

## “Pine Wood Nematode”; een mogelijke bedreiging voor onze naaldhoutbossen

Van oudsher worden onze bossen belaagd door een uitgebreid scala van ziekten en plagen, waarvan insecten en schimmels de bekendste zijn. Een nieuw, schadelijk organisme doet vanaf het begin van deze eeuw plaatselijk op grote schaal naaldhoutbossen afsterven. Het betreft de Dennehout Nematode (Pine Wood Nematode; PWN), *Bursaphelenchus xylophilus* (Steiner en Buhner) Nickle; een klein organisme met grote gevolgen voor de bossen wereldwijd. Dit artikel geeft informatie over de levenswijze en verspreiding van de Pine Wood Nematode. Introductie van PWN in Europa kan grote schade veroorzaken aan onze bossen, maar ook een bedreiging vormen voor onze export. Fytosanitaire maatregelen, die introductie van PWN in Europa moeten voorkomen, zijn reeds genomen en zullen verder worden aangescherpt.

### Karakteristiek van *Bursaphelenchus xylophilus*

#### Algemeen

Er zijn 46 *Bursaphelenchus* soorten bekend; 45 komen van nature voor samen met houtbewonende insecten en schimmels in harskanalen, takken en wortels. Bursaphelenchus-soorten worden be-

### Summary

The Pine Wood Nematode (PWN; *Bursaphelenchus xylophilus* (Steiner and Buliver) Nickle) has proved to be a serious threat to healthy pine forests in Japan. Infection can result in devastation of complete pine forests. The nematode occurs also in conifers in Canada and the USA but in these countries damage is normally restricted to weakened trees.

The possibility of PWN to kill complete forests is determined by a complex of factors:

- virulence of the race of PWN
- susceptibility of the host
- effective distribution of the nematode by vectors (wood-boring beetles)
- climatic circumstances.

PWN is not (yet) present in Europe. Introduction of this nematode or its vectors with imported wood from North America or Asia must be prohibited.

Import of wood from Canada or the United States is only allowed after an effective treatment of the wood which kills both nematode and vector.

A derogation of this treatment is given to Canada and the USA until the end of 1991.

schouwd als onschuldige schimmelpredatoren (Schauer - Blume; 1987). Een uitzondering hierop vormt *Bursaphelenchus xylophilus*, die door houtborende insecten in naaldboomsoorten kan worden ingebracht en zich vermenigvuldigt in het hout. Hierdoor kunnen dennebossen op grote schaal afsterven, zoals met name gebleken is in Japan.

PWN komt voor in Oost-Azië en Noord-Amerika; in Europa is dit pathogeen tot nu toe niet aange troffen. Een stringente aanpak is noodzakelijk om introductie van dit gevaarlijke pathogeen in Europa te voorkomen.

### Morfologie

Randvoorwaarde voor een effectief beleid ter voorkoming van introductie van PWN is een snelle en betrouwbare herkenning van dit aaltje. Een determinatie alleen op grond van morfologische eigenschappen biedt onvoldoende houvast; qua morfologie vertoont *B. xylophilus* namelijk een grote overeenkomst met *B. mucronatus*, *B. fraudulentus* en *B. kolyomensis*. Deze "handicap" in het vaststellen van de juiste identiteit van de soort leidde in de jaren zeventig tot het gerucht dat in kwijnende beplantingen van *Pinus pinaster* in Frankrijk (Les Landes) *B. xylophilus* gevonden was en dat PWN in Europa reeds

aanwezig zou zijn. Op grond van morfologie en geringe pathogeniteit is geconcludeerd dat het zeer waarschijnlijk *B. mucronatus* betrof (Schauer - Blume 1987).

Diverse kruisingsproeven tussen *B. xylophilus* en *B. mucronatus* van verschillende herkomsten hebben tot nog toe niet geleid tot eenduidige resultaten. Identificatie op grond van morfologische kenmerken biedt onvoldoende houvast; identificatiemogelijkheden op grond van biochemische kenmerken (DNA - structuur en reactie op monoklonale antilichamen) verdienen nader onderzoek.

