

Milan Pernek, Dinka Matošević
Šumarski institut Jastrebarsko

KARANTENSKI ŠTETOČINJA *Bursaphelenchus xylophilus* - VEKTORSKI ODNOS PREMA RODU *Monochamus* I OPASNOSTI ZA HRVATSKO ŠUMARSTVO

UVOD

Nematode su u šumarstvu dosad spominjane kao štetočinke na korijenu mladih biljaka i kao problem u rasadnicima (primjeri nekih rodova: *Rotylenchus sp.*, *Tylenorhynchus sp.*, *Pratylenchus sp.*). Nematode drva smatrale su se tek nezamjetnim štetnikom. Međutim krajem devedesetih u Europi raste interes za ove vrste nematoda koje se sve više istražuju zbog porasta opasnosti širenja karantenske vrste *Bursaphelenchus xylophilus* (Steiner & Buhner 1934) Nickle 1970 (Nematoda: Aphelenchoididae) uzročnika tzv. "pine wilt disease". Spomenuta nematoda prvi je puta zabilježena u Japanu 1913. godine u području Nagasakija, a prvi puta determinirana kao *Bursaphelenchus xylophilus* 1972. godine. Simptomi venuća borova u početku su bili pripisivani kukcima drvašima koji su na napadnutom drveću nađeni u većem broju. Venuće se počelo naglo širiti prema sjeveru gdje je uzrokovalo značajne gubitke.

Danas gubici u Japanu zbog napada ove nematode iznose preko 2 milijuna m³ godišnje. U Americi je *B. xylophilus* autohtona i napada uglavnom egzotične vrste četinjača i to u umjetno podignutim šumama kao što su hortikulturni nasadi, vjetrobriani pojasevi i plantaže božićnih drvaca. Rasprostranjena je i u autohtonim šumama četinjača, ali značajni gubici u Americi nisu zabilježeni.

U Europi *B. xylophilus*, uz jednu iznimku nije nađena te spada u karantenske štetočinke na listi A1 EPPO (European Plant Protection Organisation). Spomenuta iznimka registrirana je u Portugalu 1996. i 1999. godine na primorskom boru (*Pinus pinaster*) (Mota et al. 1999, Braasch, 2000). Prema jednom europskom projektu u Europi je opisano 14 vrsta iz roda *Bursaphelenchus*, gdje je testom patogenosti utvrđeno da niti jedna od njih nije opasna, ali da može biti jedan od čimbenika koji uzrokuju propadanje stabala.

U ovom radu pokušali smo dati osnovne informacije o biologiji vrste *B. xylophilus* i aktualnim europskim istraživanjima, mogućnostima širenja različitim kukcima-vektorima te opasnostima za šume u Hrvatskoj i zašto je ta opasnost veća za Hrvatsku nego za druge države u Europi.

BIOLOGIJA

B. xylophilus ima dva različita oblika životnog ciklusa, propagativni i disperzivni. U oba slučaja vrsta se prenosi s domaćina na domaćina uz pomoć vektora, a to su strizibube iz roda *Monochamus* (Coleoptera: Cerambycidae) (Kondo et al. 1982). U propagativnom obliku, larve nematoda se prenose na oslabljena stabla za vrijeme ovipozicije ženki strizibuba. Nematode napuštaju strizibubu i ulaze u stablo kroz

rupu u kori. Kada uđu u drvo, nematode se hrane hifama gljiva (uglavnom *Ceratocystis* sp.) koja se u drvo također prenosi uz pomoć strizibuba. Nakon ulaska u drvo larve nematoda se presvlače u odrasli oblik, počinju odlagati jaja i naglo se razmnožavaju.

