

a total of 106 different taxa of aphids were identified. This publication analyses vector pressures for two most important potato viruses (PVY and PLRV) for different localities. The best conditions for the production of healthy seed potato exist on the Golija mountain, at altitudes above 1100 m, in comparison to other tested sites. The pressure of vectors on the mountain is low and so is the risk of potato plants viral infection because of late potato planting and low aphid occurrence.

Key words: seed potato, aphids, Aphididae, vectors, Serbia

ŠTETNE NEMATODE KROMPIRA

Milan Radivojević

Univerzitet u Beogradu, Poljoprivredni fakultet Beograd-Zemun

E-mail: milan@agrif.bg.ac.rs

Rad primljen: 10.12.2015.

Prihvaćen za štampu: 18.01.2016.

Izvod

Krompir je u Evropi odavno postao strateška namirnica za ishranu stanovništva. Zato se i štetnim organizmima koji mogu da ugroze proizvodnju tako važne kulture posvećuje adekvatna pažnja. Odavno je shvaćeno da je u tom cilju neophodno angažovanje državnih i međunarodnih službi i legislative. Za neke grupe štetnih organizama uopšte, pa i na krompiru, nema rutinske i samodovoljne hemijske zaštite. Među njima su i nematode. Kod njih su karantinske i druge mere, usmerene na sprečavanje pojave i širenja, od naglašenog značaja zato što su za dospevanje na veća rastojanja nematode praktično zavisne od pasivnih načina prenošenja uz pomoć ljudi. To se odnosi na sve vidove transporta i raznošenja biljnog materijala i zemlje, a najrizičniji je promet reproduktivnog materijala, u ovom slučaju semenskog krompira. Druga važna okolnost, takođe vezana za raznošenje, je ta što su i krompir i mnogi njegovi štetni organizmi u Evropi alohtoni, introdukovani iz Južne ili Severne Amerike. To se odnosi i na većinu važnijih štetnih nematoda krompira, kojima se bavi ovaj rad. To su krompirove cistolike nematode, *Globodera rostochiensis* i *G. pallida*; nematode korenovih gala *Meloidogyne hapla*, *M. chitwoodi* i *M. fallax*; lažna nematoda korenovih gala *Nacobbus aberrans*; neke nematode pegavosti korena, *Pratylenchus* spp., i stabljikine nematode *Ditylenchus destructor* i *D. dipsaci*. Većinom su to polifagne štetočine, koje mogu da budu ili jesu ekonomski najštetnije na krompiru. U Srbiji su neke od njih već prisutne, manje ili više, a neke još ne. Kod nas još nisu registrovane ekonomske štete u proizvodnji krompira od nematoda. Suzbijanje je u praksi dosta teško i zahteva savesno i stručno sproveden optimalni integralni pristup, prilagođen specifičnostima svake vrste.

Ključne reči: krompir, nematode, biljni karantin, integralna zaštita krompira

UVOD

Krompir je gajena biljka poreklom iz Južne Amerike. Iz postojbine je introdukovan u XVI veku prvo u Evropu, a odatle kasnije i na druge kontinente. Prvi

podaci o gajenju krompira u Evropi potiču s kraja XVI veka, iz Španije i Engleske (Salaman, 1937). Tokom XVII i XVIII veka rasprostranio se i postao strateška namirnica za ishranu stanovništva u Evropi i Rusiji. Taj status je zadržao i danas, mada poslednjih decenija svetski primat u proizvodnji preuzimaju Kina i Indija. Za Srbiju, sa proizvodnjom na svega oko 50000 ha, krompir nije od prvorazrednog značaja za ishranu ljudi, ali je u brdsko planinskom području zapadne Srbije glavna ratarska kultura.

Kada je reč o štetnim organizmima krompira, njihovo prisustvo, rasprostranjenost i štetnost na prostoru Evrope i Srbije usko su povezani sa alohtonim poreklom i samog krompira, ali i brojnih štetnih vrsta na krompiru, koje su u Evropu dospele sa druge strane Atlantika. Primera radi, najštetnija bolest, plamenjača krompira (prouz. *Phytophthora infestans*), poreklom iz Meksika (Grünwald and Flier, 2005), stigla je početkom XIX veka u Zapadnu Evropu gde je izazvala epifitotiju sa tragičnim demografskim posledicama. Najvažnija štetočina, krompirova zlatica (*Leptinotarsa decemlineata*), dospela je u Evropu iz Severne Amerike nepun vek kasnije i kao požar se raširila po kontinentu u kratkom periodu između dva svetska rata. I najštetnije nematode na krompiru, krompirove cistolike nematode (*Globodera rostochiensis* i *G. pallida*) stigle su iz (Južne) Amerike u Evropu i za nepun vek se raširile po većem delu kontinenta (Stelter, 1971; Turner and Evans, 1998).

Navedeni primeri imaju za cilj da ukažu na potencijalnu opasnost od još nekoliko vrsta nematoda koje mogu ugroziti proizvodnju krompira, ako dospeju i/ili se rašire po Evropi, pa i u Srbiji. Prepoznat rizik od unošenja i/ili širenja ovih nematoda ogleda se jasno u njihovom regulisanom statusu, kao karantinskih ili ekonomski štetnih organizama. Tim vrstama, koje ili još nisu utvrđene u Srbiji, ili jesu, ali još nisu registrovane štete od njih u našoj proizvodnji krompira, bavi se ovaj rad sa ciljem, da se domaća stručna javnost i drugi zainteresovani u osnovnim crtama upoznaju sa poreklom i rasprostranjenjem, statusom i realnim rizikom od pojave i šteta, bioekologijom i integralnim konceptom kontrole ovih nematoda. Zbog uniformnosti, svim taksonima je dat približno isti prostor i pažnja. Štetnim nematodama krompira posvećeni su pregledni radovi u stranim monografijama, npr. Brodie (1984) i Brodie i sar. (1993). Za naše trenutne prilike najvažnije među njima su svakako krompirove cistolike nematode. Dosta detaljno su sa različitih aspekata obrađene i u stranoj literaturi (Marks and Brodie, 1998), na srpskom jeziku posvećen im je i jedan pregledni rad u ovom časopisu (Radivojević, 2009b), a za ostale vrste u tekstu su navedene relevantne monografske i pregledne publikacije.

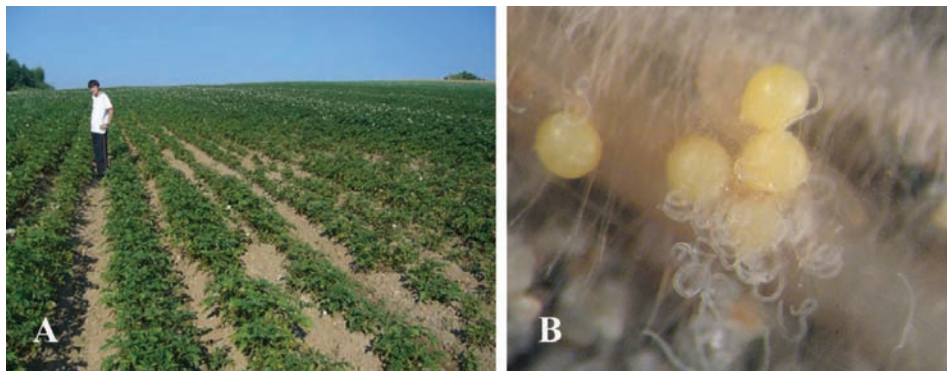
VAŽNIJE ŠTETNE NEMETODE KROMPIRA

Opšte osobine. Važnije vrste nematoda za proizvodnju krompira pripadaju istom redu, Tylenchida, u koji inače spada velika većina fitofagnih vrsta nematoda. Sve fitofagne nematode imaju interakciju parazitnog tipa sa biljkama domaćinima, pa se uobičajeno nazivaju i fitoparazitne nematode. Sve su to sitne životinje, retko duže 1-2 mm, i sve se hrane bodenjem i sisanjem ćelijskog sadržaja pomoću finih usnih bodlji, tzv. stileta. Stepem specijalizovanosti za fitoparazitizam evolutivno je različito odmakao kod pojedinih taksona. Obično je tip parazitizma odlika familije, ali su često i predstavnici neke podfamilije ili roda stekli izvesne specifične parazitne adaptacije.

Većinom su u pitanju stanovnici zemljišta i paraziti korena, a ređi su paraziti izdanka. Primitivnim parazitima se smatraju migratorni ektoparaziti korena. To su

nematode sa slobodnim načinom života u zemljištu, aktivno pokretljive celog života. Termin „migratorne“, iako sugerira duža putovanja, označava samo tu aktivnu pokretljivost na malom prostoru, ne većem od metar. Tako ove nematode dolaze do površine nežnih vrhova korena i tu se hrane. Svaki obrok je sadržaj jedne ćelije, koji biva pojedan ili isisan, i za novi obrok se traži nova ćelija. Filogenetski nezavisno, kod raznih taksona javlja se trend više parazitne specijalizacije na sedentarni (nepokretni) način života u delu životnog ciklusa. Ovo je po pravilu povezano sa patološkim iniciranjem džinovskih ćelija - hranilica u korenu, na kojima po jedna nematoda može da se hrani do kraja života. Opet po pravilu, kod takvih nematoda ženke su izgubile aktivnu pokretljivost i crvolik oblik tela, i dobile zadebljao, često mehurast habitus (Sl. 1B, Sl. 2, Sl. 3A i B, Sl. 4A), dok su mužjaci zadržali crvolik oblik i aktivnu pokretljivost (Sl. 1B). Pored mužjaka, u zemljištu se kratko vreme kreću i invazione larve ovih nematoda, najčešće drugog uzrasta (J2), u kratkom periodu od piljenja iz jaja do ubušivanja u koren.

