

Even voorstellen: Bacteriegallen deel 2

In Bomen 18 werden de aard en indeling besproken van een specifieke groep gallen op bomen - de bacteriegallen. Dit tweede artikel behandelt de identificatie ervan, geeft enkele voorbeelden en bevat de literatuurlijst.

TEKST EN FOTOGRAFIE: DR. JAAP D. JANSE, AFDELING LABORATORIUMMETHODEN EN DIAGNOSTIEK, NEDERLANDSE ALGEMENE KEURINGSDIENST (NAK)



Afbeelding 9 Weinig gedifferentieerde gal met daarin holtes gevuld met bacteriën gevormd door *Pseudomonas savastanoi* bij *Olea europaea*-olijf.

Afbeelding 8 Gallen in de vorm van sterke abnormale spruitvorming onder invloed van fytohormonen die door de bacterie *Rhodococcus fascians* zijn gevormd bij *Brassica oleracea*-spruitkool.



Identificatie van bacteriegallen en gallen veroorzakende bacteriën

Morfologisch zijn bacteriegallen redelijk goed van andere gallen op dezelfde waardplant te onderscheiden. Er zijn echter schimmels die bij dezelfde waardplanten sterk gelijkende symptomen kunnen veroorzaken, zoals *Nectria galligena* bij de gewone es en populier (*Populus* spp.), die sterk kunnen lijken op die van bacteriën. Een laboratoriumdiagnose is dan noodzakelijk, waarbij de bacterie in reïncultuur wordt geïsoleerd en vervolgens met biochemische en moleculaire technieken wordt geïdentificeerd. De bacteriën zijn door hun geringe afmetingen (2-10 µm) meestal alleen na specifieke kleuring in de weefsels te lokaliseren. Bovendien zijn er in bacteriegallen na verloop van tijd, doordat er scheuren in het weefsel ontstaan, tal van secundair parasitaire en saprofytische bacteriën en schimmels te vinden.

Enkele voorbeelden

Gallen veroorzaakt door *Rhodococcus fascians* (Afb. 8)

Deze Gram-positieve bacterie vormt schadelijke organoïde gallen, dat wil zeggen heksenbezemachtige verschijnselen door de vorming van abnormale hoeveelheden, gedrongen spruiten, maar ook wel histoïde gallen. In tegenstelling tot wat de naam doet vermoeden, vindt men slechts zelden fasciatie of bandvorming. De bacterie produceert plantenhormonen (cytokininen en indolylazijnzuur) en heft de blokke-



Afbeelding 10

Bastwoekerziekte van *Fraxinus excelsior*-gewone es, veroorzaakt door *Pseudomonas savastanoi* pv. *fraxini*. Gallen in de vorm van grote, wratachtige, necrotische woekeringen op takken en stam, met daarin bacterieholtes en veel kurkweefsel dat ter verdediging door de plant is gevormd. De aantasting kan vele jaren doorgaan zonder de boom te doen afsterven.

Afbeelding 11 Gal van *Xanthomonas populi* pv. *populi* bij *Populus* spec. Bacteriekanker bij populier: wondweefsel (callus) woekering rond door de bacterie gedode bast die tot op het hout is afgestorven.

Afbeelding 12 Tumor op stekwond veroorzaakt door *Agrobacterium tumefaciens*. *A. tumefaciens* is verwant met de stikstofbindende *Rhizobia*-bacteriën, maar vormt schadelijke tumoren door overdracht van tumorgenen die ingebouwd worden in het genetisch materiaal van de plant, waardoor cellen gaan woekeren. Volgens de definitie dus geen echte gal, want de bacterie kan worden verwijderd, en de ongeremde celdeling gaat dan gewoon door.

ring van rustend meristematisch weefsel op in zijknoppen, bollen e.d. en remt tegelijkertijd de ontwikkeling van de hoofdspruit. De bacterie heeft veel waardplanten, zowel bij monocotylen als bij dicotylen, waaronder koolsoorten, anjer, dahlia, gladiool, lelie, *Verbascum*-toorts, pelargonium en lathyrus.