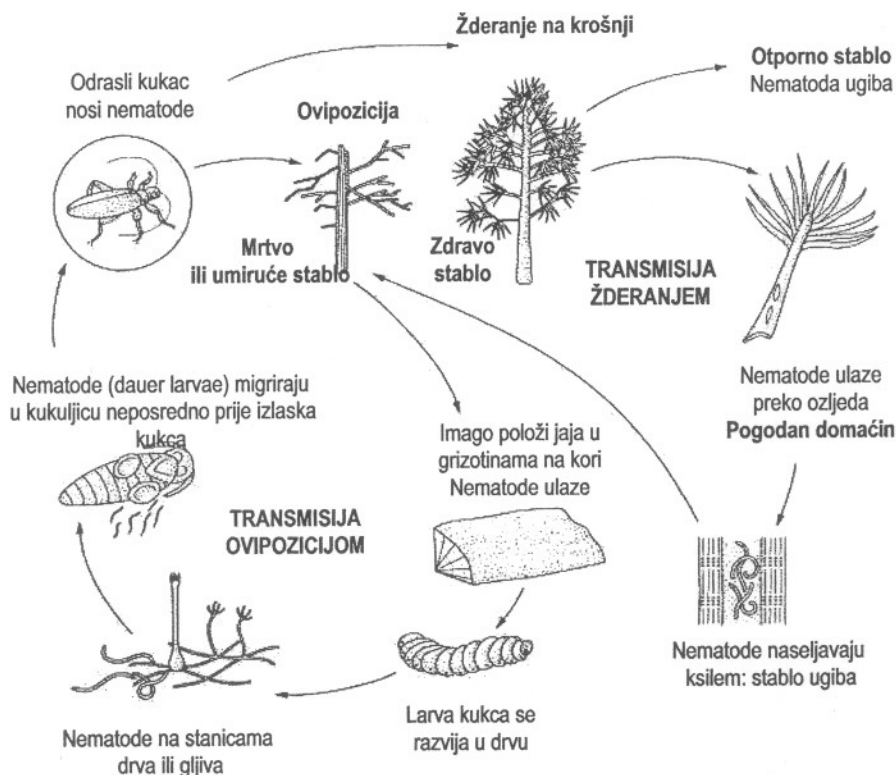
Nakon ovog incijalnog napada nematode ulaze u disperzivni oblik u kojem se više naglo ne razmnožavaju već samo preživljavaju, što je reakcija na smanjenje dostupne hrane jer je gljiva već iskoristila drvo i nije prisutna u većim količinama. Larve ovog disperzivnog oblika smještaju se u blizini komorica za kukuljenje strizibuba. Prije nego što se strizibuba preobrazu u imago, larve nematode se presvlače u posebne larve četvrtog stadija tzv. "dauer larve". Oko komorice za kukuljenje razvijaju se i hife gljiva koje stvaraju dugačke peritecije koje ulaze u komoricu, na čijim vrhovima se sakupljaju larve nematoda. Kada mladi imago izlazi iz komorice, svojim tijelom dotakne te peritecije te pokupi nematode koje se smještaju ispod pokrila ili u trahejama strizibube. Mladi imago izlijeće iz stabla i odlazi na regeneracijsko žderanje na mlade i zdrave izbojke bora. Nematode tada ulaze u zdrava stabla kroz rane uzrokovane nagrizanjem. U mladim izbojcima bora, nematoda se razmnožava u smolnim kanalima. Već tri tjedna nakon zaraze stablo počinje pokazivati prve simptome bolesti. Tada se nematode mogu nesmetano širiti stablom. Posljedica je slabljenje obrambenih mehanizama i stablo postaje meta drugim sekundarnim i tercijarnim kukcima i uzročnicima biljnih bolesti (destruktivne gljive) koji napadaju oslabljena stabla. Stablo ugiba već nakon 30-40 dana i u svome deblu, granama i korijenju može imati ogroman broj nematoda. Nakon toga ciklus počinje iz početka.

Fukuda (1999) razlikuje dva stadija napada zdravog stabla: rani i napredni. U ranom stadiju tek mali broj nematoda prelazi iz kore u ksilem, gdje uzrokuju nekrozu parenhimskog staničja. Ta je nekroza zapravo obrambena reakcija stabla, a posljedica je začepjenja traheida. Štete su nezamjetne često i neprimjećene, a moguće su kod svih kombinacija domaćina bora i nematode.

Napredni stadij moguć je samo kod kompatibilnih vrsta bora i nematoda. Koicidiranje povećane produkcije etilena u početku ovog stadija sa destrukcijom ksilema rezultira začepljenjem njegove provodne funkcije. Zbog ovog procesa narušen je vodeni potencijal u lišću te prestanak procesa fotosinteze. Time su ostvareni uvjeti za eksplozivni razvoj populacije nematoda. U slučaju inkompatibilnosti nematoda i domaćina, nematode zbog rezistencije ne mogu uništiti kambij. Rezistencija kambijalne zone je ključni čimbenik koji zaustavlja prodor i reprodukciju nematoda te tako izravno odlučuje o životu ili smrti biljke.