Ova vrlo ograničena sposobnost aktivnog kretanja nematoda i nastanjenost u zemljištu i/ili korenu biljaka imaju dve važne praktične posledice. Jedna je da su za širenje na iole većem prostoru nematode zavisne od pasivnih načina prenošenja, od kojih su daleko najvažnije aktivnosti ljudi koje uključuju transport zaraženog biljnog materijala i raznošenje zemljišta sa nematodama. Vezano i sa relativno niskom stopom reprodukcije, u poređenju sa patogenima ili nekim insektima i grinjama, druga posledica je neravnomerna, ali i statična za dugi niz godina horizontalna distribucija populacije u okviru proizvodnih parcela. Zato su simptomi u polju na osetljivom usevu direktno proporcionalni lokalnoj gustini populacije nematoda i neravnomernom horizontalnom rasporedu, tipično u vidu „oaza sa nematodama“ (Sl. 1A). Simptomi na nadzemnom izdanku su po pravilu nespecifični (slabiji porast izdanka) zato što samo odražavaju stepen morfo-anatomske i fiziološke deprimiranosti podzemnog dela biljke, pre svega korenovog sistema. Kod krompira kao useva sa podzemnim produktivnim organom, čest takav nespecifičan simptom je i manji prinos krtola.



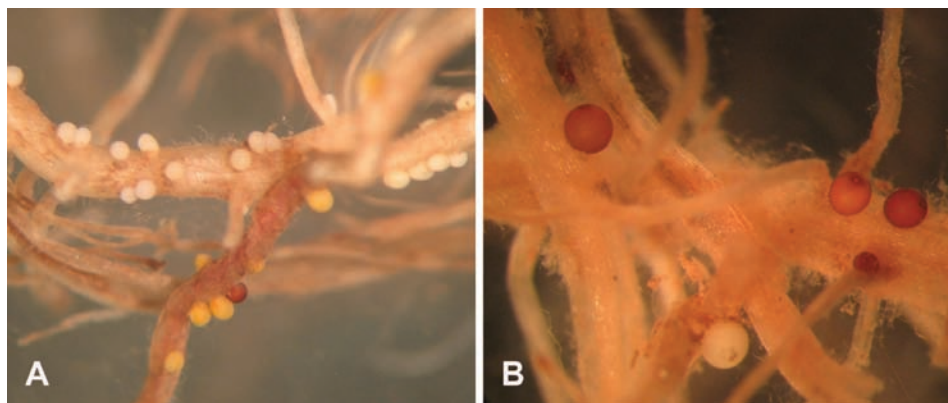
Sl. 1. A - „Oaza“ sa jačim napadom žute krompirove cistolike nematode, *Globodera rostochiensis*, u usevu krompira. Biljke su proređene, slabije razvijenog nadzemnog izdanka, blede zelenog lišća i nešto ranije precvetale u odnosu na okolni deo useva. B - U tom periodu su u zemljištu žute zrele loptaste ženke spremne za parenje. Oko njih se vidi veći broj crvolikih mužjaka koji su u potrazi za ženkama, takođe spremni za parenje, koje se događa samo jednom u životu jedinki. (foto: Radivojević M. i Grujić N.)

Od praktičnog značaja je i stepen botaničke specijalizacije nematoda. Kod oligofagnih grupa, koje imaju domaćine unutar jedne ili par botaničkih familija, a ekonomski su štetne samo u okviru jednog ili par rodova, plodored je delotvorna i najbolja mera kontrole brojnosti populacija. Nažalost, upravo polifagnost kod nekih najštetnijih vrsta praktično isključuje efikasnost plodoređa i čini suzbijanje takvih vrsta, kada se jave i prenamnože, vrlo problematičnim. To je dodatno otežano praktičnim odsustvom na tržištu pravih, selektivnih nematocida, sa prihvatljivim ekotoksikološkim osobinama. Po pravilu, pažljivija proučavanja pokazuju da unutar vrsta postoje razni subspecijiski entiteti - patotipovi, rase i sl., koje se razlikuju po spektru biljaka domaćina. Ovo opet otvara neki prostor plodoređu, ali je pretpostavka da se na lokalnom nivou zna o kom patotipu ili rasi se radi, i ne može se *a priori* oslanjati na literaturne podatke.

Krompirove cistolike nematode

(*Globodera rostochiensis* i *G. pallida*: Heteroderinae)

Cistolike nematode (CN) su globalno među najštetnijim nematodama, posebno u ratarskoj proizvodnji na severnoj hemisferi. Posvećena im je stoga i odgovarajuća istraživačka i stručna pažnja. Po širini spektra hraniteljki najčešće su oligofagi, sa domaćinima unutar jedne botaničke porodice i ekonomskom štetnošću na gajenim biljkama jednog ili par rodova. Po tome se razlikuju od drugih najštetnijih nematoda, koje su po pravilu polifagne. Današnja sistematika (Subbotin et al., 2010) razlikuje sedam rodova CN (podfam. Heteroderinae) od kojih se po broju vrsta i štetnosti ističe tipski rod *Heterodera* Schmidt, 1871 sa 80 vrsta, od kojih se tridesetak sreće u Evropi. Ostali rodovi imaju svega po nekoliko opisanih vrsta, a po ekonomskom značaju među njima ističe se rod *Globodera* Skarbilovich, 1959. Od svega 10 poznatih vrsta ovog roda, tri najštetnije su autohtone u Južnoj Americi i domaćini su im uglavnom biljke iz fam. Solanaceae. To su *G. tabacum* (CN duvana) i dve vrste krompirovih cistolikih nematoda (KCN): *G. rostochiensis* (Wollenweber, 1923) - žuta (zlatna, ili zlatnožuta) KCN i *G. pallida* Stone, 1973 - bela (bleda, ili bledožuta) KCN (Sl. 2).



Sl. 2. Ženke krompirovih cistolikih nematoda (KCN) na korenu krompira. Kod obe vrste sasvim mlade ženke su bele boje i tanke nežne kutikule. Tokom sazrevanja ženki i transformacije u ciste kutikula zadebljava i tamni do smeđe boje. A - Žuta KCN, *Globodera rostochiensis*, dobila je ime po fazi između bele i smeđe, kada su ženke žute boje; B - Bela (ili bleda) KCN, *G. pallida*, nema žutu fazu, već bela kutikula postepeno preko krem boje prelazi u smeđu. (foto: Radivojević M. i Grujić N.)

Ekonomski značaj, kao i problematičnost kontrole KCN, shvaćeni su ozbiljno u Zapadnoj Evropi između dva svetska rata. Tada je u Engleskoj, kao uzročnik opadanja prinosa krompira na nacionalnom planu, identifikovana žuta KCN, tada marginalizovana vrsta, otkrivena u Nemačkoj krajem XIX veka (Kühn, 1881). Uskoro se ispostavila već alarmantna raširenost u Zapadnoj Evropi i pristupilo se ozbiljnom razrađivanju strategije kontrole. Uz uspostavljenu karantinsku i drugu regulativu, koja se uz izmene zadržala do danas, velika pažnja je data dobijanju visoko otpornih sorti krompira.

Uspeh je postignut u Engleskoj sredinom prošlog veka (Ellenby, 1952), a visoka otpornost dobijena iz *Solanum tuberosum* ssp. *andigena* pokazala se kao izvanredna u suzbijanju nematoda, ali ne na svim zaraženim površinama. Ispostavilo se u narednim istraživanjima da postoje dve biološke vrste KCN, svaka sa nekoliko patotipova, a da su otporne sorte delovale samo na prvi patotip žute KCN (tzv. Ro 1), koji je tada dominirao u Evropi. Tokom sledećih decenija Ro 1 se širio i po Centralnoj i Istočnoj Evropi. Efikasno suzbijanje žute Ro 1 KCN u Zapadnoj Evropi otpornim sortama bilo je praćeno iznenađujuće brzom sukcesijom i širenjem bele KCN, za koju do danas nisu dobijene sorte sa sličnom visokom otpornošću kao prema Ro 1.

Danas su u EU i EPPO regionu obe vrste KCN na A2 listama, a u EU je njihova kontrola regulisana posebnom direktivom (Anonimus, 2007). Pomenuto širenje *G. pallida* po zapadu kontinenta još nije zahvatilo Istočnu Evropu, pa ni Srbiju. Po dosadašnjem uvidu, u Srbiji je, u nekoliko lokalizovanih područja u zapadnim krajevima zemlje, prisutan samo patotip Ro 1 žute KCN (Krnjaić i sar., 2000; Radivojević et al., 2001; Krnjaić et al., 2002; Krnjaić et al., 2006; Radivojević et al., 2007; Bačić et al. 2008; Oro et al., 2010; Radivojević i Labudović, 2010; Bačić et al. 2013; Grujić i sar., 2015). *Globodera pallida* je u Srbiji nađena samo na jednoj parceli na planini Javor 2005. godine (Radivojević et al., 2006; Bačić et al., 2008; Radivojević & Stančić, 2008; Oro et al., 2010; Grujić i sar. 2015), gde je njena eradikacija u završnoj fazi. Slično je sa nalazima *G. pallida* u susednoj Republici Srpskoj (Nježić et al., 2013) i Hrvatskoj (Grubišić et al., 2007). U takvim okolnostima, u Srbiji je *G. rostochiensis* na A2, a *G. pallida* na A1 karantinskoj listi (Anonimus, 2008a). Pored toga, kontrola KCN u Srbiji regulisana je redovnim programima mera zaštite bilja (Anonimus, 2015a) i posebnom naredbom o KCN (Anonimus, 2013), usklađenom sa pomenutom direktivom EU.

