

Dinka GRUBIŠIĆ

Sveučilište u Zagrebu, Agronomski fakultet

Zavod za poljoprivrednu zoologiju

djelinic@agr.hr

SUZBIJANJE NEMATODA KORJENOVIH KVRŽICA RODA *Meloidogyne* Goeldi, 1887 NA RAJČICI

SAŽETAK

Nematode korjenovih kvržica roda *Meloidogyne* važni su štetnici rajčice, drugoga plodovitoga povrća te više od 3000 drugih biljnih vrsta. Zbog svoje polifagnosti i visokoga potencijala razmnožavanja, ti štetnici uzrokuju znatno smanjenje prinosa povrća u zaštićenim prostorima, ali i na otvorenom. Otežan je odabir biljaka u plodoredu, zbog polifagnosti štetnika, stoga je prijeko potrebno provoditi integriranu zaštitu. Ona uključuje i ostale raspoložive agrotehničke mjere, fizikalne mjere kao što su solarizacija i termička sterilizacija, primjenu bioloških pripravaka na osnovi gljivica, bakterija i entomopatogenih nematoda, a i kemijsko suzbijanje.

Ključne riječi: *Meloidogyne* spp., nematode korjenovih kvržica, rajčica, suzbijanje

UVOD

Nematode korjenovih kvržica polifagni su i endoparazitski štetnici korijena, zabilježeni na više od 3000 biljnih vrsta. Do sada je opisano više od 80 vrsta, a od njih je 10 važnih štetnika u biljnoj proizvodnji. Najčešće vrste jesu *Meloidogyne arenaria* (Neal, 1889) Chitwood, 1949, *Meloidogyne hapla* Chitwood, 1949, *Meloidogyne incognita* (Kofoid and White, 1919) Chitwood, 1949 i *Meloidogyne javanica* (Treub, 1885) Chitwood, 1949. One imaju vrlo širok krug domaćina. Rasprostranjene su u tlima po cijelom svijetu. Većinu šteta na kultiviranom bilju uzrokuje vrsta *M. incognita*, koja je utvrđena u tropskim, ali i u umjerenim klimatima, a slijedi ju vrsta *M. arenaria*. Na području Hrvatske, u plastenicima u Baranji i Istri te na površinama u okolici Biograda na Moru dokazana je prisutnost vrsta roda *Meloidogyne*, a povoljni uvjeti za njihov razvoj svakako su ostvareni u svim zaštićenim prostorima u kojima se uzgaja rajčica i ostalo povrće. Oštećenja na korijenu biljaka uzrokovana parazitacijom nematoda korjenovih kvržica rezultiraju slabim usvajanjem vode i hraniva, a posljedica su slabo razvijene biljke koje daju loš urod. Iako je primjena nematocida najčešće rješenje, mjere suzbijanja mijenjaju se uslijed velikih troškova, riskantne i opasne primjene ili zabrane njihove uporabe. Zato se potiče integrirana zaštita. Ona uključuje agrotehničke mjere (plodored, sadnja otpornih sorata, obrada tla, suzbijanje korova, primjena komposta, pilećega i stajskoga gnoja), biološke mjere (biljke s nematocidnim učinkom, primjena korisnih

mikroorganizama), fizikalne mjere (termička sterilizacija i solarizacija) te najzad kemijske mjere.

OPIS ŠTETNIKA, BIOLOGIJA I SIMPTOMI PARAZITACIJE

Nematode korjenovih kvržica sedentorni su endoparaziti. Ženke roda *Meloidogyne* kruškolikog su do vrečastog oblika, mekane i bijele kutikule. Širina je tijela 0,29 - 4,25 mm. Mužjak je crvolik, dug 0,70 - 1,90 mm. Infektivna je crvolika ličinka 2. stadija, duga 0,25 - 0,60 mm. Ona prodire u staničje korijena u kojemu se hrani, raste, gubi mogućnost kretanja i sazrijeva. Mužjak se razvija slično kao ženka, ali u posljednjem presvlačenju ostaje crvolikog oblika. Mužjaci nisu uvijek prijeko potrebni za oplodnju, a u većem broju razvijaju se u nepovoljnim uvjetima. Životni je ciklus završen kada ženka počne odlagati jaja. Jaja odlaže u želatinoznu masu, u kojoj se većinom nalazi 300-500 jaja, u blizini površine ili na površini korijena. Broj odloženih jaja varira od gotovo niti jednog, u nepovoljnim uvjetima, do 2000, u vrlo povoljnim uvjetima. Duljina životnoga ciklusa i porast populacije ovise o više čimbenika, a najvažniji su temperatura, osjetljivost domaćina te tip tla. Na 27 °C, što je optimum za većinu vrsta roda *Meloidogyne*, razvoj jedne generacije na dobrom domaćinu traje 21-25 dana, a na 19 °C za to je potrebno 87 dana. Dakle, vrste roda *Meloidogyne*, posebice u zaštićenim prostorima, mogu razviti veliki broj generacija. Na manje povoljnim domaćinima, životni ciklus može trajati dulje. Lakša pjeskovita i tresetasta tla povoljnija su za porast populacije nego teža i glinasta tla. Parazitirano korijenje počinje se deformirati već prvoga dana nakon infekcije. Stanice oko nematoda, potaknute sekretima njihovih žlijezda slinovnica, počinju se umnožavati i nenormalno povećavati, što dovodi do stvaranja korjenovih kvržica (slika 1.).