Gallen veroorzaakt door *Pseudomonas savastanoi*

Van deze bacterie zijn drie pathogene varianten bekend. Eén (*P. savastanoi* pv. *savastanoi*) veroorzaakt grote parenchymatische gallen bij onder andere olijf, *Jasminum*-jasmijn en liguster, vooral in het Middellandse Zeegebied en vergelijkbare streken (Afbeelding 9), de tweede (pv. *nerii*) doet datzelfde bij *Nerium oleander* en de derde (pv. *savastanoi*) veroorzaakt necrotische, wratachtige woekeringen bij *Fraxinus excelsior*-gewone es (Afbeelding 10). De eerste twee varianten komt veel voor in het Middellandse Zeegebied, maar ook wel bij ons bij geïmporteerde planten. Zij produceren plantenhormonen, pv. *fraxini* niet of veel minder. De bacteriegall van de es kan in het veld verward worden met gallen van de *Nectria*-schimmel en met keverschorft, veroorzaakt door volwassen kleine esbastkevers (*Leperisinus varius*).

Tumoren ('crown gall') veroorzaakt door

Agrobacterium tumefaciens (Afbeelding 12)

Deze bacterie is verwant aan de nuttige, stikstofbindende *Rhizobia* (zie hieronder) en is ook wel in het geslacht *Rhizobium* geplaatst. Ze veroorzaakt kwaadaardige tumoren die met

die van mens en dier zijn te vergelijken en vaak op de wortelhals (kroongal of 'crown gall') maar ook op wortels en bovengrondse plantendelen worden gevonden. De bacterie dringt een wondje van de plant binnen en injecteert dan een stukje van haar genetisch materiaal (tumor-DNA) in een levende plantencel aan de wondrand. Hoe dit DNA door de cel reist en opgenomen wordt in het chromosomaal DNA van de plant, is nog niet precies bekend. Wanneer het tumor-DNA (dat ook informatie voor de productie van plantenhormonen en de afbraak van bepaalde plantestoffen bevat) is opgenomen, gaat de getransformeerde plantencel zich ongeremd delen. De bacterie hoeft hierbij niet meer aanwezig te zijn. De tumoren van *Agrobacterium* zijn dus volgens de definitie eigenlijk geen gallen, maar de morfologische overeenkomst is sterk. De waardplantenreeks van *A. tumefaciens* is heel groot en bestaat uit enkele honderden plantensoorten, voornamelijk dicotylen. Veel voorkomende zijn *Ficus* (grote tumoren op de entplaats), chrysant, (bovengrondse tumoren, zelfs op de bladeren na insectenvraat), aster (meestal op de wortelhals), roos (op de wortelhals, wortels en entplaats) en kers, appel en peer (meestal op de wortels en ook wel wortelhals)

Gallen veroorzaakt door *Rhizobia*

Door *Rhizobia* veroorzaakte gallen (wortelknolletjes) komen bij zeer veel, maar niet alle, leguminosen voor in de families *Papilionaceae*, *Mimosoidae* en *Caesalpinoideae*. De bekendste



Afbeelding 13 Bovengrondse galletjes (stikstofknolletjes) gevormd door *Azorhizobium caulinodans* op de stengel van het tropische vlinderbloemige veevoedergewas *Sesbania rostrata*.

soorten zijn: *R. leguminosarum*, *R. phaseoli*, *R. trifolii*, *R. lupini*, *R. japonicum* en *R. meliloti*.

De soort *Azorhizobium caulinodans* wijkt af van het normale patroon doordat zij knolletjes vormt op bovengrondse plantendelen van het Afrikaanse tropische voedergewas *Sesbania rostrata* (Afbeelding 13).

