KORENOVE NEMATODE NA KORENASTOM POVRĆU

Violeta Oro

Institut za zaštitu bilja i životnu sredinu, Beograd

Email: viooro@yahoo.com

Izvod

Korenasto povrće je na prostorima naše zemlje prisutno od najranijeg doba. Paleobotanički izvori ukazuju na prisustvo semena biljaka familije Apiaceae (mrkve ili paštrnaka) iz 6. milenijuma pre naše ere sa lokaliteta Belo Brdo. Najveće štete na ovim biljkama stvaraju nematode roda *Meloidogyne* čije se larve ubušuju u koren i u unutrašnjosti tkiva se transformišu do odraslih organizama pri čemu izazivaju deformaciju tkiva, stvaranje tumora i potpuno kompromitovanje prinosa povrća. Na mrkvi i paštrnaku iz okoline Leskovca odnosno Beograda su pronađene populacije *M. hapla* koje su i morfološki okarakterisane. Morfometrijski podaci larvi pokazuju da nema značajnijih razlika među populacijama, sa tim što kod *M. hapla* sa paštrnaka perianalni patern ženki pokazuje veću varijabilnost, što je i karakteristika vrste.

Ključne reči: mrkva, paštrnak, *Meloidogyne hapla*

UVOD

Korenove ili galikolne nematode (*Meloidogyne* spp.) spadaju u grupu najštetnijih fitoparazitnih nematoda jer na gajenim biljkama izazivaju najveće ekonomske gubitke (Jones et al., 2013). Biološki ciklus počinje razvojem jaja koja ženka polaže u matriks. Prvo se razvijaju larve (L1) koje se ne hrane već presvlače u L2 u okviru jaja. Invazivne larve (L2) se pile iz jaja i migriraju u zemlju gde pronalaze biljku domaćina, ubušuju se u koren i kreću se intercelularno do mesta ishrane. Kada izaberu pogodno mesto, izlučuju enzime sekretornih žlezda izazivajući formiranje gigantskih ćelija. Larva zakačena za biljno tkivo, prestaje da se kreće i proširuje se dobijajući karakterističan flašast izgled. Presvlači se tri puta i transformiše u L3 i L4 odn. mužjake i ženke. Mužjaci su kratkoživeći i služe samo za oplođenje a ženke kao sedentorni paraziti dobijaju prošireno telo i proizvode jaja (100–1000) koja polažu u želatinozni matriks (Karssen, 2002). Proces formiranja gigantskih ćelija koje služe kao izvor nutrijenata za nematodu počinje tako što se prvo uvećavaju one ćelije biljnog tkiva korena koje su najbliže glavi nematode. Svaka nematoda proizvodi pet do sedam gigantskih ćelija koje sadrže oko 100 uvećanih jedara. U ovom slučaju mitozu se odigrava bez citokineze uz

endoreplikaciju DNK (Moroz Williamson & Hussey, 1996). Gigantske ćelije su zapravo delovi izmenjenog tkiva biljke domaćina koje se formira u vidu tumora sa spoljašnje strane.

Od kada su prvi put konstatovane u Srbiji 1947. god., do danas je utvrđen veliki broj različitih vrsta i populacija (Milovanović et al., 2017) međutim, poslednjih decenija u ovoj oblasti istraživanja su u stagnaciji. U periodu od 2013. do 2017. godine, Laboratorija za nematologiju Instituta za zaštitu bilja i životnu sredinu iz Beograda, uradila je nekoliko istraživanja u oblasti prisustva ovih parazita na teritoriji Srbije i tom prilikom je utvrđeno prisustvo *Meloidogyne hapla* Chitwood, 1949 na mrkvi u okolini Leskovca i paštraku u okolini Beograda (Milovanović et al., 2017).

