

Het voorkomen van intersteriele groepen van de wortelzwam in Nederland

De wortelzwam of dennemoorder werd tot voor kort als een belangrijke schadeveroorzaker voor het Nederlandse bos beschouwd. Aantastingen ontstaan vaak als gevolg van dunningen en kunnen zich tientallen jaren handhaven of uitbreiden. Opstanden met ernstige problemen kunnen worden omgevormd van naald- tot loofbossen. Het optreden van intersteriele groepen gekoppeld aan fijnspar of den zou het ook mogelijk maken om dennen te planten waar fijnspar is aangetast. Voor de Nederlandse praktijk is onderzocht of dit een reële optie is en in hoeverre de wortelzwam nog problemen veroorzaakt.

De wortelzwam of dennemoorder (*Heterobasidion annosum* (Fr.) Bref.) is één van de belangrijkste pathogenen voor de bosbouw. Wereldwijd zijn van deze schimmel meer dan 300 waardplanten bekend, voornamelijk naaldboomsoorten (Webb en Alexander, 1985).

Aantasting door de wortelzwam begint op de verse zaagvlakken die ontstaan bij een dunning. De schimmelsporen op het zaagvlak kiemen en de schimmel groeit naar de wortels van de stobbe. Via wortelvergroeiingen kan de schimmel de bomen in de directe omgeving van de stobbe aantasten. Door dit verspreidingsmechanisme ontstaan groepen van aangetaste bomen rond een stobbe. De wortelaantasting kan

leiden tot een verminderde vitaliteit en maakt de bomen gevoelig voor windworp. Zo ontstaan bij een storm zgn. stormgaten in een opstand. Vanuit de wortels kan de schimmel de stam ingroeien en daar kernrot veroorzaken. De mate van de aantasting verschilt van boomsoort tot boomsoort. In fijnspar kan het kernrot tot tien meter hoog de stam ingaan. Bij grove den blijft het rot beperkt tot de stamvoet.

In de periode van 1980 t/m 1992 werden 1378 keer paddestoelen van deze schimmel gevonden, zoals blijkt uit de Atlas van de Nederlandse Paddestoelen. Boomsoorten waarop de paddestoelen werden aangetroffen zijn o.a. de grove den (46%), fijnspar (33%) en de japanse lariks en douglas (7%). Ook wordt de wortelzwam op loofbomen gevonden (14%), zoals berk en els (Nauta en Vellinga, 1995). Deze gegevens zijn gebaseerd op vondsten van paddestoelen en zeggen dus niets over de verspreiding van de schimmel zelf en de schade die dit organisme kan veroorzaken.

De wortelzwam wordt schadelijk voor de bosbouw in Nederland verondersteld (Gremmen, 1960), maar er zijn geen exacte gegevens beschikbaar over de schade die de schimmel veroorzaakt in de verschillende naaldbossen. Van schade aan loofhout is nooit melding gemaakt.

Door Gremmen en de Kam (Van Dam en De Kam, 1990) werd na de storm in november 1972 onderzoek uitgevoerd op het landgoed Schovenhorst bij Putten en op het Kroondomein Het Loo te Apeldoorn. Uit hun onderzoek

bleek dat 45% resp. 24% van de douglasbomen rot vertoonde, maar de veroorzaker van dit rot niet kon worden aangetoond. Uit eigen onderzoek na de stormen van 1990 werd slechts in één van de 29 opstanden waarin rot en afgebroken bomen werden geconstateerd, de wortelzwam aangetoond (niet gepubliceerd). Olsthoorn en Maas (1994) vinden bij hun onderzoek in opstanden van douglas een positieve correlatie tussen vitaliteitskenmerken (naaldvergeling/naaldval) en het voorkomen van paddestoelen van de wortelzwam.

In 1978 werd voor het eerst melding gemaakt van intersteriele groepen van *H. annosum* (Korhonen, 1978). Intersteriele groepen zijn groepen die onderling niet kruisen; ze gedragen zich als verschillende soorten. Hij ontdekte dit in het laboratorium door twee cultures uit sporen van verschillende paddestoelen naast elkaar op een voedingsbodem in een Petrischaal te zetten. Schimmels uit de klasse van de *Basidiomyceten* vormen, na een geslaagde kruising, gespen bij de tussenwanden in de schimmelraden.

Na vier weken werd het voorkomen van gespen in de cultures gebruikt om te bepalen of de twee cultures wel of niet te kruisen waren.

