustvo korenovih nematoda u okolini Beograda (na paradajzu i paprici), okolini Smedereva (na paprici) i u Požarevcu (na paradajzu, paprici, celeru i pomoćnici). Isti autor konstatuje prisustvo vrsta *M. arenaria* i *M. hapla* na šećernoj repi, zatim *M. naasi* na pšenici, ječmu, šećernoj repi i stočnoj repi u manjem intenzitetu. Veća oštećenja prouzrokovala je *M. hapla* na području Vojvodine 1969. godine. Suncokret kao domaćin ovog parazita, prvi put je kod nas zabeležen 1968. godine u Laliću (Vojvodina). Radilo se o manjem žarištu korenove nematode – *Meloidogyne incognita* (Grujičić i Borić, 1971).

Oko dvadesetak godina kasnije, rezultati istraživanja rasprostranjenosti parazitnih nematoda na suncokretu pokazuju da se u Laliću javljaju izrazite deformacije na biljkama, sušenje, truljenje i propadanje biljaka. Nešto slabiji intenzitet oštećenja, žutilo, uvelost, sitniji listovi i manje deformacije primećeni su na suncokretu u okolini Leskovca (Grujičić i sar., 1985). Osamdesetih godina izvršeno je sakupljanje većeg broja uzoraka biljnog materijala i zemlje koji su podvrgnuti pregledu. Tom prilikom Jovičić i Grujičić (1986) konstatovali su prisustvo nekoliko vrsta na teritoriji Srbije. Populacija *Meloidogyne acrita* utvrđena je u staklenicima na teritoriji Krnjače, Zemuna, Vrnjačke Banje, Jošaničke Banje, Gložana (paradajz, krastavac, paprika), *M. arenaria* u staklarama na području Rakovice, Požarevca,

Vranjske Banje (paradajz) kao i u polju na teritoriji Horgoša, Male Pijace, Čuprije (šećerna repa).

Vrsta *Meloidogyne incognita* utvrđena je u staklarama na paradajzu (Rakovica, Požarevac, Smedevska Palanka, Jošanička Banja, Gložan, Vranjska Banja), krastavcu (Gložan, Srbobran, Kanjiža, Banatski Brestovac), suncokretu na polju (Kula, Leskovac), duvanu na polju (Aleksinac, Leskovac, Preševo, Bujanovac, Niš, Gnjilane) i karanfilu u zatvorenom prostoru u Beogradu, Vranjskoj Banji, Bečeju i Kanjiži. Nešto slabiji intenzitet zaraze konstatovan je usled delovanja *Meloidogyne javanica* na mrkvi u Temerinu, kao i na paradajzu na lokacijama Jošanička Banja, Vranjska Banja i Zabela kod Požarevca. *Meloidogyne hapla* utvrđena je u staklenicima na paradajzu i paprici (Gložan, Požarevac, Banatski Brestovac, Zemun, Vranjska Banja), šećernoj repi na otvorenom (Kovin, Horgoš, Pančevo, Male Pijace, Temerin, Požarevac, Smederevo), mrkvi (Temerin, Požarevac), duvanu (Telečka, Bačka Topola, Aleksinac, Leskovac, Niš), karanfilu u stakleniku (Vranjska Banja, Beograd), primuli (Banatski Brestovac), ciklami (Beograd-Voždovac, Banatski Brestovac).

Među ratarskim kulturama koje napada vrsta *Meloidogyne naasi* prijavljene su pšenica (Senta, Bačka Topola, Klina, Šid), ječam (Priboj, Šid, Deliblato, Kovin), šećerna repa (Vrbas, Čuprija, Peć, Đurakovac, Orahovac, Starčevo, Kovin, Šid) i stočna repa (Užice, Požega, Smederevo – Radinac).

U cilju proučavanja štetne nematofaune duvana konstatovano je prisustvo *Meloidogyne incognita*, *M. hapla* i *Meloidogyne* spp. na nekoliko lokaliteta: Vranjska Banja, Bajina Bašta, Perućac, Žitkovac, Moravac, Aleksinac, Žitorada, Prokuplje, Telečka, Vranje, Pavlovac (Grujičić i Jovičić, 1988). Tokom devedesetih godina nije bilo nalaza korenovih nematoda na teritoriji Srbije. Tek 2014. godine, Bačić (2016) konstatuje prisustvo vrste *M. incognita* na krompiru na lokalitetu Bački Vinogradi.