Rizik od pojave i šteta od KCN je znatno redukovano navedenim strogim propisanim fitosanitarnim merama. Na već zaraženim parcelama, i kod KCN, kao i kod drugih nematoda, štetnost je proporcionalna gustini populacije u polju, a prosečna gustina je opet srazmerna učestalosti gajenja krompira na istoj parceli. Pošto u našim uslovima KCN imaju jednu generaciju godišnje, za jaču infestiranost parcele potreban je višegodišnji period čestog gajenja krompira. Širenje KCN je gotovo isključivo cistama nematoda sa zaraženim zemljištem. Na okolne parcele zemlja se lako širi mehanizacijom i sl., a glavni rizik od širenja na veća rastojanja i nove proizvodne lokacije je zemlja sa cistama zaostala na krtolama semenskog krompira. Nekad se ciste mogu formirati i na samim krtolama, ali se to retko događa. Iako su i paradajz i plavi patlidžan dobri domaćini, u našim proizvodnim uslovima ne gaje se na istim površinama gde i krompir (osim po privatnim povrtnjacima). Osnovna štetnost KCN je smanjen prinos krtola, jer je smanjena asimilaciona funkcija izdanka usled direktno oštećenog korenovog sistema. "Čelava mesta" i, uopšte, upadljivo lošije stanje biljaka u polju (Sl. 1A) se javljaju retko, kod izuzetno jakog lokalnog napada i slabe tolerantnosti sorte, ali ukupan prinos može biti znatno umanjen i kod gotovo neprimetnih simptoma na cimi u usevu.

Cistolike nematode uopšte, dobile su ovo ime po jedinstvenom adaptivnom fenomenu formiranja cista, uginulih ženki-majki, koje svojom mehurastom telesnom kutikulom štite par stotina nepoloženih, dormantnih jaja od nepovoljnih spoljnih uslova. Invazione larve drugog uzrasta se pile iz jaja i cista u povoljnim uslovima i migriraju kroz zemljište u aktivnoj potrazi za korenom domaćina u koji se potom ubušuju. Tu formiraju stalno mesto ishrane i kao sedentarni paraziti završavaju ciklus, dajući novu generaciju cista. Nema formiranja gala na korenu (za razliku od meloidogina), pa stoga nema ni prostora u kori korena da rastuće ženke ostanu endoparaziti. Zato one postepeno, rastući, „ispupe“ kao ektoparaziti na površinu korena (Sl. 2), odakle najzad spadnu u zemljište kao nove mlade ciste. Sve je ovo odlika i obe vrste KCN, a glavna praktična razlika među njima je koje su im sorte krompira zajednički, a koje diferencijalni domaćini. Drugim rečima, praktično je važno koje su sorte krompira osetljive na jednu ili obe vrste nematoda, a koje su otporne, manje ili više.

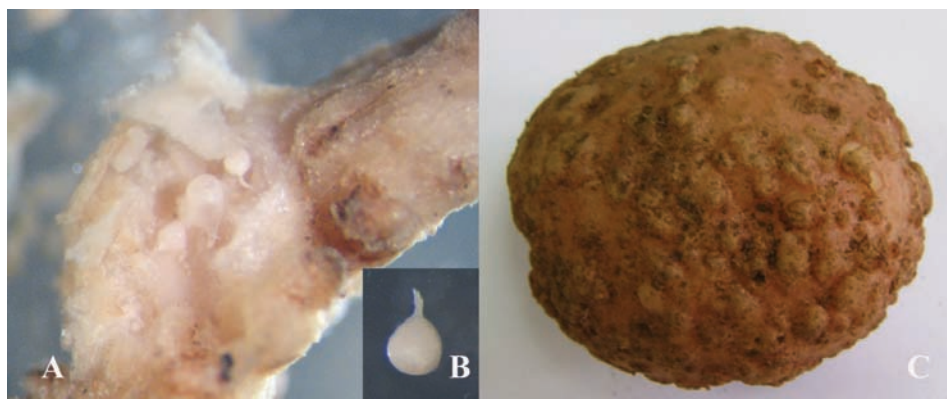
Integralni koncept kontrole KCN je relativno jasan i jednostavan, bar za naše prilike gde imamo samo Ro 1 žute KCN, a nemamo belu KCN. Administrativne mere imaju ulogu sprečavanja pojave i širenja na još nezaražene površine, kao i mere praćenja i suzbijanja ili eradikacije ovih karantinskih vrsta. Zbog uskog kruga domaćina plodored sa ne-domaćinima je koristan i delotvoran. Tu spadaju i visoko otporne sorte krompira, koje, u slučaju i kod nas prisutnog Ro 1 patotipa žute KCN, ne samo da omogućuju gajenje krompira kao komercijano poželjnog useva, već i biološki, kao biljke klopke, efikasno suzbijaju ove nematode (Radivojević, 2009b). O ovoj fitosanitarno aktuelnoj temi u planu je još jedan zaseban rad.

Nematode korenovih gala (NKG) ili meloidogine

(*Meloidogyne* spp.: Meloidogyninae)

Meloidogine su, po procenama nematologa, ekonomski najštetnija grupa fitoparazitnih nematoda na globalnom nivou, sa udelom oko 5% u ukupnim gubicima od štetnih organizama u biljnoj proizvodnji (Sasser and Carter, 1985). Posvećen im je veći broj preglednih i monografskih radova u svetu, da ovde pomenemo samo najnoviju knjigu (Perry and Moens, eds. 2009) i taksonomsku studiju o evropskim meloidoginama (Karssen, 2002). Na srpskom su dosta detaljno opisali bionomiju meloidogina Krnjaić i Krnjaić, (1987) i Radivojević (2009a).

Poznato je oko 90 vrsta ovog roda. Neke su sa regionalnim, a neke sa kosmopolitskim rasprostranjenjem. Botanička specijalizovanost je najčešće u rasponu od uže polifagnosti među monokotilama i/ili dikotilama, do široke polifagnosti u okviru skrivenosemenica, koja se sreće upravo kod ekonomski najštetnijih meloidogina. Kod tih vrsta, opet po pravilu, sreću se subspecijske rase i sl. Globalno najštetnije vrste su javanska NKG, *Meloidogyne javanica* (Treub, 1884) Chitwood, 1949; skrivena NKG, *M. incognita* (Kofoid & White 1919) Chitwood 1949; severna NKG, *M. hapla* i NKG kikirikija, *M. arenaria* (Neal, 1889) Chitwood, 1949. Za proizvodnju krompira u umerenom klimatu uopšte, i posebno na evropskom prostoru i u Srbiji, najvažnije vrste su severna NKG, kolumbijska NKG (*M. chitwoodii*) i lažna kolumbijska NKG (*M. fallax*), dok je za proizvodnju krompira u toplijem klimatu važna i skrivena NKG, *M. incognita*. U EPPo regionu na A2 listi je i *M. enterolobii* Yang & Eisenback, 1983. Ova vrsta je uži polifag, sa krompirom i paradajzom kao glavnim gajenim domaćinima, ali se u umerenom klimatskom području Evrope zbog svoje toploljubivosti smatra rizičnom samo za paradajz u zaštićenom prostoru, a ne i za krompir na otvorenom.



Sl. 3. Nematode korenovih gala (meloidogine) na krompiru. A i B - *Meloidogyne* sp. u korenu krompira, u gali koju su same izazvale. Disekcijom gale se mogu otkriti ženke, nalik malim belim smokvicama (foto Radivojević M. i Grujić N.); C - Krtola krompira sa parcele jako zaražene severnom meloidoginom, *M. hapla* u Nevesinju (Hercegovina). Vidljive su brojne plikaste gale (foto Nježić B.).

Meloidogyne hapla Chitwood, 1949 nosi svoje trivijalno ime severna NKG upravo po tome što uspešno živi i u slobodnoj prirodi umerenog i kontinentalnog klimatskog područja severne hemisfere. Po tome se izdvaja od ostale tri najštetnije vrste u svetu koje su toploljubive, pa stoga *M. hapla* jedina od njih četiri i predstavlja realan rizik za proizvodnju krompira u Srbiji. Ova vrsta je rasprostranjena širom Evrope, uključujući i prostor bivše Jugoslavije, pa i Srbiju, a sreće se i na otvorenom i u zaštićenom prostoru (Krnjajić i Krnjajić, 1987). Za očekivati je nalaze ove vrste i na području gajenja krompira u zapadnoj Srbiji, a indikacija su relativno nedavno utvrđene visoko zaražene parcele pod krompirom u BiH, uključujući i područje Nevesinja u Hercegovini, ali i nama blisko područje preko Drine oko Višegrada u Republici Srpskoj (Nježić et al., 2012).

Domaćini severne NKG su dikotiledone biljke. Od nekoliko stotina poznatih vrsta domaćina, krompir spada u glavne među gajenim biljkama. Simptomi na korenu su brojne sitne razdvojene gale. Naseljava i krtole (Sl. 3C), pa se njima može i raznositi. Simptomi su obično skriveni, jer se sitne plikaste gale sa kvržičastim jajnim kesama formiraju samo na iznad 20 °C (Griffin, 1979), što pogoduje neopaženom širenju semenskim krompirom. Nisu dosada registrovane štete u proizvodnji krompira kod nas. U Srbiji je, sa svim drugim meloidoginama, severna NKG na listi ekonomski štetnih nematoda i uključena je u redovnu fitosanitarnu kontrolu proizvodnje krompira.

M. chitwoodi Golden, O'Bannon, Santo & Finley, 1980 se smatra autohtonom u zapadnom delu Severne Amerike, a otkrivena je i opisana tek krajem prošlog veka. Njeno trivijalno ime kolumbijska NKG potiče od reke Kolumbija blizu mesta prvog nalaza u SAD, a ne od države u Južnoj Americi. Današnji areal uključuje i delove Južne Amerike i Južne Afrike. Na prostoru Evrope je ograničeno prisutna u Turskoj, Nemačkoj, Belgiji i Holandiji, a sumnja se i šire, kao još neotkrivena. Po spektru domaćina je uži polifag, a većinom su u pitanju loši domaćini, i među mono- i dikotiledonim familijama. Ima dve poznate rase. Rasa 2, kao diferencijalnog domaćina, u odnosu na rasu 1, ima lucerku (Santo and Pinkerton, 1985). Ekonomski može biti štetna upravo na krompiru, a i na paradajzu. Simptomi na korenu su vrlo sitne pojedinačne gale, sitnije nego od *M. hapla*, sa izrazitim sme-

dim kvržičastim jajnim kesama u zreloj fazi. Na krtolama je prisustvo nematoda ispod kore obično gotovo neprimetno, ali brojne sitne plikaste gale mogu biti vidljive kod jakog napada. U EU i kod EPPO je na A2, a u Srbiji na A1 listi karantinskih štetočina. Smatra se najrizičnijom vrstom meloidogina za buduću evropsku proizvodnju krompira.