Korenasto povrće, posebno mrkva je popularno povrće u ljudskoj ishrani i kao glavni izvor provitamina A, posebno β -karotina (Kjeldsen et al., 2003). Iako neki autori smatraju da je mrkva u Evropu stigla preko Arabljana u 13. odn. 14.-om veku (Banga, 1957), paleobotanički podaci iz kasnog neolita na lokalitetu Vinčanske kulture-Belo Brdo ukazuju na prisustvo semena mrkve ili paštraka iz tog perioda (Filipović & Tasić, 2012), što paktično znači da je ovo korenasto povrće od najranijih vremena bilo prisutno na našim prostorima. Pored *Meloidogyne* vrsta, na mrkvi se javljaju i *Helicotylenchus* spp., *Hemicycliophora saueri*, *Paratrachodorus* spp., *Pratylenchus neglectus* i *Scutellonema brachyurum*, (Walker, 2004) a na paštraku *Ditylenchus destructor* (FAO, 2016), *Pratylenchus penetrans* (Miller, 1978) i dr. Međutim, biljke napadnute korenovim nematodama mogu da budu potpuno izmenjenog izgleda sa tumoroznim tvorevinama i bez komercijalne vrednosti.

METOD RADA

Ekstrakcija larvi i ženki je vršena disekcijom gala odn. tumora na korenu mrkve i paštraka. Za morfometrijske studije larve su fiksirane lakto-glicerinskim fiksativom (Hooper, 1986), preparirane u glicerinu i posmatrane svetlosnim mikroskopom. Merene karakteristike larvi (L2) u μ m, uz interval, prosek i standardnu devijaciju su bile sledeće: dužina i širina tela, dužina stileta, rastojanje od usnog otvora do centra medijalnog bulbusa, dužina i širina repa, dužina hijalinskog dela repa, kao i indeksi a, b, c i c' (Tab. 1 i 2). Fotografije su dobijene uz pomoć BH-2 Olympus mikroskopa opremljenog sa Nomarsky interferencionim kontrastom i Motic 10 kamerom.

REZULTATI I DISKUSIJA

U tabelama 1 i 2 su date zbirne vrednosti morfometrijskih karakteristika invazivnih larvi (L2) *M. hapla* zasnovanih na merenju 25 jedinki sa njihovim opse-

gom (min-max), prosekom ($\bar{x}$) i standardnom devijacijom (sd). Uporedna analiza populacija larvi sa mrkve i pastrnaka pokazuje da ne postoje značajne razlike u prosečnim vrednostima morfoloških parametara. U relativnom iznosu, malo duže larve su (u proseku) sa mrkve i one imaju prosečno kraći stilet. Prosečna dužina repa larvi sa pastrnaka je veća ali je hijalinski deo repa manji. Mikrofotografije larvi sa oba domaćina su date na slikama 1, 2, 5 i 6.

Tab. 1 Morfometrika larvi (L_2) *M. hapla* sa mrkve (interval, prosek i standardna devijacija)

karakteristike (u μm , osim indeksa)	Larve (n=25)		
	min-max	$\bar{x}$	sd
dužina tela	243.10–305.20	275.63	18.14
dužina stileta	8.30–10.20	9.18	0.42
širina tela	8.10–10.80	9.38	0.64
distanca usta-med. bulbus	30.30–43.80	36.46	3.62
dužina repa	29.00–40.60	35.04	3.24
širina repa	5.20–9.20	7.37	1.10
hijalinski deo repa	10.50–15.80	14.03	1.20
a	23.94–36.52	29.50	2.50
b	4.05–5.00	4.59	0.30
c	6.17–9.69	7.98	1.0
c'	4.08–5.88	4.78	0.45

Morfologija larvi *M. hapla* na korenu mrkve je prikazana na slikama 1 i 2.

Sl. 1 Prednji deo L_2 *M. hapla* sa mrkve

Sl. 2 Zadnji deo L_2 *M. hapla* sa mrkve

Morfologija perianalnog dela ženki je u skladu sa literaturnim podacima (Eisenback & Triantaphyllou, 1991), dorzalni luk je srednje visine, sa paralelnim isprekidanim strijama. Posteriorni patern se sastoji takođe od paralelnih strija. Lateralne linije mogu biti manje ili više uočljive ili dorzalne i ventalne strije mogu da se susreću pod određenim uglom. Pojedina račvanja mogu biti prisutna. U nekim slučajima lateralne strije mogu da se produžavaju i da formiraju krila. Fazmidi razdvojeni (sl. 3 a i b).