De *Rhizobia*-bacteriën hebben evenals *Agrobacterium* ook weer een zeer eigenaardige manier om de plant te beïnvloeden (en de plant de bacterie!). De plant scheidt bepaalde stoffen (flavonoiden) af, die alleen een voor die plant passende *Rhizobia*-soort aantrekt. De flavonoiden activeren ook zogeheten nod-genen (van *nodulating* – knolletjesvorming), die de bacterie aanzetten tot knolletjesvorming. Binnendringen gebeurt via een wortelhaar, die zich eerst in de aanwezigheid van de bacterie (en door deze geproduceerde stoffen) heeft gekruld. De bacterie wordt vervolgens opgesloten in een zogenaamde infectiedraad die naar binnen groeit en het parenchym (vulweefsel) van de wortel binnendringt. Als reactie op door de bacterie gevormde plantenhormonen vinden celdelingen plaats. Hierdoor ontstaat het knolletje, waarin zich ook weer vaatweefsel vormt en oppervlakkige verkurking optreedt (Afbeelding 14a). In het gebied waar celstrekking plaatsvindt, komen de bacteriën vrij uit de infectiedraad en worden in de gastheercel omgeven door het plasmamembraan. De bacteriën worden nu groter, zwellen en vertakken tot zogeheten bacteroiden. Deze bacteroiden binden vrije stikstof in de plant. De roodachtige kleur van de knolletjes in het groeiseizoen wordt veroorzaakt door een zuurstof bindend pigment dat sterke overeenkomst vertoont met hemoglobine uit het bloed en daarom leghemoglobine wordt genoemd.

Het is onontbeerlijk voor het goed functioneren van de stikstofbindende enzymen van de bacteriën. De bacteriën staan de gebonden stikstof af aan de plant, en leven in levende plantencellen, die die weer voedingsstoffen afgeven

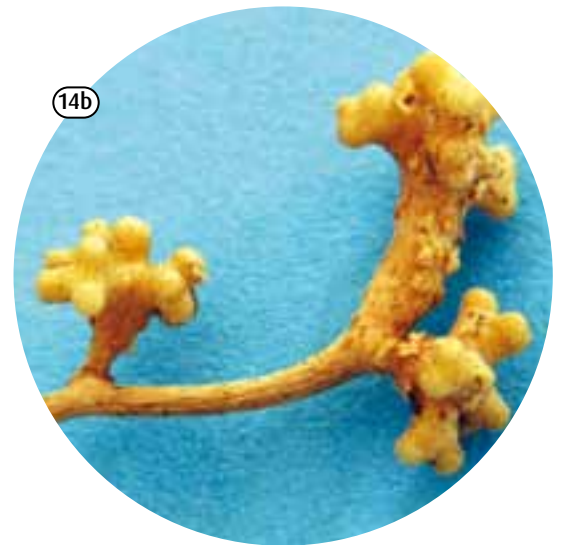
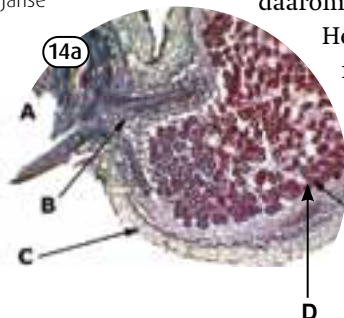
aan de bacteriën – een prachtige en ingewikkelde vorm van samenleven of symbiose.

Gallen veroorzaakt door Frankia-bacteriën

De hyphen (draden) vormende *Frankia*-bacteriën vormen gallen die veel overeenkomst vertonen met die van *Rhizobia*. Ze zijn eenvoudig waar te nemen op de wortels van bijvoorbeeld els, duindoorn en gagel. De knolletjes die ze vormen zijn in feite sterk verdikte zijwortels. Soms, zoals bij gagel, groeien uit de knolletjes weer wortels die recht naar boven groeien. Deze structuren worden ook wel rhizotamniën genoemd. Interessant is ook dat de *Frankia*-bacterie niet uitgroeit tot een bacteroïde zoals bij de *Rhizobia*, maar aan de celdraad speciale blaasjes vormt, waarin de stikstof wordt gebonden.