Hij onderscheidde de S-groep, die voorkwam op fijnspar (Spruce) en de P-groep die hij op groveden (Pine) vond. Later werd in Zweden aangetoond dat de P-groep ook op fijnspar kan voorkomen (Stenlid en Swedjemark, 1988). In 1990 werd in de Ita-



Schadebeeld wortelzwam

liaanse Appenijnen nog een groep van *H. annosum* ontdekt die voorkwam op *Abies alba*. Deze nieuwe groep, hoewel sterk verwant aan de S-groep, bleek toch een aparte intersteriele groep te zijn en werd de F (Fir)-groep genoemd (Capretti et al., 1990). Inmiddels is gebleken dat de F-groep ook in andere Europese landen voorkomt op diverse *Abies*-soorten. De intersteriele groepen hebben dus verschillende waardplanten. In principe geven de verschillende waardplantenreeksen van de intersteriele groepen van de wortelzwam de mogelijkheid om opstanden met ernstige problemen om te vormen. Zo kan men in zijn algemeenheid, als de bodem dit toelaat, aangetaste naaldbossen omvormen tot loofbossen. Ook zou men dennen kunnen planten op plaatsen waar de fijnspaar is

aangetast door een wortelzwam uit de S-groep.

Tot op heden is het niet bekend of er meer dan één intersteriele groep voorkomt in Nederland. Het hier beschreven onderzoek werd uitgevoerd van 1995 t/m 1997 met het doel deze informatie te verkrijgen. Hiervoor werden de hieronder beschreven kruisingsexperimenten uitgevoerd. Omdat deze methode erg tijdrovend is werd tevens nagegaan of het aantal buisjes (poriën) per mm², aan de onderzijde van de paddestoel, een praktisch veldkenmerk is waarmee de groepen in het veld onderscheiden kunnen worden (Korhonen, 1978).

Materiaal en methode

In 1995 werd een telefonische enquête gehouden onder circa vijftien (districts)beheerders van Staatsbosbeheer om een indruk

te krijgen van schade (sterfteplekken, houtrot en windworp) veroorzaakt door de wortelzwam. Tevens werd gevraagd naar het voorkomen van paddestoelen.

In 1995 werd het onderzoek gestart naar het voorkomen van intersteriele groepen op douglas. Daartoe werden in maart 1995 paddestoelen verzameld van douglasstobben of van wortels van omgewaaide douglasbomen in boswachterij Garderen vak 15, boswachterij Austerlitz vak 66, boswachterij de Vuursche vak 117 en boswachterij Steenwijkerwold vak 105. In alle gevallen betrof het douglasmonocultures die omstreeks 1950 waren aangelegd.

In oktober en november 1996 werden paddestoelen verzameld in fijnsparopstanden. In de boswachterij Hooghalen vak 64, boswachterij Smilde vak 85 en boswachterij Smilde vak 34 (sitkaspar) werden paddestoelen van stobben verzameld. Hooghalen betrof een beplanting op voormalige landbouwgrond die in 1967 was aangelegd. Beide opstanden in Smilde betroffen opstanden die op voormalige heideontginningen waren aangelegd in het begin der dertiger jaren. In alle gevallen betrof het monocultures.

In september 1997 werd het Roggebotzand kavel 66 bemonsterd waar de wortelzwam voorkwam op fijnspar. Het was een monocultuur fijnspar die werd aangeplant in 1959, na een aantal jaren landbouwvoorteeit.

Tevens werden in januari 1997 uit een grove dennenopstand in de boswachterij Hooghalen vak 8 diverse paddestoelen verzameld. Deze opstand werd aangelegd in 1963 op een voormalig heideveld.

In het totaal werden 45 padde-

Tabel 1. Resultaat van de kruisingen van de diverse paddestoelen met bekende testers. (+ = gespen aanwezig, - geen gespen)

| Locatie vaknr. | tester boomsoort | 850 F | 851 F | 852 F | 853 P | 854 P | 855 P | 856 S | 857 S | 858 S |
|---------------------|------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Gaderen 15 | dgl | - | - | - | - | - | + | - | - | - |
| Austerlitz 66 | dgl | - | - | - | - | - | + | - | - | - |
| De Vuursche 117 | dgl | - | - | - | + | + | + | - | - | - |
| Steenwijkerwold 105 | dgl | - | - | - | - | - | + | + | - | - |
| Garderen 15 | dgl | - | - | - | + | + | + | - | - | - |
| Garderen 15 | dgl | - | - | - | + | + | + | - | - | - |
| Hooghalen 65 | fs | - | - | - | + | + | + | - | - | - |
| Hooghalen 64 | fs | - | - | - | + | + | + | - | - | - |
| Hooghalen 64 | fs | - | - | - | + | + | + | - | - | - |
| Hooghalen 64 | s | - | - | - | + | + | + | - | - | - |
| Smilde 85 | fs | - | - | - | + | + | + | - | - | - |
| Smilde 34 | ss | - | - | - | + | + | + | - | - | - |
| Roggebotszand 66 | fs | - | - | - | + | + | + | - | - | - |
| Roggebotszand 66 | fs | - | - | - | + | + | + | - | - | - |
| Roggebotszand 66 | fs | + | - | - | + | + | + | - | - | - |
| Hooghalen 8 | gd | - | - | - | + | + | + | - | - | - |