Kako je kambijalna rezistencija ovisna o fotosintezi, stres od suše se smatra glavnim vajnskim čimbenikom prelaska nematoda u opasni napredni stadij.

Aktualna Europska istraživanja (Braasch et al., 1999) između ostalog govore o važnosti temperature kao čimbeniku razvoja ove nematode. Tako pri temperaturi zraka od 15° C za potpuni je razvoj nematode potrebno 12 dana, pri 20° C 6 dana, a pri 25° C samo 3 dana. Ove temperature pokazuju da *B. xylophilus* može preživjeti u Europi i da će sušenje stabala biti intenzivnije u toplijim i južnim dijelovima Europe. Japanska iskustva govore da se epidemija, ukoliko su prisutne odgovarajuće vrste domaćina, može proširiti u sjevernija područja, koja joj klimatski manje odgovaraju.



Ciklus razvoja i prijenosa *B. xylophilus* (preuzeto iz Fielding & Evans 1996)

DOMAĆINI

B. xylophilus napada uglavnom borove (*Pinus* sp.). Mrtvo drvo svih vrsta borova može služiti kao supstrat za razvoj ove nematode. Od europskih vrsta su najosjetljivije crni bor (*Pinus nigra*), obični bor (*Pinus sylvestris*) i primorski bor (*Pinus pinaster*). Za poznate europske vrste nematoda iz roda *Bursaphelenchus* također su pogodni ariši (*Larix*), jele (*Abies*), dok su smreke (*Picea*) najotpornije.

Prema EPPO izvještaju obični bor bila bi najugroženija vrsta u sjevernim i središnjim dijelovima Europe, dok su crni i primorski bor najugroženiji u središnjoj i južnoj Europi.

GEOGRAFSKA RASPROSTRANJENJE

Pretpostavlja se da je *B. xylophilus* porijeklom iz sjeverne Amerike te je prenesena na južni japanski otok Kyushu u zaraženom drvu početkom 20. stoljeća. Činjenica da su američke autohtone vrste uglavnom otporne, dok su japanske vrste osjetljive podupire ovu teoriju, a genetska istraživanja (Bolla & Wood, 1999) to dokazuju. Iz Japana se *B. xylophilus* raširio po ostalim Azijskim zemljama: u Kini, Hong Kongu, Japanu, Koreji i Tajvanu. U sjevernoj Americi je prisutna svugdje gdje ima borova, a nije registrirana na Havajima.

Ova nematoda nije udomaćena u Europi. Locirana je jedino u malom području (radijusa od 30 km) u južnom Portugalu. U Europskim zemljama (Austriji, Finskoj, Norveškoj, Švedskoj, Rusiji i Francuskoj) prisutna je nematoda *B. mucronatus*, vrlo slična izgledom i razvojnim ciklusom, ali ni približno patogena kao *B. xylophilus*.

VEKTORI PRIJENOSA NEMATODA RODA *Bursaphelenchus*

Vektori nematoda iz roda *Bursaphelenchus*, osim strizibuba (Cerambycidae) mogu biti potkornjaci (Scolytidae), pipe (Curculionidae) i krasnici (Buprestidae). Vrste roda *Monochamus* najznačajniji su vektori nematode *B. xylophilus*.

Monochamus alternatus je glavni vektor u Japanu (Anbutusa&Togashi, 1996), čija ženka odlaže po jedno jaje u jednu ranu koju izgrize na kori borova *P. densiflora* i *P. thunbergii*. Glavni vektori u sjevernoj Americi su *M. carolinensis* i *M. scutellatus*. *Monochamus galloprovincialis* je u Europi je dokazani vektor srodne nematode *B. mucronatus* i te se postavlja pitanje da li bi ta strizibuba mogla biti i vektor štetne nematode *B. xylophilus* ukoliko se ona unese u Europu. Primjer iz Japana pokazuje mogućnost prilagođavanja na drugog pogodnijeg vektora. U Hrvatskoj su iz spomenutog roda rasprostranjene strizibube *M. sartor*, *M. sutor*, *M. galloprovincialis*. Kako prvi napada smreku ne dolazi u obzir kao vektor *B. xylophilus*.