Slika 1. Kvržice i zadebljanja na korijenu rajčice kao posljedica parazitacije *Meloidogyne* spp. (snimio I. Ostojčić)

Zbog promjena u stanicama provodno tkivo ne funkcionira pravilno, a otežana translokacija vode i hraniva dovodi do otežanog razvoja nadzemnoga dijela biljke. Što je infekcija jača, jače su kloroze, a biljke jače zaostaju u razvoju. Simptomi na nadzemnom dijelu biljaka najprije se uočavaju lokalizirano u kružnim i ovalnim „oazama“ u nasadu, a s vremenom se šire. Takvi simptomi najčešće su posljedica uzastopnog uzgoja osjetljivih kultivara na zaraženoj površini ili sadnje zaraženih biljaka. Simptomi na nadzemnom dijelu biljaka mogu se lako zamijeniti s posljedicama loše drenaže, loše ishranjenosti biljaka ili sa simptomima nekih uzročnika bolesti. Stoga svakako valja provesti i pregled korijenja, a na njemu je lako uočiti kvržice i zadebljanja.

NAČINI PRENOŠENJA

Kroz tlo se aktivno mogu kretati samo ličinke i mužjaci roda *Meloidogyne*, ali njihovo je širenje ograničeno na desetak centimetara godišnje i neusporedivo je važnosti u odnosu na druge puteve širenja. U prirodi ih mogu raznositi voda, vjetar ili životinje. Voda, jake kiše ili poplave prenose jaja i ličinke pa se tako nematode mogu proširiti i na veće udaljenosti. Vjetar može biti prenositelj kad je nakon oranja zaraženo korijenje izbačeno na površinu tla. Životinje ih mogu prenositi ako se vlažno tlo zadrži na njihovom tijelu ili nogama. Ipak, najvažniju ulogu u prenošenju nematoda ima čovjek. Zaražena zemlja njegovom aktivnošću može se prenositi na kotačima vozila, na mehanizaciji, oruđu, opremi, obući te zaraženim biljnim materijalom, presadnicama povrća, voća ili ukrasnih biljaka.

SUZBIJANJE

Plodored

Iako su to polifagne vrste, sadnjom otpornih sorata i biljaka nedomaćina u plodoredu kroz dvije do tri godine, populacija nematoda može se znatno smanjiti. Od velike je važnosti istovremeno suzbijati korove domaćine ili preostale biljke domaćine u nasadima, koje bi mogle poništiti učinak plodoreda. Između biljaka koje su nedomaćini ili loši domaćini vrste *M. incognita* izdvajaju se kukuruz, zemni orašac, pamuk i soja. U slučaju zaraze vrstom *M. arenaria* u plodored je dobro uključiti pšenicu, zemni orašac, pamuk, sezam i ricinus. Vrste u plodoredu treba odabirati prema vrsti nematode koja je u tlu prisutna. Učinkovitost bilo koje vrste u plodoredu ovisi i o kultivaru, tipu tla i uvjetima koji u tlu prevladavaju. Gotovo sve spomenute biljke teško je uzgajati u zaštićenim prostorima, u kojima se uglavnom uzgaja rajčica i povrće osjetljivo na polifagne vrste roda *Meloidogyne* pa je plodored kao mjera zaštite u takvom tipu uzgoja teško primjenjiv.

Otporne sorte

Sadnja otpornih sorata ponajbolja je mjera zaštite, no pojedine sorte obično su otporne na jednu ili dvije vrste roda *Meloidogyne* te može biti upitan njihov

uspjeh u tlima u kojima su prisutne dvije ili više vrsta roda *Meloidogyne*. Također, geni otpornosti nekada ne mogu osigurati zaštitu niti od jedne određene vrste s obzirom na brojnost različitih intraspecifičnih rasa i biotipova vrsta toga roda.