De EG heeft daarom in 1989 onderzoek doen starten naar verbeterde identificatietechnieken. Nader bijzonderheden over de virulentie van PWN worden in dit artikel weergegeven in het gedeelte onder de tussenkop *Fytopathologie*.

### **Schade Algemeen**

In de VS en Canada, waar *B. xylophilus* van nature voorkomt, veroorzaakt PWN alleen ernstige schade in de daar niet van nature thuishorende naaldhoutsoorten (Wingfield et al 1982). In de aldaar inheemse boomsoorten kan PWN wel schade veroorzaken, maar dan als gelegenheidsparasiet. Dit betreft bomen die onder minder gunstige groeiomstandigheden ("stress") vatbaar zijn voor houtborende kevers die op hun beurt PWN in het hout introduceren. Ook na uitwendige beschadigingen kan PWN door deze kevers in het hout worden gebracht en vervolgens schade veroorzaken. Er wordt in de VS en Canada weinig onderzoek naar PWN verricht vanwege de geringe schadelijkheid in deze landen.

Geheel anders is de situatie in Japan waar PWN jaarlijks een aanwasverlies veroorzaakt van 2 miljoen m<sup>3</sup>. (1% van de totale

opstand aan dennen). In 25% van het naaldhoutbos komt PWN reeds voor. Schade wordt niet alleen toegebracht door het afsterven van dennebossen; ook wordt het milieu door grootschalige bestrijdingsacties (helikopterbespuitingen!) belast met grote hoeveelheden bestrijdingsmiddelen. Vanaf 1982 komt PWN in China voor en sinds 1988 in Korea; PWN is eveneens aanwezig in Taiwan. De schade is in deze landen aanzienlijk; echter niet zo omvangrijk als in de Japanse bossen.

### **Symptomen**

Zichtbaar worden van de symptomen is afhankelijk van o.a. klimaatsfactoren en virulentie van de nematode-stam. In Japan, waar de omstandigheden voor verspreiding van de ziekte gunstig zijn, treedt een snel verloop van de ziekte op. De bomen ster-

■ *De Dennehout Nematode (PWN) komt niet alleen voor in bosverband, maar ook in stedelijk groen en solitaire bomen. Op de foto is de rechterboom aangetast.*



ven binnen enkele weken na het verschijnen van de eerste symptomen. Het aaltje kan zich zeer snel ontwikkelen: bij 25°C 1 generatie per 4-5 dagen. Via de harsgangen verspreiden de nematoden zich door de boom; door vernietiging van cellen wordt het watertransport geblokkeerd. De transpiratie stopt en de eerste uitwendige symptomen (vergeling en verwelking van de naalden) treden op. Uiteindelijk sterft de boom in snel tempo af wat zich uit in een roodbruine verkleuring (Mamiya 1983). De ziekte treedt op in de zomer; de bomen bezwijken doorgaans in de nazomer of herfst. In het noorden van Japan

en in de VS/Canada wordt deze karakteristieke snelle verwelking lang niet altijd gevonden; de bomen sterven aldaar geleidelijk af.

## Fytopathologie

### Algemeen

De potentie van PWN om hele dennebossen te verwoesten is het gevolg van een samenspel van factoren, te weten virulentie van de PWN-stam, waardplantgevoeligheid, verspreidingsmogelijkheden via vectoren en klimaatsomstandigheden. Deze factoren worden hieronder nader beschreven.

### Virulentie van PWN

Onderzoek in Japan heeft aange- toond dat er diverse stammen van PWN voorkomen die verschillen in virulentie (Evans, 1989); er is zelfs sprake van het bestaan van een niet-virulente stam. Volgens Evans is er ook een duidelijk verschil in virulentie waargenomen tussen Japanse en Amerikaanse rassen van *Bursaphelenchus xylophilus*.

In Canada wordt melding gemaakt van een pathogene r-vorm en een niet-pathogene m-vorm van *Bursaphelenchus xylophilus* (Cadahia 1989). Geïnduceerde resistentie kan optreden wanneer de niet-virulente stam en vervolgens de virulente stam van PWN bij dennebomen worden ingebracht.