U Europi je pronađeno 14 različitih vrsta nematoda roda *Bursaphelenchus* gdje svakako treba spomenuti *B. abietinus* na jeli kojoj su vektori potkornjaci *Pityokteines spinidens*, *P. curvidens* i *P. vorontzowi*, a smatra se važnim čimbenikom sušenja jele. Osim ove i već spomenute *B. mucronatus* opisane su: *B. fraudulentus*, *B. sexdentati*, *B. poligraphi*, *B. eggersi*, *B. tusciae*, *B. hoffmanni*, *B. leoni*, *B. borealis*, *B. hellenicus*, *B. fungivorus*, *B. teratospicularis*.

Dokazanih 9 vrsta kornjaša koji u Europi prenašaju nematode roda *Bursaphelenchus*

VEKTOR	NEMATODA
<i>Monochamus galloprovincialis</i>	<i>B. mucronatus</i>
<i>Hylurgops palliatus</i>	<i>B. mucronatus</i> , <i>B. poligraphi</i> , <i>B. eggersi</i> , <i>B. sexdentati</i>
<i>Ips acuminatus</i>	<i>B. mucronatus</i>
<i>Dryocoetes autographus</i>	<i>B. leoni</i> , <i>B. "borealis"</i>
<i>Polygraphus poligraphus</i>	<i>B. poligraphi</i>
<i>Tomicus piniperda</i>	<i>B. sexdentati</i> , <i>B. hellenicus</i>
<i>Pityokteines spinidens</i>	<i>B. abietinus</i>
<i>P. vorontzowi</i>	<i>B. abietinus</i>
<i>P. curvidens</i>	<i>B. abietinus</i> , <i>B. hofmanni</i>

SIMPTOMI NAPADA

Prvi simptom prisustva nematoda u drvu je smanjenje proizvodnje smole. Transpiracija iglica se smanjuje i na kraju potpuno prestaje. Prvi vidljivi vanjski simptomi su žućenje i sušenje iglica te na kraju odumiranja cijelog stabla. Venuće je prvo vidljivo samo na jednoj grani, a kasnije se širi. Jako napadnuta stabla naglo se suše od vrha prema korijenu.

Unutar drva nematode se mogu aktivno kretati, no bez svog vektora ne mogu se prenositi s jednog stabla na drugo. Imaga vektorskih strizibuba mogu aktivno letjeti u krugu od nekoliko stotina metara, a maksimalno do 3 km.

KONTROLA I SUZBIJANJE

Nakon što je nematoda ušla u drvo nemoguće ju je suzbiti bez uništavanja čitavog stabla. Zbog toga se u Japanu, da bi se sprječilo venuće borova koriste prvenstveno metode preventive tj. higijena šume – uklanjanje vidljivo oslabljenih i mrtvih stabala iz šume i tretiranje vektorskih strizibuba insekticidima. Istražuju se drugi načini kontrole i suzbijanja ove štetne nematode i njezinih vektora pomoću bioloških metoda, atraktanata, uzgojem otpornih kolonova roda *Pinus* te inokuliranjem nepatogenih sojeva nematode *B. xylophilus*.

Europske vrste borova su se u sjevernoj Americi pokazale najosjetljivijima pa se zbog toga unošenje nematode *B. xylophilus* u Europu smatra vrlo velikom opasnošću.

RASPRAVA

Nestankom oceanskih barijera posljednjih stotinjak godina, aktivnošću čovjeka prije svega transportom, omogućeno je mnogobrojnim organizmima osvajanje novih prostora. Neki su bili štetni za čovjeka, a neki su za sobom gdjekad ostavili prave katastrofe. U aktualne takve slučaje mogla bi se ubrojiti nematoda *Bursaphelenchus xylophilus*. Treba napomenuti da su karantenske mjere EPPO područja vrlo stroge i traže termičku obradu uveženog drva iz područja, gdje je nematoda zabilježena. Propusti su uvijek mogući.

Zaraženo drvo je najčešći način međunarodnog prenošenja. Ova vrsta nematode je u nekoliko navarata nađena u europskim lukama u piljenoj građi, oblovinu i ostalom drvnom materijalu (palette i ambalaža) uveženom iz Amerike i Kanade. Najvjerojatniji način unošenja nematode *B. xylophilus* je zajedno s vektorskim kukcem koji ju onda može prenijeti na druge četinjače. Takvi kukci mogu preživjeti samo ukoliko drvo ima dovoljno vlage pa su veći komadi drveta pogodniji za njihovo preživljavanje.