Unošenje organske tvari u tlo

Unošenje organske tvari u raspadanju u tlo može usporiti razvoj nematoda korjenovih kvržica. To je posljedica stimulacije razvoja populacija bakterija, gljivica i ostalih organizama u tlu koji mogu djelovati antagonistički na nematode. Istraživanjima je utvrđeno da je primjena 10 t/ha pilećega gnoja u brazdu prilikom sadnje učinkovitije nego primjena nematocida spriječila razvoj vrste *M. incognita* na korijenu rajčice sve do berbe. Važno je istovremeno voditi računa o dodatnom prihranjivanju biljaka da ne bi nastao nutritivni disbalans.

Kontroliranje temperature

Ako se omogućiti smrzavanje tla u zaštićenim prostorima, mogu se suzbiti jaja i ličinke nematoda. Izlaganjem tla relativno visokim temperaturama i isušivanju također može smanjiti populaciju nematoda.

Termička sterilizacija sadnoga materijala

Zaraženi sadni materijal može se tretirati izlaganjem visokim temperaturama. Temperatura i duljina ekspozicije ovisi o biljnoj vrsti. Najčešće se primjenjuju temperature od 44 do 46 °C i duljina ekspozicije 10-30 minuta. Da bi se izbjegle neželjene posljedice, prije tretiranja svih biljaka uputno je tretman provesti na manjem broju biljaka.

Dezinfekcija tla toplinom

Ta metoda najčešće se koristi u zaštićenim prostorima. Nematode ugibaju pri izlaganju temperaturama od 40 do 54 °C, ovisno o vrsti. U tome je vrlo učinkovita vruća vodena para. Odlična učinkovitost protiv vrsta roda *Meloidogyne* postignuta je u površinskom sloju tla, prekrivenom folijom, primjenom pare 30 minuta pod pritiskom od 7 kg/cm² (7 bara). Solarizacija tla uz prekrivanje tla folijom, koja se provodi mjesec do dva u najtoplijem dijelu godine, također smanjuje populaciju nematoda. U Hrvatskoj se solarizacijom provedenom u staklenicima tijekom srpnja i kolovoza, pri čemu je korištena PE folija debljine 0,015 mm, postigla 100 - postotna učinkovitost u suzbijanju nematoda roda *Meloidogyne*. Maksimalna temperatura postignuta na 10 cm dubine tla bila je 41 °C.

Biopesticidi

Gljive i bakterije najčešće se koriste za biološko suzbijanje. Istraživanja posljednjih godina pokazala su da gljive *Arthrobotrys irregularis* i *Paecilomyces lilacinus* te bakterija *Bacillus penetrans* unesene u zaraženo tlo mogu smanjiti infekciju osjetljivih biljaka. Vrsta *A. irregularis* koristi micelijske zamke ili ljepljive spore za uništavanje nematoda. Vrsta *P. lilacinus*

parazitira jaja i ženke. Postoje komercijalni pripravci na bazi tih gljiva i bakterija, zabilježeni su i neki uspješni rezultati, ali uvjeti primjene, doze i potencijalni mikroantagonisti još uvijek su prepreka za njihovu širu uporabu. Također su se učinkovitima u reduciranju razvoja kvržica i populacije nematoda u tlu pokazali i komercijalni pripravci na osnovi vrsta *Bacillus megaterium*, *Trichoderma album*, *Trichoderma harzianum* i *Acosphyllum nodosum*. U istraživanjima je potvrđena i učinkovitost entomopatogenih nematoda (EPN) na osnovi vrsta *Heterorhabditis bacteriophora* Poinar i *Steinernema carpocapsae* (Weiser) u suzbijanju vrsta roda *Meloidogyne*, što je posljedica antagonističkoga djelovanja simbiotskih bakterija rodova *Photorhabdus* i *Xenorhabdus* kroz repelentnost, toksičnost i reduciranje izlaska infektivnih ličinki iz jaja. Pripravci na osnovi EPN dostupni su i na našem tržištu i svakako mogu postati nadopunom ostalim mjerama suzbijanja nematoda korjenovih kvržica. Poznato je i nematocidno djelovanje različitih biljnih vrsta koje se mogu uzgajati naizmjenice ili u kombinaciji s rajčicom. Najčešće su sijane vrste roda *Tagetes*: *Tagetes patula* (protiv *M. incognita*, *M. javanica*, *M. hapla*), *Tagetes erecta* (protiv *M. incognita*, *M. arenaria*), *Tagetes minuta* (protiv *M. incognita*, *M. hapla*). U istraživanjima provedenima u zaštićenom prostoru u nasadu rajčice utvrđeno je da vrsta *T. patula* samostalno ne pruža učinkovitu zaštitu biljaka, ali u kombinaciji s nematocidom (aldicarb) osigurava potpunu zaštitu i povećava urod rajčice. Sama primjena nematocida nije djelovala tako pozitivno na povećanje uroda rajčice.