Aangezien alleen paddestoelen van de P-groep werden gevonden werden de gegevens van alle paddestoelen gebruikt om het gemiddeld aantal poriën per mm² te berekenen. Het varieerde tussen de 3,5 en 13 en was gemiddeld 7,12 (± 0,9) per mm².

stoelen verzameld in 9 boswachterijen. Van 43 paddestoelen werd het aantal poriën per mm² bepaald. Twee paddestoelen bleken nog te jong te zijn; de poriën waren nog niet ontwikkeld.

Van elke boswachterij werd, uit elk bemonsterd vak, één paddestoel gebruikt voor het onderzoek. Van deze 16 paddestoelen werden de sporen verzameld, waarvan monosporecultures werden gemaakt.

Gemiddeld zes cultures per paddestoel werden gekruist met cultures, waarvan bekend was tot welke intersteriele groep zij behoorden. Deze cultures worden 'testers' genoemd. De testers, drie van iedere groep, werden beschikbaar gesteld door Dr. K. Korhonen uit Finland. Ze waren afkomstig van verschillende plaatsen uit Europa en van verschillende waardbomen.

De kruising ging als volgt in zijn werk: sporen uit de paddestoelen werden te kiemen gelegd op Petrischalen met moutagar (3%). Gekiemde sporen wer-

den één voor één overgebracht in reageerbuizen en verder gekweekt. Van deze monosporecultures werden stukjes schimmelweefsel (mycelium) overgebracht naar het midden van een steriele Petrischaal met moutagar (3%). Op ongeveer 0,5 cm afstand van dit inoculum werd een stukje mycelium van één van de testers gelegd. De schalen werden bij 24 graden C in het donker gezet en na twee weken werd, met behulp van een microscoop (vergroting 400x) naar gespen gezocht. Zodra een gesp werd gevonden werd de kruising als geslaagd beschouwd.

Resultaten

Uit de enquête bleek dat de meeste beheerders bekend zijn met de wortelzwam, maar dat er op dit moment weinig problemen met dit pathogeen lijken te zijn. Plaatselijk kon de aantasting aanzienlijk zijn, zoals in het Roggebotszand en, in mindere mate, in Garderen.

Alle cultures waren te kruisen met één of meerdere testers van de P-groep. Cultures van twee paddestoelen kruisten ook met één van de testers van de S-groep. De cultures van een andere paddestoel kruisten ook met één van de testers van de F-groep. Het overzicht van de resultaten staat in tabel 1.

Discussie

Uit de in 1995 gehouden enquête onder de districtsbeheerders bleek dat de wortelzwam in het algemeen geen ernstig probleem veroorzaakte. Tot op heden werd aangenomen dat de wortelzwam één van de belangrijkste schadeveroorzakers was voor het Nederlandse bos. In de boswachterij het Mastbos, waar vroeger veel wortelzwam voorkwam, constateert men tegenwoordig geen schade meer door deze schimmel. Eigen waarnemingen bevestigden deze bevinding. Aangezien exacte gegevens over de omvang van de schade in het verleden ontbreken kan niet wor-

den geconcludeerd dat de schade de laatste jaren is afgenomen. Plaatselijk kan er wel sprake zijn van schade, zoals in het Roggebotzand. Hiervoor zijn geen duidelijke redenen aan te geven, alhoewel deze opstanden voldoen aan de criteria die in het algemeen geacht worden schade door te wortelzwam te verergeren: landbouwvoorbouw, hoge pH van de bodem en een bouwvoor die aanvankelijk rijk was aan stikstof. Wel is fijnspar relatief het gevoeligst voor de wortelzwam. Problemen met groveden komen hier (nog) niet voor. Opvallend is ook dat de fijnsparopstanden in het Roggebotzand op grote schaal worden aangetast door de letterzetter (*Ips typographus*). Deze bastkever parasiteert aanvankelijk verzwakte sparren, zoals door wortelzwam aangetaste bomen, maar kan tot een zich zelf handhavende plaag ontwikkelen. Fijnsparopstanden kunnen zich dan oprollen. Bestrijden van de letterzetter is niet makkelijk. Beter kan men voorkomen dat het tot een plaag van dit insect komt. Dunningen in op landbouwgrond aangelegde fijnsparbossen, zoals tegenwoordig wel gebeurt in Drenthe en Groningen, kunnen in principe tot problemen met de wortelzwam leiden, waarna eventueel weer de letterzetter kan volgen. Zaak is te voorkomen dat de wortelzwam een probleem wordt. Dit kan door het insmeren van stobben met chemische (ureum, Borax) of biologische (*Phlebia*, *Trichoderma*) preparaten. Inderdaad werd in een fijnsparbeplanting te Erica (Drenthe) al een beginnende aantasting door de wortelzwam gesignaleerd. In Garderen constateerde het beheer een als lastig ervaren aantasting door de wortelzwam in een douglasopstand met als doelstelling houtproductie.