Unatoč velikim nastojanjima da se taj karantenski štetnik ne unese u Europu njezino prisustvo registrirano je prvi puta u Portugalu 1999. godine na primorskom boru (*Pinus pinaster*). Zaraza i stradavanje stabala odvijalo se izuzetno brzo. Iako je otkrivanje i determinacija bila brza, za sanaciju su utrošena ogromna sredstva, a da li je eradikacija bila uspješna još danas nije sigurno.

Primarno i najznačajnije je prenašanje nematoda na zdrava stabla regeneracijskim žderanjem kojeg je posljedica naglo sušenje potpuno zdravih stabala koja postaju pogodna za napad i odlaganje jaja novoj generaciji strizibuba. Inokulacija nematoda prilikom ovipozicije je sekundarna jer strizibube odlažu jaja na već oslabljena stabla. Kako rod *Monochamus* prenaša nematodu zbog regeneracijskog žderanja na zdravo stablo, upravo to naglašava važnost ovog vektora pred drugim načinima prenosa.

Pojavljivanje ove štetočinke u Hrvatskoj nije nerealno, jer kao mediteranska zemlja spadamo u rizično područje. Razloga za ovu pretpostavku ima više: postoje svi uvjeti za normalan razvojni ciklus nematode na borovima kao pogodnom

domaćinu, strizibube iz roda *Monochamus* koje mogu preuzeti vektorsku ulogu te optimalna temperatura za brzi razvoj. Stoga je upravo u obalnom području Hrvatske potrebno pozornije praćenje i analiziranje osušenih uzoraka bora.

Kod eventualnog pojavljivanja od velikog značenja je brzina detekcije i poduzimanje mjera eradikacije, kako bi se oštećenja smanjila na minimum. Ova opasnost obavezuje šumarsku operativu da prati pojavu sušenja borova i o tome izvijesti znanstvene institucije. Znanstvenici će istražiti pojavu i intenzitet napda i preporučiti suvremene mjere sprečavanja i sužijanja uzročnika oboljenja i vektora koji ga prenosi na domaćina. Samo interiranim pristupom koji obuhvaća poznavanje bioekologije uzročnika i vektora kao i fiziologiju domaćina mogu se zaštititi i očuvati borove kulture i sastojine.

LITERATURA

Anbutusa, H., K., Togashi (1996). Deterred oviposition response of *Monochamus alternatus* (Coleoptera: Cerambycidae) on *Pinus densiflora* bolts from oviposition scars containing eggs or larvae. Appl. Entomol. Zool. 31, 481-488.

Bolla, R. I., R. Wood (1999). Pathogenicity and Potential for Spread of the Pine Wood Nematode *Bursaphelenchus* spp. Sustainability of pine forest in relation to pine wilt and decline. Proceedings of International Symposium, Tokyo, 3-13.

Braasch, H. (2000). Quarantänschädling Kiefernholznematode nach Portugal eingeschleppt. Nachrichten des Deutschen Pflanzenschutzdienstes 52-1, 21-22.

Braasch, H., S., Caroppo, L., Ambrogioni, H., Michalopoulos, G., Skarmoutsos, Ch., Tomiczek (1999). Pathogenicity of various *Bursaphelenchus* species to pines and implications to European Forests. Sustainability of pine forest in relation to pine wilt and decline. Proceedings of International Symposium, Tokyo, 14-22.

Fielding, N. J., H. F. Evans (1996). The pine wood nematode *Bursaphelenchus xylophilus* (Steiner and Buhner) Nickle (= *B. lignicolis* Mamimy and Kiyohara): an assessment of the current position. Forestry (Oxford), 69 (1), 35-46.

Fukuda, K. (1999). Physiological Process of the Symptom Development of Pine Wilt Disease in Compatible and Incompatible Pine-Nematode Combinations. Sustainability of pine forest in relation to pine wilt and decline. Proceedings of International Symposium, Tokyo, 79-85.

Kondo, E., A., Foudin, M., Linit, M., Smith, R., Bolla, R. I. K., Winter, V. H., Ropkin (1982). Pine wilt disease: Nematological, entomological and biochemical investigations. Bulletin SB-372, University of Missouri, Agriculture Experimental Station, Columbia, MO.

Mota, M.M., H. Braasch, M. A., Bravo, A.C., Penas, W., Burgermeister, K., Metge, E., Sousa (1999). First report of *Bursaphelenchus xylophilus* in Portugal and in Europe. Nematology Vol. 1, 7/8, 727-734.



**SVIM SVOJIM PARTNERIMA
I SURADNICIMA
ŽELIMO USPJEŠNU
2004. GODINU!**