M. fallax Karssen 1996, je opisana nedavno. Tokom poljskih ispitivanja jedne populacije u Holandiji, za koju se smatralo da je kolumbijska NKG, *M. chitwoodi*, uočene nekonzistentnosti osobina i potonja pažljiva taksonomska analiza otkrile su da je reč o zapravo novoj vrsti za nauku. I njeno trivijalno ime, lažna kolumbijska NKG, ukazuje da je reč o vrlo sličnoj, sestrinskoj vrsti sa *M. chitwoodi* (Karssen, 2002). U Evropi je ograničeno prisutna u nekim zemljama (Holandija, Belgija, Nemačka, Francuska, Švajcarska, Engleska). Pokazalo se u praksi da može izazvati velike štete u proizvodnji krompira i da ima tendenciju širenja, pa je na EU i EPPO na A2 listama radi sprečavanja daljeg širenja u Evropi i van nje. U Srbiji je na A1 listi, tj. još nije registrovana. Van Evrope je nađena još u delovima Australije i Novog Zelanda, pa je pitanje provenijencije još otvoreno. Među razlikama u spektru domaćina od praktičnog značaja za plodored je da kukuruz nije domaćin *M. fallax*, a jeste za *M. chitwoodi*.

Životni ciklus meloidogina je generalno isti za sve vrste. U prethodnom radu u ovom časopisu, posvećenom štetnosti meloidogina u zaštićenom prostoru (Radivojević, 2009a), ovaj ciklus je detaljno opisan. Bionomiju meloidogina (*M. hapla* i *M. chitwoodi*) na krompiru su detaljnije opisali Inserra i sar. (1983) i Pinkerton i sar. (1991). Zato se životni ciklus ovde daje samo u najkraćem, radi lakšeg poređenja sa ostalim nematodama na krompiru. Meloidogine su obligatni sedentarni endoparaziti i izazivači gala na korenu biljaka. Iz jaja se pile invazione larve (J2) koje se aktivno kreću kroz zemljište i pronalaze koren domaćina u koji se ubušuju. Tu izazivaju patološko obrazovanje zadebljanja - gala, u kojima provode život kao endoparaziti (Sl. 2A i B). Jaja polažu samo jednom u životu, kao zbijenu gomilicu od par stotina jaja, smeštenu spolja na zadnjem delu ženke i zaštićenu želatinoznom jajnom kesom, nalik sitnoj smeđoj kvržici na površini gale. Ovo je dosta specifičan simptom meloidogina, ali se javlja tek kad generacija dostigne fazu polaganja jaja i formiranja jajnih kesa. Broj generacija zavisi, pre svega, od toplotnih uslova, i varira od jedne do nekoliko godišnje.

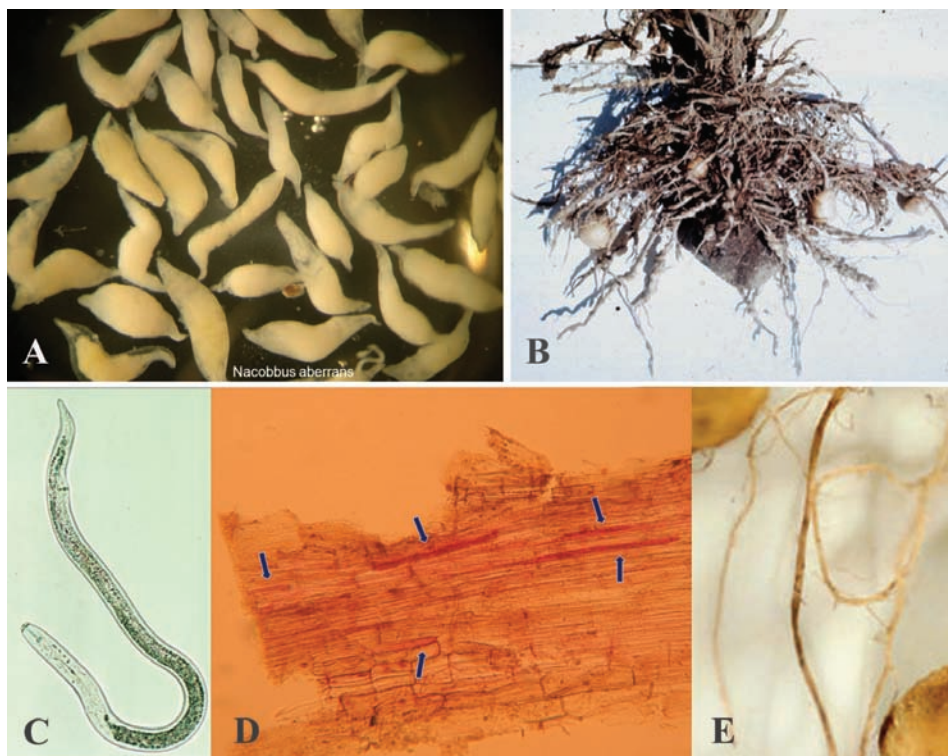
Karantinske mere kod nas, sa aspekta zaštite proizvodnje krompira, prvenstveno su usmerene na sprečavanje unošenja u Srbiju *M. fallax* i *M. chitwoodi*. Zdravstvena proizvodnja semenskog krompira uključuje i preglede na meloidogine (Anonimus, 2015a). U slučaju nalaza zaraženih parcela, protiv *M. hapla* je korištan plodored sa strnim žitima i kukuruzom, a ponajbolje je zasnivanje travne livade-pašnjaka za neko vreme. Protiv *M. fallax* dolazi u obzir samo plodored sa kukuruzom kao ne-domaćinom, ali i on može dosta da smanji populaciju nematoda na otvorenom za narednu godinu. Poznate su neke srodne biljke sa različitom otpornošću prema meloidoginama, ali se na komercijalnom nivou ne radi na stvaranju otpornog sortimenta.

Lažna nematoda korenovih gala (*Nacobbus aberrans*: Pratylenchidae)

Nematode roda *Nacobbus* (Thorne) su autohtone u Americi, a svega je nekoliko vrsta opisano u poslednjih stotinak godina. Među taksonomima je, od početka, pa do danas, bilo različitih shvatanja koje su vrste validne, a koje ne. Pored najvažnije, tipske vrste *Nacobbus aberrans* (Thorne) Thorne & Allen, 1944, pominju

se u literaturi još i *N. batatiformis*, *N. dorsalis* i *N. serendipiticus*. Danas prevladuje shvatanje da je *N. aberrans sensu lato* kompleks vrsta sa više patotipova. U Severnoj Americi, *N. aberrans* je potvrđeno ekonomski štetan na šećernoj repi i ne napada krompir. Krompir je glavni domaćin populacija iz Južne i Centralne Amerike, a pominju se još i paradajz, šećerna repa, kupus, paprika, mrkva, salata i dr. kao domaćini od manjeg značaja (EPPO).

Današnji areal *N. aberrans* je i dalje u delovima Severne, Centralne i Južne Amerike, dok za Evropu postoje samo podaci o početnim nalazima i uspešnoj eradikaciji (EPPO). U Engleskoj je, 1959, *N. aberrans* nađen (i opisan kao nova vrsta *N. serendipiticus*) na paradajzu u stakleniku, gde je uspešno sprovedena eradikacija (Franklin, 1959). Sličan pojedinačni nalaz na paradajzu u staklari, sa potonjom uspešnom eradikacijom, zabeležen je nešto kasnije i u Holandiji (Brujin and Stermerding, 1968). *N. aberrans* je na A1 karantinskim listama u EU, EPPO. I u Srbiji je na A1 listi karantinski štetnih organizama, a dodatno je zabranjen uvoz u Srbiju krompira i srodnih biljaka iz Meksika, Centralne i Južne Amerike i u cilju sprečavanja unošenja *N. aberrans* (Anonimus, 2010).



Sl. 4. A - Odrasle ženke lažne nematode korenovih gala, *Nacobbus aberrans*; B - korenov sistem krompira napadnut od *N. aberrans*; C - E Nematode pegavosti korena: C - ženka *Pratylenchus penetrans*, D - *P. thornei* u tkivu korena; E - nekrotične lezije od *P. penetrans* na korenu krompira. (foto: A, B i C - plpnemweb.ucdavis.edu; D - Grujić N. i Radivojević M.; E - www.aaltjesschema.nl).

Trivijalno ime za *N. aberrans*, lažna nematoda korenovih gala (eng. false root-knot nematode), potiče od karakterističnih simptoma na korenu, a to su brojne granulaste gale, vrlo slične onima koje izazivaju "prave" meloidogine (Sl. 4B). Dodatna sličnost je i mehurasto prošireno telo zrelih ženki u galama, s tim što je ovde i zadnji kraj tela konusno ispupčen (Sl. 4A). Međutim, u mnogim detaljima životnog ciklusa, a i anatomije, *Nacobbus* spp. pokazuju razlike od meloidogina, veću bliskost sa nematodama iz fam. Pratylenchidae nego fam. Heteroderidae, kao i nezavisnu evoluciju u sedentarni endoparazitizam korena.

Životni ciklus počinje slično kao kod meloidogina, piljenjem mladih larvi drugog uzrasta (J2) iz jaja u jajnim kesama, migracijom kroz zemljište i ubušivanjem u koren. Dalji razvoj u J3, J4 i mlade odrasle jedinke praćen je formiranjem manjih i većih nekrotičnih hodnika kroz koru korena prema centralnom cilindru. Obično je u vreme pojave mladih odraslih nematoda taj deo korena već u propadanjju, pa one izlaze u zemljište i ponovo se ubušuju na novo mesto. To kod krompira obično biva u vreme formiranja i rasta krtola, a nematode se mogu ubušiti i oko okaca, tj. mogu se raznositi krtolama semenskog krompira. Tek tada mlade ženke zadebljavaju, postaju nepokretne i izazivaju formiranje džinovske ćelije i obrazovanje gala. Takođe slično meloidoginama, ove ženke su okrenute zadnjom stranom ka površini gale i tu luče želatinoznu jajnu kesu u koju polažu po par stotina jaja.