U periodu od 2013. do 2017. godine, Laboratorija za nematologiju, Institut za zaštitu bilja i životnu sredinu iz Beograda, uradila je nekoliko istraživanja u oblasti prisustva ovih parazita na teritoriji Srbije. Tom prilikom je utvrđeno prisustvo korenovih nematoda na više lokacija. U okolini Leskovca, konstatovano je prisustvo vrste *Meloidogyne incognita* na paradajzu kao i *M. hapla* na šargarepi. *Meloidogyne hapla* takođe je konstatovana u okolini Velikog Gradišta i Beograda na šargarepi i paškanatu kao i u okolini Kruševca.

ŠTETNOST

Oštećenja izazvana delovanjem *Meloidogyne* spp. mogu biti specifična i razlikovati se u zavisnosti od domaćina ali se ona često mogu i prevideti pogotovu što su nadzemni simptomi teško uočljivi, a stvaranje gala na korenu nekada može biti ograničeno ili gale mogu biti veoma sitne.

Pored direktnih gubitaka napadom nematoda, mogu se javiti i mnogi indirektni gubici. Koren oštećen nematodama ne iskorišćava vodu i hraniva tako efikasno kao što je to slučaj kod zdravog korena (Mai, 1985).

Korenove nematode mogu da dovedu do totalnog propadanja biljaka i potpuno unište prinos, jer na primer, deformisana šargarepa, paškanat ili druge biljke nemaju nikakvu tržišnu vrednost. Na godišnjem nivou, procenjeni gubitak delovanjem *Meloidogyne* spp. iznosi oko 157 milijardi dolara globalno (Abad et al., 2008).

SIMPTOMI

Korenove nematode se obično prvo detektuju u lokalizovanim oblastima unutar polja, rasadnika ili bašte. Zaražena mesta najčešće su kružnog do ovalnog oblika i variraju u veličini od nekoliko metara do nekoliko hektara. Biljke unutar ovih oblasti su zakržljale i često hlorotične. Šteta je najizraženija u centru zaraženog područja i smanjuje se ka ivicama. Povremeno, čitava polja mogu biti zaražena. Tako obimna oštećenja obično su rezultat korišćenja visoko osetljivih useva dugi niz godina uzastopno ili presađivanje zaraženih biljaka. Inficirane oblasti pokazuju opšti nedostatak vitalnosti ili slabiji porast. Drvenaste biljke mogu da ispoljavaju ranu promenu boje lišća i defolijaciju, pojačane povrede tokom zime, izumiranje grana i grančica. Prinosi mogu biti smanjeni i do 90% i više, u zavisnosti od gustine populacije i drugih biotičkih i abiotičkih faktora (Anonymous, 1993). Nadzemni simptomi najčešće nisu dovoljni za dijagnostikovanje oboljenja. Međutim, karakteristične gale, diferenciraju oboljenja izazvana korenovim nematodama od oštećenja uzrokovanih drugim faktorima. Uspostavljanje mesta ishrane (feeding site) u korenu biljke domaćina, od ključnog je značaja za rast, razvoj i reprodukciju galikolnih nematoda.

Invazivne larve se ubušuju u koren i kreću se prema centru korena do zone diferenciranja. Ovde se, kao odgovor na signal nematoda, prokambijalne ćelije pored glave nematode razvijaju u džinovske ćelije. Ove velike, višejedarne, metabolički aktivne ćelije služe kao trajni izvor hranljivih materija (Huang, 1985). Nematoda aktivira razvoj i hipertrofiju pet do sedam džinovskih ćelija, a svaka ćelija sadrži više od 100 uvećanih, višestruko podeljenih jedara. Džinovske ćelije nastaju mitozom bez ćelijske deobe što dovodi do formiranja velikih višejedarnih kompleksa, dok kod okolnih ćelija dolazi do proliferacije i formiranja gale (Jones and Payne, 1978).

Istovremena hipertrofija i podela kortikalnih ćelija oko nematode dovode do formiranja gala i nepravilne strukture korena karakteristične za invaziju *Meloidogyne* spp. (Williamson and Hussey, 1996). Kada invazivni stadijum uspešno uspostavi mesto ishrane, larve počinju razvoj. Nakon tri presvlačenja dolazi do diferenciranja crvolikih larvi u mužjake ili ženke. Ženke postaju sedentorne, a oblik varira, u zavisnosti od vrste, od kesastog, limunastog do sferičnog.