Sl. 3 a i b Perianalna morfologija ženki *M. hapla* sa mrkve

Simptomi *M. hapla* na korenu mrkve pokazuju koliki je obim štetnog dejstva ovog parazita na biljci (Sl. 4 a, b i c) na kojima se vidi da je koren potpuno izmenjen i neupotrebljiv za ishranu.

Sl. 4 a, b i c Simptomi *M. hapla* na korenu mrkve

Tab. 2 Morfometrika larvi (L_2) *M. hapla* sa paštrnaka (interval, prosek i standardna devijacija)

karakteristike (u μm , osim indeksa)	Larve (n=25)		
	min-max	$\bar{x}$	sd
dužina tela	235.00–304.40	274.50	13.60
dužina stileta	8.80–10.20	9.35	0.38
širina tela	7.50–10.20	9.20	0.70
distanca usta-med. bulbus	32.00–39.50	36.14	2.27
dužina repa	32.50–48.10	38.47	4.24
širina repa	6.50–8.40	7.48	0.58
hijalinski deo repa	12.10–15.50	13.92	0.99
a	23.50–37.60	30.07	2.99
b	3.92–5.07	4.57	0.23
c	5.78–9.37	7.22	0.88
c'	4.18–6.87	5.16	0.60

Morfologija larvi *M. hapla* na korenu paštrnaka je prikazana na slikama 5 i 6.

Sl. 5 Prednji deo L2 *M. hapla* sa paštrnaka

Sl. 6 Zadnji deo L2 *M. hapla* sa paštrnaka

Variranja perianalnog dela ženki *M. hapla* na korenu paštrnaka su prikazana na sl. 7 na kojima se vidi da su lateralne linije više uočljive, dorzalni luk niži i više zaobljen (a) ili sa isprekidanim cik-cak linijama (c).

Sl. 7 a, b i c Perianalna morfologija ženki *M. hapla* sa paštrnaka

Simptomi *M. hapla* na korenu paštrnaka su u vidu okruglastih tumora na biljci kao posledica prisustva parazita (Sl. 8 a i b).

Sl. 8 a i b Simptomi *M. hapla* na korenu paštrnaka

U poređenju sa morfološkim i morfometrijskim karakteristikama drugih populacija u svetu (Sohrabi et al., 2015, Skwiercz et al., 2019, Shokoohi & Mas-hela, 2020) naše populacije su najbližije populaciji *M. hapla* sa kafe (Handoo et al., 2005).

ZAKLJUČAK

Ispitivane populacije korenovih nematoda sa mrkve i paštrnaka su evidentno pokazale veliku štetnost ovih organizama na povrću, razvijajući simptome u vidu tumora ili gala na korenu biljaka. Ovakve biljke nemaju nikakvu tržišnu vrednost i neupotrebljive su za ishranu. U morfološkom smislu, obe populacije ne odstupaju u pogledu apsolutnih i prosečnih vrednosti morfometrijskih parametara. Primećeno je izraženije variranje perianalnog paternu ženki kod populacije sa paštrnaka, što je inače i karakteristika ove vrste. Naše populacije su morfološki najbližije populaciji *M. hapla* sa kafe pronađenoj na Havajima 2005. godine.

Zahvalnica

Rad je pomognut sredstvima Ministarstva prosvete, nauke i tehnološkog razvoja Republike Srbije.