U integralnoj zaštiti i ovde naglašenu važnost imaju karantin i prateće administrativne mere. Za eventualni plodored pogodne su Poaceae i Fabaceae kao nedomaćini. Za semenski krompir moguća je hemijska dezinfekcija potapanjem u radne tečnosti sredstava, ili preparata dozvoljenih za pomenutu namenu. Poznate su biljke sa dobrom otpornošću prema *N. aberrans*, kao izvor gena za selekciju otpornih sorti.

Nematode pegavosti korena

(*Pratylenchus* spp.: Pratylenchidae)

Nematode pegavosti korena su rod, sa oko 70 poznatih vrsta, rasprostranjen od Sibira i Aljaske do Antarktika. Od toga se u Evropi sreće 30-ak vrsta, dok se po ekonomskoj štetnosti na svetskom nivou ističe svega 10-ak, ali izrazito štetnih vrsta (Castillo and Vovlas, 2007). To su, abecedno: *Pratylenchus brachiurus*, *P. coffeae*, *P. goodeyi*, *P. neglectus*, *P. penetrans*, *P. pratensis*, *P. scribneri*, *P. thornei* i *P. vulnus*. I ovde važi da je velika štetnost povezana sa polifagnošću. Iako je po literaturi veći broj vrsta nalažen i u krompiru, kao važnije štetočine ove kulture u umerenom klimatu pominju se vrste *P. alleni*, *P. crenatus*, *P. neglectus*, *P. penetrans*, *P. scribneri* i *P. thornei* (Brown et al., 1980).

Nije proučena fauna ovih nematoda u Srbiji, jer se niko od malobrojnih domaćih nematologa nije detaljnije bavio ovom grupom. Krnjaić i Krnjaić (1987), uz prikaz morfoloških i bioloških karakteristika, navode nalaze većine važnijih vrsta u bivšoj Jugoslaviji. Ono što se sigurno zna iz laboratorijske prakse, iako uzgred, je da su nematode pegavosti korena relativno česte u uzorcima zemljišta i da je izgledno lokalno prisustvo važnijih evropskih vrsta u Srbiji. U domaćoj fitosanitarnoj regulativi *P. penetrans*, *P. thornei* i *P. vulnus* su na listi ekonomski štetnih organizama (Anonimus, 2008a).

Kod ove grupe nematoda, trivijalno ime - nematode pegavosti korena (eng. root lesion nematode) ukazuje na karakteristične simptome napada ovih nematoda. Usled ubušivanja, kretanja i ishrane nematoda, u kori mladih korenčića javljaju se sitne nekrotične pege, obično uzdužne, u pravcu pružanja ćelija (Sl. 4D). Kod jačeg napada, hiljade jedinki mogu kolonizovati koren jedne biljke, dovodeći do

spajanja inicijalnih pega u veće nekrotične zone (Sl. 4E), pa i do propadanja korenja i čitavih biljaka. Smatra se da je indirektna štetnost, kroz "otvaranje vrata" zemljišnim patogenima, od većeg ekonomskog značaja od direktnih, primarnih oštećenja. Za neke vrste (*P. neglectus*, *P. penetrans* i *P. scribneri*) se zna da mogu da nasele i stolone i krtole, i da na njima izazovu oštećenje tipa krastavosti i plitkih nekrotičnih lezija (Olthof and Wolynetz, 1991).

Nematode pegavosti korena, kao i većinu srodnih pratilenhida, odlikuje dosta redak tip fitoparazitizma među nematodama. Naime one su migratorni ektoparaziti, ali i migratorni endoparaziti korena biljaka (neke vrste i podzemnih izdanaka), i u tom smislu su pravi "amfibionti". Razviće je direktnog tipa, bez preobražaja. Svi postembrionalni stadijumi (mladi - J2, J3, J4 i odrasli) su aktivno pokretljivi (Sl. 4C). Mogu da žive i razmnožavaju se kao ektoparaziti u zemljištu, hraneći se na ćelijama epidermisa i korenskim dlačicama. Međutim, takođe, svi ti stadijumi mogu da se ubušuju u koren i kreću kroz ćelije kore korena (Sl. 4D), prosecajući usputne ćelijske zidove stiletom. Pri tom prodiranju kroz ćelije, bar neke vrste luče fitotoksične sekrete koji im olakšavaju prodiranje u susednu ćeliju (Mountain and Patrick, 1959). U korenu se odvijaju sve životne aktivnosti, uključujući i razmnožavanje. Jedinke mogu da napuste koren, obično zbog njegovog propadanja, i žive ektoparazitno, ili da se ponovo ubuše u neki novi koren (Zunke, 1991). Jedinke su aktivne u našim uslovima tokom većeg dela godine (sem zime), a generacije nisu razdvojene.

U integralnoj zaštiti od ovih vrsta karantin je od manjeg značaja za sprečavanje unošenja u državu, s obzirom na zatečenu rasprostranjenost. Ipak, fitosanitarna kontrola vegetativnog reproduktivnog biljnog materijala, u ovom slučaju semenskog krompira, u proizvodnji i prometu može da zaštiti proizvođače od unošenja ovih nematoda u proizvodne objekte gde ih još nema. Iako bi visoko otporne i/ili tolerantne sorte krompira bile poželjne, sortiment krompira je generalno osetljiv ili parcijalno otporan, a selekcioneri uglavnom nisu ekonomski motivisani da se ozbiljnije bave stvaranjem otpornih sorata krompira prema ovim nematodama, jer je u pitanju više vrsta.

Stabljkine nematode

(*D. destructor* i *Ditylenchus dipsaci*: Anguinidae)

Rod *Ditylenchus* Filipjev, 1936 je kosmopolitski rasprostranjen, sa oko 80 nominalnih i nekoliko desetina validnih vrsta, zavisno od taksonomskih shvatanja. To je jedna od grupa izvorno mikofagnih nematoda, od kojih se samo manji broj vrsta tokom evolucije adaptirao i na fitofagnost, obično fakultativnu. Značajna odlika njihove evolucije ka fitofagnosti je da parazitiraju izdanak domaćina, pa zato fitofagne vrste nose naziv stabljikine nematode (eng. stem nematodes). Od takvih vrsta, kao štetne za krompir ističu se dve: stabljikina nematoda krompira, *Ditylenchus destructor* (Sl. 5A) i stabljikina nematoda (u užem smislu), *Ditylenchus dipsaci*. Ove dve vrste imaju dosta sličnosti, ali ima i nekih razlika, naročito u detaljima životnog ciklusa i patogenosti, pa uz to i u simptomima. Obe vrste su polifagne.

Stabljkina nematoda krompira, *Ditylenchus destructor* Thorne, 1945 (eng. potato tuber ili potato rot nematode) je sličnog rasprostranjenja kao *D. dipsaci*, autohtona u Evropi i zapadnoj Aziji (Rusija, Ukrajina). Iako je verovatno prisutna u Srbiji, kao ni za *D. dipsaci*, kod nas još nema registrovanih šteta u proizvodnji krompira. U Evropi, posebno istočnoj, poznate su znatne štete u proizvodnji krompira, pa je u EU regulisana posebnom direktivom (Anonimus, 2000), uklju-

čujući i zabranu prometa zaraženog semenskog krompira. U Srbiji je na A2 karantinskoj listi. *D. destructor* je fakultativno mikofagan, što znači da se može održavati i bez biljaka domaćina. Kao fitoparazit je polifagan, sa stotinak poznatih vrsta domaćina, uključujući i veći broj gajenih, ali je ekonomski najštetniji na krompiru (Anonomus, 2008b).

D. dipsaci, obična stabljikina nematoda, je obligatno fitoparazitna, sa blizu 500 poznatih biljki hraniteljki, ali i većim brojem rasa (Sturhan, 1969), od kojih svaka ima nešto uži krug domaćina. Ekonomski je najštetnija na konzumnim i ukrasnim lukovičastim biljkama, kao i na krmnim leguminozama. I krompir je važan domaćin, ali su procene da je, bar na prostoru Evrope, *D. destructor* ekonomski štetniji na krompiru (Sturhan and Brzeski, 1991).

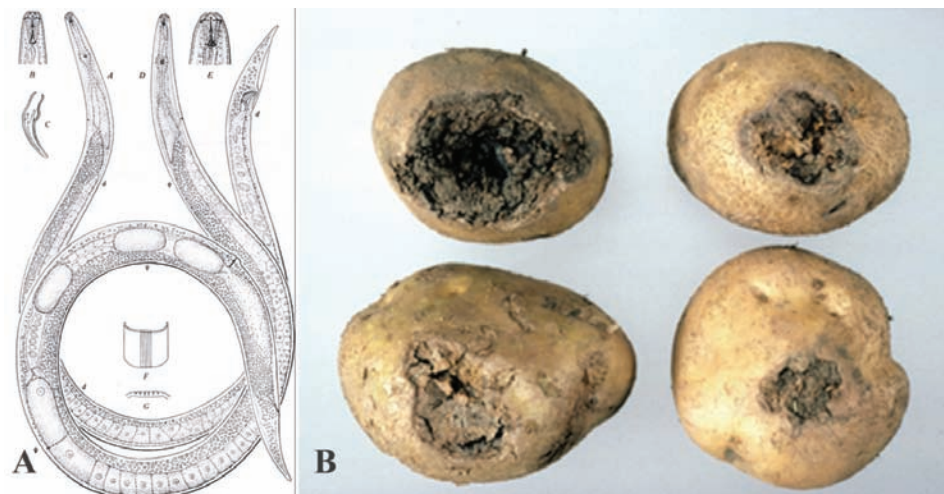
Stabljikina nematoda, *Ditylenchus dipsaci* (Kühn, 1857) Filipjev, 1936, (eng. stem and bulb nematode) ima gotovo kosmopolitsko rasprostranjenje, ali preferira umeren, pa i nešto hladniji klimat. Zato je više rasprostranjena u severnoj hemisferi, i u nižim predelima, a u južnoj pretežno na višim nadmorskim visinama. U Evropi je široko prisutna i autohtona, ali je, zbog rizika širenja prometom reproduktivnog biljnog materijala, naročito lukovicama, krtolama i sl., i u EPPO regionu i u Srbiji, zadržana na A2 karantinskim listama. Krnjaić i Krnjaić (1987) navode više nalaza u bivšoj Jugoslaviji, na raznim gajenim biljkama i daju informacije o bioekologiji, štetnosti i suzbijanju stabljikinih nematoda.