IDENTIFIKACIJA VRSTA

Ranije *Meloidogyne* spp. su opisivane i identifikovane na osnovu morfologije i morfometrije invazivnih larvi i mužjaka kao i na osnovu perianalne oblasti odraslih ženki (Hunt and Handoo, 2009). Međutim, za pouzdanu identifikaciju najbolji je multidisciplinarni pristup uz korišćenje morfoloških, izoenzimskih i DNK podataka (Karszen and Moens, 2006). Izoenzimski fenotipovi odraslih ženki su razvijeni u Francuskoj (Dalmasso and Bergé, 1978) i od tada, esteraza i malat dehidrogenaza su pouzdani markeri u identifikaciji *Meloidogyne* (Esbenshade and Triantaphyllou, 1990) i danas se koriste kao standardi u dijagnostici i opisivanju novih vrsta *Meloidogyne*.

Jedna od najrazvijenijih i najviše korišćenih tehnika u proučavanju genetičkog diverziteta i identifikaciji korenovih nematoda je lančana reakcija polimeraze ili PCR. Razvijeni su specifični prajmeri za PCR amplifikaciju dijagnostičkih regiona sekvenci DNK. Postoje primeri kao što su složene multipleks reakcije koje omogućavaju da nekoliko vrsta bude identifikovano u pojedinačnoj reakciji (Zijlstra et al., 2000).

Za identifikaciju tri najznačajnije vrste roda *Meloidogyne* postoje tri para prajmera: za *M. incognita* (CTC TGC CCA ATG AGC TGT CC, CTC TGC CCT CAC ATT AGG; 1200 bp), *M. javanica* (GGT GCG CGA TTG AAC TGA GC, CAG GCC CTT CAG TGG AAC TAT AC; 670 bp) i *M. arenaria* (TCG GCG ATA GAG GTA AAT GAC, TCG GCG ATA GAC ACT ACA ACT; 420 bp) (Zijlstra et al., 2000). Objavljeni su prajmeri i za vrste *M. hapla* (TGA CGG CGG TGA GTG CGA, TGA CGG CGG TAC CTC ATAG; 610 bp), *M. fallax* (CCA AAC TAT CGT AAT GCA TTA TT, GGA CAC AGT AAT TCA TGA GCT AG; 515 bp) i *M. chitwoodi* (TGG AGA GCA GCA GGA GAA AGA, GGT CTG AGT GAG GAC AAG AGTA; 800 bp) (Zijlstra, 2000).

MERE KONTROLE

Plodored. Smenjivanje sa rezistentnim ili kulturama koje nisu domaćini u periodu od dve do tri godine, obezbeđuje kontrolu nad korenovim nematodama. Važno je da se ovi usevi održavaju bez korova ili drugih osetljivih biljaka, jer njihovo prisustvo onemogućava efikasnost rotacije useva.

Otporne sorte. Korišćenje otpornih sorti je verovatno najbolji metod kontrole korenovih nematoda. Međutim, ove sorte su najčešće otporne samo na jednu ili dve vrste meloidogina.

Inkorporacija organskih materija. Korišćenje inkorporiranog biljnog materijala u zemljištu, ima tendenciju da smanji razvoj populacija korenovih nematoda. Smatra se da ovaj materijal stimuliše populacije bakterija, gljiva i drugih stanovnika zemljišta koji su antagonisti nematoda.

Ranija setva. Usevi kao što su rotkvica i zelena salata, mogu se razvijati na temperaturama nižim od 13°C. Na ovakvim temperaturama, korenove nematode se reprodukuju veoma sporo. Zbog toga, ovi usevi se mogu uzgajati kroz veći deo svog vegetativnog ciklusa na niskim temperaturama, bez bojazni da će doći do

infekcije korenovim nematodama. Mnogi drugi usevi se mogu zasaditi pre nego što temperatura zemljišta dostigne nivo na kome počinje aktivnost korenovih nematoda. Ranijom setvom što je to više moguće, infekcija se odlaže, a ozbiljna oštećenja u početku vegetacije mogu biti izbegnuta.