Deze vorm van resistentie blijkt echter slechts korte tijd (max. 4 maanden) bescherming te bieden (Evans 1989).

### Waardplantgevoeligheid

Diverse naaldhoutgewassen kunnen door PWN worden gedood, met name *Pinus*-soorten, maar ook *Abies*, *Cedrus*, *Larix* en *Picea*. De gevoeligheid binnen het geslacht *Pinus* varieert sterk. Volgens Mamiya (1983) is geen enkele soort immuun en wordt de kans op aantasting meer door an-



■ *Het schadebeeld: een opstand kan in zeer korte tijd afsterven*

dere factoren bepaald. Bij een hoge infectiedruk valt in Japan *Pinus taeda*, die volgens literatuurgegevens "highly resistant" zou zijn, toch ten offer aan PWN wanneer de omringende, meer gevoelige opstanden van *Pinus densiflora* zijn bezweken.

In Japan kan PWN onder hoge infectiedruk gezonde bossen doen afsterven. In de VS en Canada daarentegen wordt PWN als een gelegenheidsparasiet beschouwd, die alleen onder minder gunstige stand/groei-plaatscondities verzwakte bomen kan belagen. Minder vitale bomen zijn namelijk geschikt als broedplaats voor diverse keversoorten (met name *Monochamus*-spp; Longhorn beetle) die als vector van PWN optreden en zo de nematode in de boom brengen. In een aantal Europese landen laat de vitaliteit van de naaldhoutbossen duidelijk te wensen over, waardoor ze kwetsbaarder worden voor beschadiging door potentiële vectoren van PWN.

Mede gelet op deze ontwikkeling dient PWN in Europa met alle mogelijke middelen te worden geweerd.

Voor de Nederlandse bossen is van belang dat *Pinus sylvestris*, *Pinus nigra* en *Picea abies* tot de

gevoelige naaldbomen behoren. In de VS is *P. sylvestris* zelfs de meest aangetaste boom (Sinclair et al 1987).

### Vectoren van PWN

PWN kan via verwondingen aan stam, twijgen of wortels worden ingebracht. Bepaalde keversoorten die naaldhout als broedplaats gebruiken of aan twijgen vreten om tot geslachtsrijpheid te komen (rijpingsvraat), zijn daarom effectieve verspreiders van PWN. Met name keversoorten uit het geslacht *Monochamus* (Longhorn beetle) spelen een belangrijke rol in het afsterven van naaldhoutbossen door PWN. Cerezke (1989) noemt *Monochamus scutellatus* als belangrijkste vector van PWN in Canada.

In de VS wordt dezelfde rol vervuld door *M. carolinensis* (Sinclair et al 1987).

In Japan treedt *M. alternatus* op als vector van PWN. Evans (1989) meldt dat deze soort zeer effectief is gebleken in het verspreiden van PWN in de Japanse naaldhoutbossen.

Uit onderzoek is gebleken dat de tracheeën van een exemplaar van



■ *Het ziektebeeld: verkleuring van de bomen. Op de foto is de boom linksvoor aangetast.*

*M. alternatus* wel 200.000 nematoden kunnen bevatten, terwijl voor infectie zo'n 300 aaltjes voldoende zijn. Andere keversoorten bleken in dit onderzoek slechts zeer lage aantallen nematoden te bevatten.

De effectiviteit van *M. alternatus* bij de verspreiding van PWN zou kunnen worden verklaard door een synchronisatie van de levenscycli van kever en nematode.

Uit Japans onderzoek (Evans 1989) zijn sterke aanwijzingen gevonden dat de vervelling van pop naar volwassen kever de nematoden aanzet tot de vorming van zogenaamde "dauer larvae". In deze vorm zijn de aaltjes in staat ongunstige omstandigheden te overleven. De "dauer larvae" dringen de tracheeën van de kever binnen, waarna verspreiding kan plaatsvinden. In Europa komen 5 *Monochamus* soorten voor, te weten *M. sutor*, - *sartor*, - *galloprovincialis*, - *urrosovi* en - *saltuarius*.

In Zweden werd de aan PWN nauw verwante *B. mucronatus* gevonden in kevers van *Monochamus sutor* en *M. galloprovincialis* (Magnusson 1989).