Važna razlika u patogenosti između ove dve vrste, od značaja i za štetnost i za simptomatologiju, je što *D. dipsaci* može da kolonizuje i podzemni, ali i nadzemni izdanak (cimu) krompira, dok *D. destructor* napada samo podzemni izdanak, tj. stolone i krtole. U sušnim uslovima kolonizacija nadzemnog izdanka može izostati. Kod ranijeg napada *D. dipsaci* na cimu, koji obično počinje u vlažnim uslovima još iz pupoljaka, javljaju se simptomi kržljivosti i deformacija tipa uvijenosti. Ovo se dodatno, kao indirektna štetnost zbog poremećene asimilacije, negativno odražava na prinos. Kod obe vrste glavna štetnost je direktna, na krtolama, gde se ispoljava i kao primarna, od samih nematoda, ali i kao sekundarna od naknadnog naseljavanja gljiva i bakterija. Kod jačeg napada na krtole, dolazi tipično do lokalnog propadanja tkiva sa simptomima suve truleži. *D. dipsaci* može da prodiđe dublje u parenhim krtole, pa je i trulež dublja, kraterasta (Sl. 5B), dok je kod *D. destructor* plića, površinska. U svakom slučaju, napadnute krtole se ne mogu koristiti ni kao seme, a i brzo propadaju tokom skladištenja.

Stabljikine nematode su migratorni endoparaziti izdanka. Imaju direktan tip razvića, gde su svi larveni uzrast aktivno pokretljivi i mogu da kolonizuju biljno tkivo kroz prirodne otvore (stome, lenticelle, okca) ili povrede. Glavni invazioni, ali i rezistentni uzrast su preimaginalne larve (J4). Nepovoljne uslove, posebno sušu i odsustvo domaćina preživljavaju u anabiozi skupljeni u agregacije od više hiljada jedinki, ili "nematodnu vunu". *D. dipsaci* može u takvom osušenom stanju da preživi i 20-ak godina, a *D. destructor* obično samo do naredne sezone. Sa druge strane, u aktivnom stanju *D. destructor* bolje preživljava kao fakultativni mikofag. Histopatološki efekti prisustva nematoda i ishrane u biljnom tkivu počivaju na, inače neuobičajenom za nematode, posedovanju pektolitičkih pljuvačnih enzima (Riedel and Mai, 1971). Oni dovode do rastresanja i razdvajanja ćelija koje, usled gubljenja povezanosti odumiru, i odgovorni su, kako za trulež krtola, tako i za deformacije delova nadzemnog izdanka koji se razvijaju iz napadnutih i oštećenih pupoljaka.

Za kontrolu stabljikinih nematoda u krompiru, veliki značaj imaju administrativne mere sprečavanja unošenja i raznošenja, kao i sve druge mere prevencije

pojave i prenamnožavanja u proizvodnim objektima. Na zaraženim površinama plodored je od malog značaja, zbog polifagnosti, a uopšte, malo je prihvatljivih drugih useva u područjima gajenja krompira u Srbiji. Jedan od pogodnih i u praksi prihvaćenih useva za plodored sa krompirom u zapadnoj Srbiji je heljda. Po iskustvima iz Litvanije, na parcelama jako zaraženim sa stabljikinom nematodom krompira, posle tri godine monokulture heljde krompir je bio bez приметnih šteta (Whitehead, 1998).



Sl. 5. Stabljikine nematode štetne na krompiru. A - Stabljikina nematoda krompira, *Ditylenchus destructor*, adulti i anatomski detalji (orig. Thorne, 1945); B. Simptomi krateraste suve truleži na krtolama krompira, izazvani običnom stabljikinom nematodom *D. dipsaci* (foto EPPO PM 7/87 1). Kod napada stabljikine nematode krompira, *D. destructor*, ovakva trulež je tipično plića, površinska.

Kao loši domaćini *D. destructor*, pogodni za plodored i u našim uslovima, pominju se lucerka (Sturhan and Brzeski, 1991) i ovas (MacGuidwin and Slack, 1991). Selekcija na otpornost krompira prema stabljikinim nematodama se ne radi, tj. nema visoko otpornih sorti, ali veći stepen zatečene parcijalne poligenske otpornosti ili tolerantnosti kod nekih komercijalnih sorti može biti prihvatljiv za zaražene površine (Brodie, 1984). Mwaura i sar. (2015) su, u uslovima staklare, ispitivali otpornost 25 sorti krompira prema obe vrste stabljikinih nematode, i našli da je petina ispoljila dobru otpornost prema *D. dipsaci*, među njima komercijalne sorte Innovator, Aveka i Spunta. Tradicionalno popularne sorte, kao što je i Desire, ispoljile su visoku osetljivost.

O INTEGRALNOJ KONTROLI ŠTETNIH NEMATODA U KROMPIRU (Umesto zaključka)

Kada se sagledaju napred opisane nematode štetne na krompiru, jedan od utisaka je - da su slične, a opet tako različite. To se odnosi i na njihovu kontrolu. Na posebnosti je ukazano kod svake vrste, a za kraj ćemo pokušati da sumiramo neku zajedničku integralnu zaštitu krompira od nematoda, i da usput odgovorimo na neka pitanja koja se javljaju. Zaštita i ovde ima dva osnovna segmenta, "sprečavanje i gašenje požara".

Preventiva se bavi time kako da spreči nematode da dospeju na nezaražene površine, što uključuje i to kako da ih spreči da sa već zaraženih odu dalje. Ovo treba da se obezbedi striktnom primenom regulative, tako da se kroz prethodne analize zemljišta i semenskog krompira obezbedi da nezaraženo seme dođe u nezaraženo zemljište. Ukoliko se otkriju zaražene parcele, obezbediti da krompir odatle ne ode kao seme na nezaražene parcele i da se drugo rizično bilje i zemljište sa zaraženih parcela ne raznosi mehanizacijom i sl. na okolne parcele. Ova problematika je kod nas bliže regulisana, bar za KCN, pomenutom naredbom (Anonimus, 2013). Interventna zaštita se bavi pitanjem šta raditi kad su nematode već u polju? Ovaj aspekt ima dve situacije: 1) ako je brojnost nematoda još mala, kako da se ne prenamnože i ne izazovu štetu i 2) - šta da se radi ako već prouzrokuju štetu?

1) Kod slabih, početnih infestacija, postoje dve mogućnosti - A1 karantinsku i A2, ili ekonomski štetnu. Kod A1 karantinskih vrsta, u slučaju rano otkrivene pojave, treba pokušati eradikaciju, koja nikada nije laka ni brza, ali u ovakvim početnim situacijama nije ni nemoguća. Kod A2 i ekonomski štetnih vrsta treba insistirati na suzbijanju. Plodored nikad ne škodi, samo pomaže manje ili više. Tro- ili četvorogodišnji plodored generalno uspeva da održi nizak nivo populacija ispod nivoa ekonomskih šteta za duže vreme, naročito kod cistolikih nematoda. Povremeno "odmaranje", zemljišta (parloženje, razni ugari..) takođe pomaže.

2) Na pitanje, kako "gasiti požar" kod već jako zaraženih parcela, prvo se mora reći da i ovde, kod nematoda krompira, do požara dolazi zato što je zakazala preventiva, koja jednostavno nije svemoguća, čak i kad je savesno sprovedena (slučajni uzorci... itd.). Kod nematoda, za proizvođače, pa i zaštitare, tada nastaje situacija kada se "češkaju po glavi", jer se ispostavi da je suzbijanje tada najčešće komplikovano, problematično i dugotrajno, pa zato i skupo. Ako su široko polifagne nematode u pitanju, a obično jesu, redovan plodored je nedovoljan. Opcija, za manje površine u zapadnoj Srbiji, je prenamena parcele u livadu-pašnjak, malinjak ili drugi voćnjak. U ređim slučajevima, kakav je kod nas srećom sa KCN (Ro 1 žute KCN), najbolje rešenje su visoko otporne sorte kojih ima dosta na tržištu. Za ostale vrste nematoda na krompiru, nažalost, nema visoko otpornih komercijalnih sorti.

Šta je sa hemijom? U prošlom veku je, naročito na zapadu Evrope i u SAD, bila dosta preporučivana i praktikovana fumigacija zemljišta. Korišćena je za suzbijanje raznih zemljišnih štetnih organizama, pa i nematoda, na manjim površinama, ali i u ratarskoj proizvodnji. To su bili razni halogenovani ugljovodonici, počev od metil bromida, i jedinjenja koja su u zemljištu oslobađala metilizotiocijanat (MITC gas), na pr. dazomet (prep. Basamid Granulat). Sve su to biocidi-fumiganti širokog spektra, koji su danas iz ekotoksikoloških razloga uglavnom povučeni sa tržišta. Legalna alternativa, pogodna i za organsku proizvodnju, je prirodna biofumigacija zelenišnim đubrenjem nekim kupusnjačama (Kirkegaard et al., 1993). I ovde je aktivna materija gas izotiocijanat, koji je takođe široko biocidan, pa i ovu meru treba koristiti dozirano, i prostorno i vremenski. Razni organofosfati i karbamati koji se koriste za suzbijanje zemljišnih insekata imaju i izvesno nematocidno ili nematostatično dejstvo, pa i kod ciljane primene protiv insekata makar i uzgredno suzbijaju i nematode. Bolja ekotoksikološka svojstva i selektivnije zoocidno delovanje imaju biopreparati na bazi abamektina. Koriste se već nekoliko decenija u medicini i veterini protiv crevnih parazita, a u novije vreme i u fitomedicini kao nematocidi, insekticidi i akaricidi.