Toplotni tretman materijala za razmnožavanje. Delovi biljaka, inficirani korenovim nematodama, mogu se dezinfikovati stavljanjem u toplu vodu. Temperatura i period izlaganja ovim temperaturama zavise od biljke koja se tretira. Temperatura mora biti kontrolisana i obično je samo malo niža od one koja izaziva povrede biljnog tkiva. Najčešće se koriste variranja temperature od 44°C do 46°C i vremenskog perioda izlaganja od 10 do 30 minuta. Pre ovakvih tretmana, najbolje je testirati nekoliko biljaka radi određivanja temperature i vremenskih rokova koje domaćin može izdržati pre nego što dođe do povrede biljnog tkiva.

Toplotni tretman zemljišta. Dezinfekcija zemljišta toplotom je najčešće korišćena metoda kontrole nematoda u zatvorenom prostoru. Ovo je veoma efikasna metoda i može biti jedina praktična opcija za kontrolu koja je dostupna proizvođaču. Pošto je toplotom teško tretirati velike količine zemljišta, ova metoda je ograničena na relativno manji prostor. Nematode uginu prilikom izloženosti temperaturama od 40°C do 54°C u zavisnosti od vrste. Bilo koja metoda koja će temeljno zagrejati tlo i ostatke biljaka iznad ovih temperatura, dovešće do uginjavanja nematoda. Vlažan i topao vazduh u vidu vodene pare je najefikasniji, iako je suvi vazduh takođe efikasan. Temperatura bi trebalo da dostigne najmanje 82°C tokom 30 minuta (ili 72°C tokom sat vremena) kako bi došlo do potpunog uginjavanja svih nematoda koje se nalaze u zemljištu.

Hemijska kontrola. Kontrola korenovih nematoda upotrebom hemijskih sredstava je visoko efikasna i praktična, posebno tamo gde se plodored ne može praktikovati ili otporne sorte nisu dostupne (Anonymous, 1993). Svakako najznačajniji i najviše korišćen je preparat Vydate na bazi aktivne materije oksamil.

Biolška kontrola. *Paecilomyces* je bio jedan od glavnih rodova gljiva u biološkoj kontroli proteklih decenija. Jatala (1986) je otkrio da *Paecilomyces liliacinus* daje dobre rezultate kao biokontrolni agens protiv *Meloidogyne incognita* i još nekoliko vrsta nematoda. Ova gljiva prodire pojedinačnim hifama direktno u jaja nematoda (Morgan-Jones et al., 1984). *Dactylella oviparasitica* je bio prvi parazit pronađen u jajima *Meloidogyne* spp. Ove gljive proizvode apresorije na površini jaja, a zatim prodiru u njega kroz ove specijalizovane strukture (Stirling and Mankau, 1979). Hallmann and Sikora (1994) su došli do rezultata o smanjenju broja gala kod *M. incognita* između 52 i 75% nakon apliciranja četiri soja gljive *Fusarium oxysporum*. Takođe su otkrili da je privlačenje i prodiranje *M. incognita* u sadnice paradajza bilo značajno smanjeno nakon tretmana sa filtratom kulture *Fusarium oxysporum*. Sikora (1988) je otkrio da je *Bacillus subtilis* bio efikasan u kontroli *M. incognita* na pamuku i šećernoj repi i *M. arenaria* na kikirikiju. *Pseudomonas chitinolytica* smanjuje delovanje *M. javanica* na paradajzu što su utvrdili Spiegel et al. (1991). *Pseudomonas fluorescens* soj Pf1 smanjuje broj gala i jaja *M. incognita* na korenu paradajza (Santhi

and Sivakumar, 1995). *Pasteuria penetrans* je veoma značajan parazit *Meloidogyne* spp. i često se primenjuje kod larvenih stadijuma. Spore mogu da se odupru suši, izlaganju fumingantima i nematocidima (Mankau and Prasad, 1972).

ZAKLJUČAK

Pored činjenice da su korenove nematode u svetu prepoznate kao ekonomske štetočine broj jedan, one sve veći značaj dobijaju i kod nas. Sadašnja istraživanja ukazuju na određen broj lokaliteta u Srbiji, međutim, pretpostavlja se da je broj populacija značajno veći.

Veliki problem predstavlja i nedovoljno poznavanje simptoma kod poljoprivrednih proizvođača, pa se često simptomi izazvani *Meloidogyne* spp. mešaju sa simptomima raka. To za posledicu ima velike gubitke jer, proizvođači ne znajući da se radi o korenovim nematodama, svoja sredstva preusmeravaju na kupovinu fungicida i raznih vidova prihrane biljaka. Na ovaj način problem i dalje ostaje u zemljištu, a agonija poljoprivrednika se nastavlja.