LITERATURA

- Banga, O. (1957): Origin of the European cultivated carrot. *Euphytica*, 6, 54–63.
- Eisenback, J.D. & Triantaphyllou, H.H. (1991): Root-knot nematodes: *Meloidogyne* species and races. In *Manual of Agricultural Nematology* (W. R. Nickle, ed.), Marcell Dekker, New York, pp. 191–274.
- FAO, (2016): Diagnostic protocols for regulated pests DP 8: *Ditylenchus dipsaci* and *Ditylenchus destructor*. ISPM 27, Annex 8, 1–24.
- Filipović, D. & Tasić, N. (2012): Vinča-Belo Brdo, a late neolithic site in Serbia. Consideration of the macro-botanical remains as indicators of dietary habits. *Balcanica*, XLIII, 7–27.
- Handoo, Z.A., Skantar, A.M., Carta, L.K. & Schmitt, D.P. (2005): Morphological and molecular evaluation of a *Meloidogyne hapla* population damaging coffee (*Coffea arabica*) in Maui, Hawaii. *Nematology*, 37, 136–145.
- Hooper, D.J. (1986): Preserving and staining nematodes in plant tissues. In: Southey JF, ed. *Laboratory Methods for Work with Plant and Soil Nematodes*. 6th ed. London: Her Majesty's Stationery Office, pp. 81–85.
- 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, 946–961.
- Karssen, G. (2002): The plant-parasitic nematode genus *Meloidogyne* Göldi, 1892 (Tylenchida) in Europe. Koninklijke Brill NV, Leiden, The Netherlands, pp: 5–11.
- Kjeldsen, F., Christensen, L.P. & Edelenbos, M. (2003): Changes in volatile compounds of carrots (*Daucus carota* L.) during refrigerated and frozen storage. *Journal of Agriculture and Food Chemistry*, 51, 5400–5407.
- Miller, P.M. (1978): Reproduction, penetration, and pathogenicity of *Pratylenchus penetrans* on tobacco, vegetables, and cover crops. *Phytopathology*, 68, 1502–1504.
- Milovanović, N., Petrović, V., Oro, V. (2017): Status korenovih nematoda u Srbiji. *Biljni lekar*, 45, 415–424.
- Moroz Williamson, V. & Hussey, R.S. (1996): Nematode pathogenesis and resistance in plants. *The Plant Cell*, 8, 1735–1745.
- Shokoohi, E. & Mashela, P.W. (2020): First report of *Meloidogyne hapla* on kiwifruit in South Africa. *Journal of Nematology*, 52, 82.
- Skwiercz, A., Dobosz, R., Flis, L., Damszel, M., Litwinczuk, W. (2019): First report of *Meloidogyne hapla* on *Paulownia tomentosa* in Poland. *Acta Societatis Botanico-rum Poloniae*, 88, 3628.
- Sohrabi, E., Tanha Maafi, Z., Panahi, P. Barooti, S. (2015): First report of Northern root-knot nematode, *Meloidogyne hapla*, parasitic on oaks, *Quercus brantii* and *Q. infectoria* in Iran. *Journal of Nematology*, 47, 86–86.
- Walker, G.E. (2004): Associations between carrot defects and nematodes in South Australia. *Australasian Plant Pathology*, 33, 579–584.

Abstract

THE ROOT-KNOT NEMATODES ON ROOT VEGETABLES

Violeta Oro

Institute for plant protection and environment, Belgrade

Email: viooro@yahoo.com

Root vegetables have been present in our country from the earliest times. Paleobotanical sources indicate the presence of seeds of plants of the family Apiaceae (carrots or parsnips) from the 6th millennium BC from the Belo Brdo site. The greatest damage to these plants is caused by nematodes of the genus *Meloidogyne*, whose larvae burrow into the roots and transform into adult organisms inside the tissue, causing tissue deformation, tumor formation and can completely jeopardize vegetable yields. The populations of *M. hapla* were found on carrots and parsnips from the vicinity of Leskovac and Belgrade, respectively and they are morphologically characterized. The larval morphometric data show no significant differences between the populations however, *M. hapla* from parsnips shows more variations in the female perineal pattern, which is a characteristic of the species.

Key words: carrot, parsnip, *Meloidogyne hapla*