Danas kod nas nema registrovanih nematocida za suzbijanje nematoda u krompiru. Aktivne materije koje su u opticaju za suzbijanje nematoda su oxamil

(prep. Vydate), fostiazat (prep. Nemathorin), dazomet (prep. Basamid Granulat) i abamektin (prep. Tervigo). Kod nas su, u 2015, kao nematocidi registrovani preparati Vydate 10 G, za suzbijanje nematoda pegavosti korena u šećernoj repi i Vydate 10 L protiv slobodnoživećih i cistolikih nematoda u paprici u zaštićenom prostoru, kao i biopreparat Tervigo 020 SC za suzbijanje nematoda korenovih gala u paradajzu u zaštićenom prostoru (Anon. 2015b).

Jedna od zamerki uopšte primeni širokih biocida i hemije u zemljištu je neželjeno narušavanje kompleksa raznih prirodnih neprijatelja zemljišnih štetnih organizama, pa i štetnih nematoda. Ove složene i nedovoljno ispitane interakcije prirodnih neprijatelja sa fitoparazitnim nematodama sigurno imaju kumulativno značajnog uticaja na prirodno održavanje populacija nematoda na ekonomski prihvatljivo niskom nivou. Povoljna okolnost u našim uslovima je da mnogi proizvođači semenskog krompira u Zapadnoj Srbiji preferiraju iznajmljivanje parcela pod livadama, koje nikada ili dugo godina nisu obrađivane. Na njima se kratko zadržavaju, često sa heljdom između dva useva krompira, i potom sele proizvodnju na nove slične parcele.

Zato, ne samo u kontekstu krompira, za kraj ovog članka podvlačimo preporuku proizvođačima i zaštitarima: poljoprivredno zemljište moramo čuvati kao resurs na održive načine, pa ćemo (i dalje) imati manje problema sa nematodama nego zapad.

Zahvalnica

Rad je finansiran od Ministarstva Poljoprivrede i zaštite životne sredine RS u okviru Programa mera za 2015, i Ministarstva Prosvete, nauke i tehnološkog razvoja RS u okviru projekta 46008.

Literatura

- Anon. (2000): Council Directive 2000/29/EC on protective measures against the introduction into the Community of organisms harmful to plants and plant products and against their spread within the Community. Official Journal of the European Union L 29, 1-145.
- Anon. (2007): Council Directive 2007/33/EC on the control of potato cyst nematodes and repealing Directive 69/465/EEC. Official Journal of the European Union L 156, 12-22.
- Anon. (2008a): Pravilnik o utvrđivanju Liste ekonomski štetnih organizama. "Službeni glasnik RS" broj 25/08.
- Anon. (2008b): PM 7/87 (1) - *Ditylenchus destructor* and *Ditylenchus dipsaci*. Bulletin OEPP/EPPA Bulletin: 38, 363-373.
- Anon. (2010): Pravilnik o listama štetnih organizama i listama bilja, biljnih proizvoda i propisanih objekata. "Službeni glasnik RS", broj 7/10.
- Anon. (2013): Naredba o sprovođenju posebnih fitosanitarnih pregleda radi otkrivanja štetnih organizama bleđožute krompirove cistolike nematode *Globodera pallida* (Stone) Behrens i zlatnožute krompirove cistolike nematode *Globodera rostochiensis* (Wollenweber) Behrens, kao i o merama koje se preduzimaju u slučaju pojave tih štetnih organizama. "Službeni glasnik RS" broj 51/13.
- Anon. (2015a): Pravilnik o utvrđivanju programa mera zaštite zdravlja bilja za 2015. "Službeni glasnik RS", broj 45/15.
- Anon. (2015b). Sredstva za zaštitu bilja u prometu u Srbiji (2015). Biljni lekar/Plant doctor 43 (1-2), 260.
- Baćić, J., Gerić Stare, B., Širca, S. and Urek, G. (2008): Analyses of *Globodera rostochiensis* and *G. pallida* from Serbia by morphometrics and real-time PCR. Russian Journal of Nematology 16: 63-65.

- Bačić, J., Gerić Stare, B., Širca, S. and Urek, G. (2013): Morphometric and molecular analyses of potato cyst nematodes from Serbia. 11. Slovensko posvetovanje o varstvu raslin z mežnarodno udaležbo, 5 - 6 marec, Zbornik predavanj in referatov: 369-372.
- Brodie, B.B. (1984): Nematode parasites of potato. In: Nickle, W.R. (Ed.), *Plant and insect nematodes*. Marcel Dekker Inc. New York and Basel, pp. 167-212.
- Brodie, B.B., Evans, K. and Franco, J. (1993): Nematode parasites of potatoes. In: Evans, K, Trudgill, D. and Webster, J.M (Eds.) *Plant parasitic nematodes in temperate agriculture*. CABI, UK, 87-132.
- Brown, M.J., Riedel, R.M. and Rowe, R.C. (1980): Species of *Pratylenchus* associated with *Solanum tuberosum* cv. Superior in Ohio. *Journal of Nematology* 12, 189-192.
- Bruijn, N. and Stermerding, S. (1968). *Nacobbus serendipiticus*, a plant parasitic nematode new to The Netherlands. *Netherlands Journal of Plant Pathology* 74, 227-228.
- Castillo, P. and Vovlas, N. (2007): *Pratylenchus* (Nematoda: Pratylenchidae): *Diagnosis, Biology, Pathogenicity and Management*. Nematology Monographs and Perspectives. (D.J. Hunt and R.N. Perry, series editors) Vol. 6, BRILL, Leiden - Boston, 529 pp.
- Ellenby, C. (1952): Resistance to the potato root eelworm *Heterodera rostochiensis* Wollenweber. *Nature*, 170: 1016.
- Franklin, M.T. (1959): *Nacobbus serendipiticus* n. sp., a root-galling nematode from tomatoes in England. *Nematologica* 4: 286-293.
- Griffin, G.D. (1979): Importance of soil temperature on the pathogenicity of *Meloidogyne hapla* on potato. *Phytopathology* 69, 916.
- Grubišić, D., Oštrec, Lj., Gotlin Čuljak, T. and Blümel, S. (2007): The occurrence and distribution of potato cyst nematodes in Croatia. *Journal of Pest Science* 80: 21-27.
- Grujić, N., Trifković, M. i Radivojević, M. (2015): Sporno prisustvo *Globodera pallida* Stone 1975 na Gojnoj Gori. XIII savetovanje o Zaštiti bilja, Zlatibor, 24-27. novembar, Zbornik rezimea: 16.
- Grünwald, N.J. and Flier, W.G. (2005). The biology of *Phytophthora infestans* at its center of origine. *Annual Review of Phytopathology*, 43: 171-190.
- Insera, R.N., Griffin, G.D. & Sisson, D.V. (1983): Effects of temperature and root leachates on embryonic development and hatching of *Meloidogyne chitwoodi* and *M. hapla*. *Journal of Nematology* 15, 123-127.
- Karssen, G. (2002): The plant-parasitic nematode genus *Meloidogyne* Göldi, 1892 (Tylenchida) in Europe. BRILL. Leiden, 161.
- Kirkegaard, J.A., Gardner, P.A., Desmarchelier, J.M. and Angus, J.F. (1993): Biofumigation - using *Brassica* species to control pests and diseases in horticulture and agriculture. Proceedings of the 9th Australian research assembly on Brassicas. Waga Waga, NSW, NSW Agriculture, 72-82.
- Krnjajić, Đ. i Krnjajić, S. (1987): Fitonematologija - štetne nematode u biljnoj proizvodnji i suzbijanje. NOLIT, Beograd, 433.
- Krnjajić, Đ., Bačić, J., Krnjajić, S., Čalić, R. (2000): Prvi nalaz zlatnožute krompirove nematode u Jugoslaviji. XI Jugoslovenski Simpozijum o zaštiti bilja, Zlatibor, 4-9 decembar, Zbornik rezimea: 71.
- Krnjajić, Đ., Lamberti, F., Krnjajić, S., Bačić, J., Čalić, R. (2002): First records of potato cyst nematode (*Globodera rostochiensis*) in Yugoslavia. *Nematologia mediterranea* 30: 11-12.
- Krnjajić, Đ., Oro, V., Gladović, S. and Trkulja, N. (2006): Distribution of potato cyst nematodes in Serbia. XXVIII International Symposium, Blagoevgrad, Bulgaria, Book of abstracts: 134.
- Kühn, J. (1881): Die Ergebnisse der Versuche zur Ermittlung der Ursache der Rubenmudigkeit und zur Erforschung der Natur der Nematoden. *Berichte aus dem Physiologische laboratorum und der Versuchsanstalt des Landwirtschaftlichen Instituts der Universität Halle* 3: 1-153.