Zahvalnica

Rad je delimično podržan sredstvima projekata Ministarstva prosvete, nauke i tehnološkog razvoja Republike Srbije TR 31018 i III 46007.

LITERATURA

- Abad, P., Gouzy, J., Aury, J.-M., Castagnone-Sereno, P., Danchin, E.G.J., Deleury, E., Perfus-Barbeoch, L., Anthouard, V., Artiguenave, F., Blok, V.C., Caillaud, M.-C., Coutinho, P.M., Dasilva, C., De Luca, F., Deau, F., Esquibet, M., Flutre, T., Goldstone, J.V., Hamamouch, N., Hewezi, T., Jaillon, O., Jubin, C., Leonetti, P., Magliano, M., Maier, T.R., Markov, G.V., McVeigh, P., Pesole, G., Poulain, J., Robinson-Rechavi, M., Sallet, E., Segurens, B., Steinbach, D., Tytgat, T., Ugarte, E., van Ghelder, C., Veronico, P., Baum, T.J., Blaxter, M., Bleve-Zacheo, T., Davis, E.L., Ewbank, J.J., Favery, B., Grenier, E., Henrissat, B., Jones, J.T., Laudet, V., Maule, A.G., Quesneville, H., Rosso, M.N., Schiex, T., Smant, G., Weissenbach, J. and Wincker, P. (2008): Genome sequence of the metazoan plant-parasitic nematode *Meloidogyne incognita*. *Nature Biotechnology*, 26: 909–915.
- Anonimous (1993): Reports on Plant Diseases – Integrated Pest Management. Root-Knot Nematodes RPD No. 1101, Department of Crop Sciences, University of Illinois.
- Bačić, J., Gerić Stare, B., Strajanar, P., Širca, S., Urek, G. (2016): First Report of a Highly Damaged Potato Crop From Serbia Caused by *Meloidogyne incognita*. *Plant Disease*, 100, 5: 1021.
- Dalmasso, A., Berge, J.-B. (1978): Molecular polymorphism and phylogenetic relationship in some *Meloidogyne* spp.: application to the taxonomy of *Meloidogyne*. *Journal of Nematology*, 10: 323-332.
- Eisenback, J.D., Hirschmann, T.H.H. (1991): Root-knot nematode: *Meloidogyne* spp. and races. In: Nickle, W.R. (Ed.) *Manual of Agricultural Nematology*. New York, Marcel Dekker, pp: 191-274.