Deze vondst geeft aan dat het risico aanwezig is dat een geïntroduceerde *B. xylophilus* effectief kan worden verspreid door in Europa inheemse kevers.

#### **Klimaatsinvloeden**

Introductie van PWN in Europa zal op termijn vooral schadelijke gevolgen kunnen hebben voor dennebossen rond het Middellandse-Zeegebied. Daar biedt het klimaat goede ontwikkelingsmogelijkheden voor nematode en kever (Conclusions EPPO, 1988).

Klimaatsgebonden factoren hebben een directe invloed op de levenscycli van PWN en vector. In warme gebieden treedt een generatie van de kever per jaar op; in koele gebieden is dit een generatie per 2 jaar. Daarnaast speelt het klimaat een rol bij het zichtbaar worden van de schade. In Japan moet voor een snelle expressie van symptomen de temperatuur 6 à 8 weken boven gem. 20 oC zijn (PD; pers. aantekeningen).

De eerste melding van PWN in Japan (1905; destijds uitgeroeid) komt uit de warmere zuidelijke regio (Nagasaki). Vanaf 1971 verschuift het verspreidingsgebied van PWN in Japan geleidelijk in noordelijke richting. Op het meest

noordelijke eiland Hokkaido is de nematode voor zover bekend niet gevonden.

#### **Bestrijding**

In Japan wordt PWN op grote schaal chemisch bestreden (bespuitingen vanaf de grond en vanuit helikopters). Dit betreft bestrijding van de vectoren (kevers) met fenitrothion en carbamaten; waardevolle beplantingen (bijv. in regio's met veel toerisme of monumentale parkbomen) worden op deze rigoreuze wijze beschermd. Chemische bestrijding kan worden vooraf gegaan door concentreren van de kevers met lokstoffen. In 1980 heeft de Japanse regering ca. f. 35 miljoen besteed aan bestrijdingsmaatregelen, waarvan het grootste deel aan chemische bestrijding (Kondo 1982).

Stambehandeling met een nematocide geeft maximaal 2 jaar bescherming, maar kan fytoxiciteit veroorzaken. Biologische bestrijding van de kever met schimmels is in onderzoek; deze bestrijdingsmethodiek kan echter weer nadelige gevolgen hebben voor cultures van zijderupsen (Evans 1989).

In de VS en Canada waar geen sprake is van een hoge infectiedruk kan worden volstaan met het optimaliseren van de boshygiëne, in voorkomende gevallen moeten aangetaste bomen snel en verantwoord onschadelijk worden gemaakt.

#### **Maatregelen ter voorkoming van introductie van PWN in Europa (PD; pers. notities)**

In 1984 ontdekte de Finse Plantenziektenkundige Dienst PWN in een lading naaldhouth chips afkomstig uit Noord-Amerika (Rautapaa, 1986). In Zweedse havens werd nadien wederom PWN aangetroffen in chips afkomstig uit

Noord-Amerika. Deze vondsten resulteerden in een embargo van Finland, Noorwegen en Zweden op de import van naaldhout uit landen waar PWN aanwezig was (Magnusson 1989).

De Europese Plantenziektenkundige Organisatie (EPPO) heeft in 1988 PWN de status van quarantaine-organisme toegekend; de EG heeft dit overgenomen. Dit betekent dat landen, waar dit organisme niet voorkomt, de import van materiaal uit landen waar PWN of diens vector voorkomt kunnen verbieden of aan voorwaarden kunnen binden.

In eerste instantie bestonden deze maatregelen alleen in het ontchorsen van hout hetgeen echter geen duidelijke garanties biedt voor afwezigheid van zowel PWN als de vector. Ontchorsen schakelt immers alleen bastkevers uit terwijl boorgangen van *Monochamus*-soorten dieper in het hout gelegen kunnen zijn. De vondst in 1989 en 1990 van PWN in zaaghout uit Canada bestemd voor Finland (Rautapää 1990) leidde tot verdere aanscherping van aanbevolen maatregelen. De huidige EG regelgeving voorziet in de voorwaarde dat al het hout afdoende behandeld moet worden voordat import in de EG kan plaatsvinden.