Kemijsko suzbijanje

Nematocidima ne možemo eliminirati nematode u tlu, ali možemo smanjiti njihovu populaciju ispod praga štetnosti za vrijeme najosjetljivijega stadija razvoja biljke. Primjena nematocida može biti visoko učinkovita, ali je isplativa samo u uzgoju visoko dohodovnih kultura. Kada je teško primijeniti plodored ili otporne sorte nisu dostupne, primjena nematocida može biti jedino rješenje. U nas dozvolu za primjenu u nasadima rajčice imaju pripravci na osnovi aktivnih tvari fluopirama, fostiazata i oksamila (samo za profesionalnu primjenu). Dazomet (nematocid, fungicid i herbicid) kao aktivna tvar s dozvolom za primjenu u povrću primjenjuje se u dozi od 60 g/m² najmanje 42 dana prije sjetve, uz uvjet da temperatura tla ne smije biti niža od 8 °C, a poslije površinske primjene, sredstvo se treba unijeti u tlo na dubinu 15-20 cm. Radi moguće pojave fitotoksičnosti, neposredno prije sjetve uputno je provesti biotest. Fluopiram (nematocid i fungicid) primjenjuje se kroz sustav za navodnjavanje kapanjem u količini od 0,375 do 0,625 l/ha (375 – 625 ml/ha) u 2000 – 6000 l vode/ha. Sredstvo se primjenjuje 1 – 3 dana prije presađivanja (sadnje) ili 1 – 3 dana nakon presađivanja (sadnje), a primjenu je moguće ponoviti 15 – 30 dana nakon prve primjene. Više količine i dvije primjene sredstva preporučljive su u uvjetima jačeg ili jakog napada (potencijala štetnosti) nematoda. Niža količina sredstva može se koristiti u uvjetima slabijeg ili slabog napada nematoda. Dozvoljene su najviše dvije primjene pripravka godišnje. Fostiazat se u dozi od 30 kg/ha, na istoj površini smije primijeniti

samo jednom godišnje i to širom prije sadnje (do tri dana) uz obaveznu inkorporaciju na 10-15 cm ili u redove za vrijeme sadnje. Pripravci na bazi oksamila u nasadu rajčice mogu se primijeniti u dozi 10-20 l/ha, i to nakon presađivanja kroz sustav navodnjavanja, ali samo jednom godišnje, ili 10-14 dana nakon presađivanja u dozi od 10 l/ha, a tada su dozvoljene najviše tri primjene u rajčici, u razmacima od 10 do 14 dana. Znanstvenim istraživanjima utvrđeno je da primjena oksamila u dozi od 4,3 kg/ha, šest dana i potom tri tjedna nakon sadnje, smanjuje zarazu korijena za 94 %, a urod rajčice povećava za 80 %. Ako se provela primjena spomenute doze jednokratno, šest dana nakon sadnje, urod je povećan za 42 %. Primjena oksamila prije ili za vrijeme sadnje mogla bi biti još učinkovitija. Višekratna primjena oksamila u dozi 1,68 kg/ha u tri navrata svakih dva tjedna ili u dozi od 0,37 kg/ha u šest navrata u razmacima 3-6 dana, znatno je reducirala stvaranje kvržica na korijenu te povećala urod rajčice.

SUMMARY

CONTROL OF ROOT KNOT NEMATODES OF THE GENUS *Meloidogyne* Goeldi, 1887 ON TOMATOES

Root knot nematodes of the genus *Meloidogyne* are significant pests of tomatoes, other vegetables, and more than 3000 of other plant species. Because of its polyphagous character and high potential of reproduction, these pests cause significant reduction in the yield of vegetables in greenhouses or in the field. Selection of plants in crop rotation, because of polyphagous character of these pests, is difficult and it is therefore necessary to implement an integrated crop protection from these pests, which includes other available agro-technical measures, physical measures such as solarization and thermal sterilization, application of biological preparations based on fungi, bacteria and entomopathogenic nematodes and chemical control.

Keywords: control, *Meloidogyne* spp., root knot nematodes, tomato

Stručni rad