- EPPO (2009): *Meloidogyne chitwoodi* and *Meloidogyne fallax*. EPPO Bulletin, 39: 5–17.
- EPPO (2014): *Meloidogyne enterolobii*. EPPO Bulletin, 44: 159-163.
- EPPO (2016): PM 7/41 (3) *Meloidogyne chitwoodi* and *Meloidogyne fallax*. EPPO Bulletin 46, 2: 171-189.
- Esbenshade, P.R., Triantaphyllou, A.C. (1990): Isozyme phenotypes for the identification of *Meloidogyne* species. Journal of Nematology, 22: 10-15.
- Golden, A.M., Obannon, J.H., Santo, G.S., Finley, A.M. (1980): Description and SEM observations of *Meloidogyne chitwoodi* n-sp (MELOIDOGYNIDAE), A root-knot nematode on potato in the pacific northwest. Journal of Nematology, 12: 319-327.
- Grujičić, G. (1959a): Efikasnost nekih nematocida kod suzbijanja korenove nematode u staklarama. Zaštita bilja, 55: 63-68.
- Grujičić, G. (1959b): Prilog proučavanju ekologije *Meloidogyne* spp. Zaštita bilja, 54: 69-75.
- Grujičić, G., Borić, B. (1971): Korenova nematoda (*Meloidogyne incognita* Chitwood) na suncokretu u Vojvodini; Zaštita bilja, 112-113: 143-145.
- Grujičić, G., Jovičić, D., Borić, B., Marković, P. (1985): Fitoparazitne nematode na suncokretu u SR Srbiji. Zaštita bilja, 36, 171: 51-56.
- Grujičić, G., Jovičić, D. (1988): Štetna nematofauna u duvaništima SR Srbije. Zaštita bilja, 39, 184: 149-157.
- Hallmann, J., Sikora, R.A. (1994): Influence of *Fusarium oxysporium*, a mutualistic fungal endophyte on *Meloidogyne incognita* infection of tomato. Journal of Plant Diseases and Protection, 101: 475-481.
- Huang, C.S. (1985): Formation, anatomy and physiology of giant cells induced by root-knot nematodes. In: An Advanced Treatise on *Meloidogyne*, (J. N. Sasser and C. C. Carter, eds.) (Raleigh: North Carolina State University Graphics), pp: 155-164.
- Hunt, D.J., Handoo, Z.A. (2009): Taxonomy, identification and principal species. In: Root-knot nematodes (Perry, R.N., James, M.M., and Starr, L.J. Eds). UK CAB International, pp: 55-97.
- Jatala, P. (1986): Biological control of plant parasitic nematodes. Annual Review of Phytopathology, 24: 453-489.
- Jones, J.T., Haegeman, A., Danchin, E.G.J., Gaur, H.S., Helder, J., Jones, M.G.K., Kikuchi, T., Manzanilla-Lopez, R., Palomares-Ruis, E.J., Wesemael, W.M.L., Perry, R.N. (2013): Top 10 plant-parasitic nematodes in molecular plant pathology. Molecular Plant Pathology 14, 9: 946–961.
- Jones, M.G.K., Payne, H.L. (1978): Early stages of nematode-induced giant cell formation in roots of *Impatiens balsamina*. Journal of Nematology, 10: 70-84.
- Jovičić, D., Grujičić, G. (1986): Korenove nematode (*Meloidogyne* spp.) u nekim regionima SR Srbije. Zaštita bilja, 37, 175: 31-40.
- Karszen, G. (1996): Description of *Meloidogyne fallax* n. sp. (Nematoda: Heteroderidae), a root-knot nematode from the Netherlands. Fundamental and Applied Nematology 19, 593-599.
- Karszen, G., Moens, M. (2006): Root-knot nematodes. In: Perry, R.N. and Moens, M. (Eds). Plant nematology. Wallingford, UK, CABI Publishing, pp. 59-90.
- Karszen, G., Wesmael, W.M.L., Moens, M. (2013): Root-knot nematodes. In Plant nematology (Perry, R.N. and Moens, M. Eds.). Wallingford, UK, CAB International, pp: 73-105.
- Maceljski, M. (1966): Rezultati ispitivanja efikasnosti nekih nematocida na korijenove nematode (*Meloidogyne* spp.) u staklarama. Polj. znanstvena smotra, 10.

- Mai, W.F. (1985): Plant-parasitic nematodes: their threat to agriculture. In: Sasser J.N., Carter, C.C., editors. An advanced treatise on *Meloidogyne*. Vol. I. Biology and control. North Carolina State University; NC, USA, pp: 11–18.
- Mankau, R., Prasad, N. (1972): Possibilities and problems in the use of sporozoan endoparasite for biological control of plant parasitic nematodes. *Nematropica*, 2: 7-8.
- Moens M., Perry R. N., Starr J. L., (2009): *Meloidogyne* species – a diverse group of novel and important plant parasites. In: Root-knot Nematodes. (Perry, R.N., Moens, M., Starr, J.L., eds.), Wallingford, UK: CAB International, pp: 1–17.
- Morgan-Jones, G., White, J.F., Rodriguez-Kabana, R. (1984): Phytonematode pathology:ultrastructural studies. I. Parasitism of *Meloidogyne arenaria* eggs by *Verticillium chlamyosporium*. *Nematropica*, 13:245-260.
- Santhi, A., Sivakumar, V. (1995): Biocontrol potential of *Pseudomonas fluorescens* (Migula) against root-knot nematode, *Meloidogyne incognita* (Kofoid and White) Chitwood, 1949 on tomato. *Journal of Biological Control*, 9:113-115.
- Sikora, R.A. (1988): Interrelationship between plant health-promoting rhizobacteria, plant parasitic nematodes and soil microorganisms. *Mededelingen Faculteit Landbouwkundige Rijksuniversiteit Gent*, 53: 867-878.
- Spiegel, Y., Cohn, E., Galper, S., Sharon, E., Chet., I. (1991): Evaluation of a newly isolated bacterium, *Pseudomonas chitinolytica* sp. nov., for controlling the root-knot nematode *Meloidogyne javanica*. *Biocon. Sci. and Tech.*, 1: 115-125.
- Stirling, G. R., Mankau, R. (1979): Mode of parasitism of *Meloidogyne* and other nematode eggs by *Dactylella oviparasitica*. *Jour. of Nematology* 11: 282-288.
- Williamson, V.M., Hussey, R.S. (1996): Nematode pathogenesis and Resistance in Plants. *American Society of Plant Physiologists. The Plant Cell*, 8: 1735-1745.
- Zijlstra, C., Donkers-Venne, D.T.H.M., Fargette, M. (2000): Identification of *Meloidogyne incognita*, *M. javanica* and *M. arenaria* using sequence characterised amplified region based PCR assays. *Nematology*, 2: 847–853.
- Zijlstra, C. (2000): Identification of *Meloidogyne chitwoodi*, *M. fallax* and *M. hapla* based on SCAR-PCR: a powerful way of enabling reliable identification of populations or individuals that share common traits. *European Journal of Plant Pathology*, 106: 283–290.