Tegenwoordig vindt het beheer

dood of stervend hout in het bos geen probleem meer. Als men dode, omgewaaide bomen ziet, acht men dit eerder een verrijking dan een probleem. Toch moet men een en ander niet onderschatten. Het is bekend dat een wortelzwamaantasting zich tientallen jaren kan handhaven en uitbreiden. Er kan op zo'n manier wel erg veel dood hout ontstaan en het is maar de vraag of dat de bedoeling is.

Uit de resultaten van dit onderzoek wordt geconcludeerd dat alle paddestoelen tot de P-groep behoorden. Twee paddestoelen bleken ook met de S-groep te kruisen en een andere paddestoel met de F-groep. Het voorkomen van interfertilititeit, zoals dit verschijnsel wordt genoemd, kan in het laboratorium optreden en wordt ook door andere onderzoekers vermeld (Korhonen, 1978; Stenlid & Swedjemark, 1988; Capretti et al., 1990).

Alhoewel Nederland niet systematisch is geïnventariseerd, achten wij de kans dat de S-groep in Nederland voorkomt, klein. De S-groep wordt in Europa hoofdzakelijk gevonden in het natuurlijk verspreidingsgebied van de fijnspar (Stenlid & Swedjemark 1988). Echter in Duitsland wordt incidenteel de S stam gevonden op fijnspar uit het Zwarte Woud, Beieren en de omgeving van Güttingen (Siepmann, 1988). De kans dat de F-groep in ons land voorkomt is minimaal, omdat deze stam tot nu toe uitsluitend op *Abies*-soorten is gevonden en deze soorten in Nederland nauwelijks voorkomen. Wel treft men in Duitsland op douglas de P-groep aan. Dit is in overeenstemming met de resultaten in Nederland.

Conclusie

In Nederland is alleen de P-groep van de wortelzwam aan-

getroffen; dit betekent in zijn algemeenheid dat men door wortelzwam aangetaste naaldhoutopstanden in principe alleen kan omvormen tot loofhoutopstanden. Omtrent het poriënaantal per mm² als determinatiekenmerk voor de verschillende groepen valt niets te concluderen.

Literatuur

- Capretti, P., K. Korhonen, L. Mugnai & C. Romagnoli, 1990. An intersterility group of *Heterobasidion annosum* specialized to *Abies alba*. Eur. J. For. Path. 20: 231-240.
- Dam, B.C. van & M. de Kam, 1990. Wortel- en stamrot bij douglas veroorzaakt door de dennevoetzwam. Bosbouwvoorlichting nr 7: 68-69.
- Gremmen, J., 1960. Biologie en bestrijding van de wortelzwam *Fomes annosus* (Fr.) Cooke. Korte Mededeling nr. 44.
- Korhonen, K., 1978. Intersterility groups of *Heterobasidion annosum*. Commun. Inst. Forest. Fenn. 94(6): 1-25.
- Nauta, M. & E.C. Vellinga, 1995. Atlas van Nederlandse Paddestoelen. Balkema, Rotterdam.
- Olsthoorn, A.F.M. & G.J. Maas, 1994. Relatie tussen vitaliteitskenmerken, groeiplaats, ziekten en herkomst bij douglas. Instituut voor Bos- en Natuuronderzoek, Wageningen. IBN-Rapport 115.
- Siepmann, R., 1988. Intersterilitätsgruppen und Klone von *Heterobasidion annosum*-isolaten aus Koniferen-Wurzel- und Stammfäulen. Eur. J. For. Path. 18: 93-97.
- Stenlid, J. & G. Swedjemark, 1988. Differential growth of S and P isolates of *Heterobasidion annosum* in *Picea abies* and *Pinus sylvestris*. Tr. Br. Mycol. Soc. 90: 209-213.
- Webb, R.S. & S.A. Alexander, 1985. An updated host index for *Heterobasidion annosum*. Virginia State University; info 85-2.