- MacGuidwin, A.E. and Slack, S.A. (1991): Suitability of alfalfa, corn, oat, red clover and snapbean as hosts for the potato rot nematode. *Plant Disease* 75, 37-39.
- Marks, R.J. and Brodie, B.B. (Eds.)(1998): *Potato cyst nematodes - biology, distribution and control*. CAB International, New York, 408.
- Mountain, W.B. and Patrick, Z.A. (1959): The peach replant problem in Ontario: The pathogenicity of *Pratylenchus penetrans* (Cobb, 1917.) Filip. & Stek. 1941. *Canadian Journal of Botany* 37, 459-470.
- Mwaura, P., Niere, B. and Vidal, S. (2015): Resistance and tolerance of potato varieties to potato rot nematode (*Ditylenchus destructor*) and stem nematode (*Ditylenchus dipsaci*). *Annals of Applied Biology* 166, 257-270.
- Nježić, B., Mitrović, B., Macanović, I., Grujić, N. and Waeyenberge, L. (2012): Occurrence of the northern root-knot nematode in Republica of Srpska, Bosnia and Herzegovina. 31st International Symposium of European Society of Nematologists, Adana, Turkey, 23-27. September, Book of abstracts: 199.
- Nježić, B., Gerić Stare, B., Širca, S. and Grujić, N. (2013): First report of the Pale Potato Cyst Nematode *Globodera pallida* from Bosnia and Herzegovina. *Plant Disease* (u [tampi.
- Olthof, T.H.A. and Wolynetz, (1991): *Pratylenchus penetrans* and *P. neglectus* in tubers of potato (*Solanum tuberosum*) in Ontario. *Canadian Journal of Plant Science* 71, 1251-1256.
- Oro, V., Ž. Ivanović, Nikolić, B., Barszi, L., Radivojević M. & Jovičić, B. (2010): Morphological and molecular identification of potato cyst nematodes in Serbia. *Archives of Biological Sciences* 62, 749-756.
- Perry, R.N., M. Moens and F.J. Starr, Eds. 2009. *Root-Knot Nematodes*. CAB International, Wallingford, UK.
- Pinkerton, J.N., Santo, G.S. and Mojtahedi, H. (1991): Population dynamics of *Meloidogyne chitwoodi* on Russet Burbank potatoes in relation to degree-day accumulation. *Journal of Nematology* 23, 283-290.
- Radivojević, M., Krnjaić, Đ., Grujić, N., Oro, V., Gladović, S., M. Madani (2006): The first record of potato cyst nematode *Globodera pallida* (Stone, 1973) from Serbia. 58th International Symposium on Crop protection, Gent, Belgium, 23rd May, Book of Abstracts 1, 73.
- Radivojević, M., Čalić, A., Grujić, N. (2007): Otpornost nekih sorata krompira prema zlatnožutoj krompirovoj cistolikoj nematodi na području Ponikava. XIII Simpozijum sa savetovanjem o Zaštiti bilja. Zlatibor, 26-30. novembar, Zbornik rezimea: 95-96.
- Radivojević, M i T. Stančić (2008): Patotip Pa 3 nematode *Globodera pallida* prisutan u Srbiji. IX Savetovanje o Zaštiti bilja. Zlatibor, Srbija, 24-30. novembar. Zbornik rezimea 1, 82-83.
- Radivojević, M., Krnjaić, Đ., Krnjaić, S., Bačić, J., Subbotin, S., Madani, M., Moens, M. (2001): Molecular methods confirming the presence of *Globodera rostochiensis* in Yugoslavia. *Russian Journal of Nematology*, 9: 139-141.
- Radivojević, M. (2009a): Meloidogine, najštetnije nematode biljne proizvodnje u zaštićenom prostoru. Biljni lekar/Plant doctor, XXXVII (5), 562-572.
- Radivojević, M. (2009b): Biološko suzbijanje krompirovih cistolikih nematoda pomoću biljaka. *Biljni lekar/Plant doctor*, XXXVII (6), 587-604.
- Radivojević, M. i Labudović, T. (2010): Novi nalaz *Globodera rostochiensis*. X savetovanje o Zaštiti bilja. Zlatibor, Srbija, 29. novembar - 3. decembra. Zbornik rezimea, 94-95.
- Riedel, R.M. and Mai, W.F. (1971): Pectinases in aqueous extracts of *Ditylenchus dipsaci*. *Journal of Nematology* 3, 28-38.
- Salaman, R. N. (1937): The potato in its early home and its introduction into Europe. *Journal of the Royal Horticultural Society*, 62: 61-67.
- Santo, G.S. and Pinkerton, J.N. (1985): A second race of *Meloidogyne chitwoodi* discovered in Washington. *Plant disease* 69, 361.

- Sasser, J.N. and Carter, C.C. (1985): Overview of the international *Meloidogyne* project 1975-1984. In: An advanced treatise on *Meloidogyne*. (Sasser, J.N. and Carter, C.C. Eds.). North Carolina State University Graphics, Reiglah, 19-24.
- Stelter, H. (1971): Der Kartoffelnematode (*Heterodera rostochiensis* Wollenweber). Wissenschaftliche Abhandlungen, No. 59, Akademie-Verlag, Berlin.
- Sturhan, D. (1969): Das Rassenproblem bei *Ditylenchus dipsaci*. Mitteilungen der Bundesforschungsanstalt für Forst und Holywirtschaft, 136.
- Sturhan, D. and Brzeski, M.W. (1991): Stem and bulb nematodes, *Ditylenchus* spp. In: Nickle, W.R. (Ed.) Manual of Agricultural Nematology. Marcel Dekker Inc. New York, Basel and Hong Kong, pp. 423-464.
- Subottin, S.A., Mundo-Ocampo, M. and Baldwin, J.G. (2010): *Systematics of cyst nematodes (Nematoda: Heteroderinae)*. Nematology Monographs and Perspectives. (D.J. Hunt and R.N. Perry, series editors), BRILL, Leiden - Boston, Vol. 8A, 351.
- Turner, S. J., Evans, K. (1998): The origins, global distribution and biology of potato cyst nematodes (*Globodera rostochiensis* (Woll.) and *G. pallida* (Stone)), 7-26. In: Marks, R. J., Brodie, B. B. (eds.): Potato cyst nematodes - biology, distribution and control. CAB International, New York.
- Whitehead, A.G. (1998): Plant nematode control. CABI, Wallingford, UK, 384.
- Zunke, U. (1991): Observations on the invasion and endoparasitic behaviour of the root lesion nematode *Pratylenchus penetrans*. Journal of Nematology 22, 309-320.

Abstract

NEMATODE PESTS OF POTATO

Milan Radivojević

University of Belgrade, Faculty of Agriculture, Belgrade-Zemun, Serbia

E-mail: milan@agrif.bg.ac.rs

For a long time, potato has been a strategic food source for European population. For that reason, organisms posing serious threat to potato production have been given adequate attention. It has been realized long ago that such threats require the involvement of national and international authorities, and the implementation of proper quarantine legislation. Some important groups of harmful organisms, including nematodes, cannot be routinely and sustainably controlled with pesticides. In addition, since the nematodes practically depend on human transportation activities to spread, the plant quarantine measures aimed at preventing their introduction and spreading to yet uninfested territories have a pronounced significance. These activities include all forms of transporting risky plant material and soil. The highest risk in potato production is the transport and trade of seed potatoes. Another important point related to human transport activities is the fact that the potato itself, as well as some of its important pests, were introduced to Europe mostly from the Americas. This concerns the majority of nematode potato pests dealt with in the present paper, as follows: potato cyst nematodes, *Globodera rostochiensis* and *G. pallida*; root-knot nematodes *Meloidogyne hapla*, *M. chitwoodi* and *M. fallax*; false root-knot nematode, *Nacobbus aberrans*; root lesion nematodes, *Pratylenchus* spp., potato rot nematode *Ditylenchus destructor* and stem nematode *D. dipsaci*. These nematodes are mostly polyphagous pests, but can be, or are, economically the most harmful to potato. Some of these species are, more or less, present in Serbia, while others have not been found so far

and are considered absent. In any case, economic damage to potato production caused by nematodes has not been registered yet in Serbia. The control of these nematodes is rather difficult in practice, requiring a well-planned and integrated management approach, adjusted to particular nematode species and situations.

Key words: potato, nematodes, plant quarantine, integral protection of potato

INTEGRALNA ZAŠTITA USEVA KROMPIRA OD KOROVA

Sava Vrbničanin¹ i Slobodan Ružić²

¹Univerzitet u Beogradu, Poljoprivredni fakultet, Nemanjina 6, 11080
Beograd-Zemun

² PSS Poljoprivredna stanica Novi Sad, Temerinska 131, 21000 Novi Sad
E-mail: sava@agrif.bg.ac.rs

Rad primljen: 08.10. 2015.

Prihvaćen za štampu: 18.01. 2016.

Izvod

Efikasno suzbijanje korova u usevu krompira, kao i u ostalim usevima, podrazumeva poznavanje i primenu mera, odnosno postupaka i to: poznavanje korovskih vrsta, poštovanje plodoreda, izvođenje blagovremene i kvalitetne osnovne obrade zemljišta, nega useva, pravovremena i kvalitetna primena herbicida u preporučenim dozama sa visokom efikasnošću i stvaranje što povoljnijih uslova za jačanje konkurentske sposobnosti useva. Konkurentska sposobnost korova u odnosu na usev dolazi do izražaja u početnim fazama rasta i razvića useva tako da kritično vreme u suzbijanju korova nastupa 4-6 nedelja nakon nicanja krompira i ukoliko se u tom periodu korovi ne suzbiju, može doći do značajnih gubitaka u prinosu useva. Najveći problem u usevu krompira prave brojne jednogodišnje i višegodišnje vrste: *Abutilon theophrasti* (T₄), *Amaranthus retroflexus* (T₄), *Ambrosia artemisiifolia* (T₄), *Cirsium arvense* (G₃), *Chenopodium album* (T₄), *Datura stramonium* (T₄), *Echinochloa crus-galli* (T₄), *Setaria* spp. (T₄), *Sinapis arvensis* (T₄), *Solanum nigrum* (T₄), *Sorghum halepense* (G₁), *Xanthium strumarium* (T₄) i dr. Za hemijsko suzbijanje korova u usevu krompira može se koristiti veći broj preparata na bazi više aktivnih supstanci: dimetenamid, fluohloridon, pendimetalin, metolahlor, metribuzin, prosulfokarb, linuron, bentazon, rimsulfuron, cikloksidim, kvizalofop-P-tefuril, kvizalofop-P-etil, fluazifop-P-butil, kletodim, propakvizafop i dikvat. Generalno, adekvatan plodored i kvalitetna i pravovremena obrada zemljišta, brzo klijanje, nicanje i porast u početnim fazama, bujne sorte i zdrav usev su dobri preduslovi da krompirište bude nezakorovljeno.

Ključne reči: krompir, korovi, integralna zaštita

UVOD

Efikasno suzbijanje korova u usevu krompira, kao i u ostalim usevima, podrazumeva poznavanje i primenu mera, odnosno postupaka kao što su: (1) po-