Abstract

STATUS OF ROOT-KNOT NEMATODES IN SERBIA

Nenad Milovanović, Violeta Petrović, Violeta Oro
 Institute for Plant Protection and Environment, Belgrade
 E-mail: nenadml5@yahoo.com

Root-knot nematodes represent a polyphagous group of obligatory parasites characterized by widespread distribution and great adaptability. On the top 10 list of the most harmful species, they are at the first place. They produce gall formation in roots, while the above-ground symptoms are sometimes not visible. *Meloidogine* spp. cause an estimated annual loss of 157 billion dollars globally. Species identification was previously done only on the basis of morphological and morphometric characters.

Today, there are molecular and biochemical methods to identify and describe new species of root-knot nematodes. Current investigations indicate the presence of *M. incognita* and *M. hapla* in Serbia but the problem is insufficient knowledge of this group of harmful organisms.

Key words: root-knot nematodes, galls, harmfulness, identification, control

ODNOS POLOVA I STAROSNE GRUPE U POPULACIJAMA VODENE VOLUHARICE (*Arvicola terrestris* Linnaeus, 1758)

**Aleksandra Petrović¹, Aleksandar Jurišić¹, Ivana Ivanović¹,
Branka Ljevnaić-Mašić¹, Ivana Supić¹, Slobodan Nićin²**

¹Poljoprivredni fakultet, Univerzitet u Novom Sadu

²Visoka škola akademskih studija „Dositej”, Beograd

E-mail: petra@polj.uns.ac.rs

Rad primljen: 18.10.2017.

Prihvaćen za štampu: 30.10.2017.

Izvod

Vodena voluharica je palearktička vrsta koja naseljava čitavu teritoriju kontinentalne Evrope. Naseljava močvarne, vlažne livade i polja blizu vode, a preferira staništa sa dobro razvijenim vegetacijskim pokrivačem. Ukoliko se prenamnože, mogu se sresti i u poljima i baštama, gde mogu uzrokovati značajne štete u poljoprivrednoj proizvodnji. Istraživanje je sprovedeno na 4 lokaliteta: Apatin, Bogojevo, Labudnjača i Čelarevo, tokom tri godine (2009-2011), kada je ukupno izlovljeno 1263 jedinke vodene voluharice. Izlovljene jedinke glodara su determinisane do nivoa vrste, određen je pol, obeležene su i izmerene (masa, dužina tela i repa). Srednja vrednost seksualnog indeksa za sve lokalitete i sezonske aspekte iznosi $0,460888 \pm 0,024690$ i zajedno sa analizom starosnih grupa i konstatovanim statističkim značajnostima ukazuje na stabilnost populacija vodene voluharice na sva četiri ispitivana lokaliteta. Odnos polova i starosne grupe kao populacioni atributi se mogu koristiti u utvrđivanju dinamike populacija vodenih voluharica, što je od velikog značaja za prognozu njihove pojave, potencijalna oštećenja biljaka i smanjenje prinosa.

Ključne reči: vodena voluharica, odnos polova, starosne grupe, populacija

UVOD

Arvicola terrestris Linnaeus, 1758, u narodu poznata kao vodena voluharica, je palearktička vrsta koja naseljava čitavu Evropu, izuzev Islanda, Irske, južne