"Afdoende behandeld" houdt het volgende in:

\* zaaghout; kunstmatig gedroogd (killindried; KD) zodat het vochtgehalte minder dan 20% van het droge stof gewicht bedraagt. Een KD-behandeling moet tot uiting komen door hout of verpakkingsmateriaal te waarmerken.

\* chips, houtafval; alleen afkomstig van het hout dat KD behandeld is of begast

en zodanig verpakt dat herbesmetting niet mogelijk is.

\* rondhout; import uit landen waar PWN voorkomt is niet toegestaan.

Aangezien Canada en de VS momenteel over onvoldoende faciliteiten beschikken om al het hout KD te leveren is besloten tot 1 januari 1992 een ontheffing van invoerbepalingen toe te staan.

Deze ontheffing houdt in dat tot 1 januari 1992 invoer van Noord-Amerikaans onbehandeld naaldhout mogelijk is onder voorwaarden die het risico op introductie van PWN aanzienlijk doen verminderen.

Informatie over deze regelgeving bij de import van naaldhout is verkrijgbaar bij de Plantenziektenkundige Dienst te Wageningen.

Geconcludeerd moet worden dat PWN naaldhoutopstanden kan verwoesten en daardoor een potentiële bedreiging vormt voor de Europese naaldhoutbossen. Ontwikkelingen aangaande PWN dienen ten nauwste te worden gevolgd zodat een effectief beleid in EG-verband kan worden gevoerd ter voorkoming van introductie van dit gevaarlijke organisme in Europa.

## Literatuur

Cadahia, D., 1989: Report of a technical visit to Canada on plant health problems related to coniferous wood 12-23 June 1989 part IV. Commission of the European Communities, Directorate General for Agriculture nr. 3602/VI/89-EN.

Cerezke, H.F., 1989: Grubhole control in green coniferous lumber for shipment to European Community markets including the United Kingdom. Technical Presentation on *Monochamus* Woodboringspecies in Canada. Meeting May 11 Ottawa.

Conclusions of the EPPO ad hoc Panel on Pine Wood Nematode Upp-

sala, 9-10 February, 1988. Bulletin OEPP/EPPO Bulletin Vol 18 nr.1 March 1988.

Evans, H.F., 1989: Report on visit to Japan 2-17 October 1989. Forestry Commission Alice Holt Lodge, Wrecclesham Farnham, United Kingdom.

Kondo, E., Foudin, A., Linit, M., Smith, M., Bolla, R., Winter, R., Dropkin, V., 1982; Pine wilt disease, nematological, entomological and biochemical investigations. Agricultural Experiment Station, University of Missouri, Columbia; SR282; 56 p.

Magnusson, C., 1989; First record of a *Bursaphelenchus*-species (Nematoda) in *Monochamus* beetles in Scandinavia, Swedish University of Agricultural Sciences, Uppsala.

Mamiya, Y., 1983; Schroeder, L.M., Pathology of the pine wilt disease by *Bursaphelenchus xylophilus*. Annual Review of Phytopathology 21: 201-220.

Rautapää, J., 1988; Experiences with *Bursaphelenchus xylophilus* in Finland EPPO Bulletin 16, 453-456.

Rautapää, J., 1990; The Pine Wood Nematode (*Bursaphelenchus xylophilus*) in Canadian Sawmwood. National Board of Agriculture, Plant Quarantine Service of Finland nr. 723/469/90.

Schauer - Blume, M., 1987; *Bursaphelenchus "mucronatus"* (Nematoda, Aphelenchoididae) an Laubbäumen in Deutschland. Nachr.bl. Dtsch. Pflanzenschutzd. 39, 152-154.

Sinclair, W.A., Lyon, H.H., Johnson, W.T., 1987; Diseases of trees and shrubs. Department of Plant Pathology, Cornell University, New York, USA, 1987.

Wingfield, M.J., Blanchette, R.A., Nicholls, T.H., Robbins, K., 1982; The pine wood nematode: a comparison of the situation in the United States and Japan. Canadian Journal of Forest Research 12: 71-75.