Afbeelding 14a

Dwarsdoorsnede en microscopische opname van wortelknolletje van *Trifolium repens* - witte klaver, gevormd door *Rhizobium trifolii*. (A) Schors van de wortel van witte klaver; (B) vaatweefsel van de gastheer dat het knolletje binnendringt; (C) kurklaag van het knolletje; (D) levende plantencellen in het knolletje gevuld met stikstofbindende *Rhizobium*-bacteroiden en roodgekleurd door het aan hemoglobine (bloedkleurstof) verwante leghemoglobine.
© J.D. Janse



Afbeelding 14b Koraalachtige galletjes op de wortels van een *Cycas spec.*-palmvaren. Deze galletjes worden veroorzaakt door *Nostoc*-en *Anabaena*-soorten. Dit zijn cyanobacteriën (vroeger blauwalgen genoemd), die in deze gallen stikstof binden die voor de plant beschikbaar komt, evenals *Rhizobia*. De cyanobacteriën produceren echter ook een neurotoxine waardoor de plant giftig wordt.

Afbeelding 15 >

Een palmvaren, *Cycas spec.* Palmvarens hebben aan de wortels galletjes die stikstofbindende cyanobacteriën bevatten.

Literatuur

- Docters van Leeuwen, WM, 1982. Gallenboek: overzicht van door dieren en planten veroorzaakte Nederlandse gallen, ed. 3. Ed. AA Wiebes-Rijks & G. Houtman.*
- Docters van Leeuwen, WM, 2009. Gallenboek: overzicht van door dieren en planten veroorzaakte Nederlandse gallen, ed. 4. KNNV, Utrecht, Ed. HC Roskam.*
- Janse JD, 1980. De bastwoekerziekte van de gewone es, een minder bekende bacterieziekte. Gewasbescherming 11 (6), 181-188.*
- Janse JD, 1982. Pseudomonas syringae subsp. savastanoi (ex Smith) subsp. nov., nom. rev., the bacterium causing excrescences on Oleaceae and Nerium oleander L. International Journal of Systematic Bacteriology 32, 166-169.*
- Janse JD, 1983. De bastwoekerziekte van de es. Hoe is deze bacterie-aantasting te herkennen? Groen: vakblad voor groen in stad en landschap 39 (3), 108-111.*
- Janse JD, 2006. Phytobacteriology - Principles and Practice. CABI Publishing, Wallingford, UK and Oxford Press, New York, 360 pp. (Second print, soft cover, 2009).*
- Lemaire B, Smets E & Dessein S. Bacterial leaf symbiosis in Ardisia (Myrsinoideae, Primulaceae): molecular evidence for host specificity. Research in Microbiology (in druk).*
- Miller M en Donnelly, 1987. Location and distribution of symbiotic bacteria during floral development in Ardisia crispa. Plant, Cell & Environment 10, 715-724.*
- Opgenorth DC, Hendson M & Clark E, 1994. First report of bacterial gall of Wisteria sinensis caused by Erwinia herbicola pv. milletiae in California. Plant Disease 78:1217.*
- Van Oevelen S, De Wachter R, Vandamme P, Robbrecht E & Prinsen E, 2002. Identification of the bacterial endosymbionts in leaf galls of Psychotria (Rubiaceae, angiosperms) and proposal of 'Candidatus Burkholderia kirkii' sp. nov. International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology 52, 2023-2027.*
- Van Oevelen S, De Wachter R, Vandamme P, Robbrecht E & Prinsen E, 2004. 'Candidatus Burkholderia calva' and 'Candidatus Burkholderia nigropunctata' as leaf gall endosymbionts of African Psychotria. International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology, 54, 2237-2239.*
- Weir BS, 2006. Systematics, specificity, and ecology of New Zealand Rhizobia. PhD Thesis. School of Biological Sciences, The University of Auckland.*
- Weir BS, 2011. The current taxonomy of Rhizobia. www.rhizobia.co.nz/taxonomy/rhizobia.html*
- Zimmermann A, 1902. Über Bakterienknoten in den Blättern einiger Rubiaceen. Jahrbuch der Wissenschaftlichen Botanik 37, 1-11.*



Platanen in de problemen

Op de foto van eind juni zijn de verschrompelde blaadjes van een plataan te zien. Van de ruim 200 pas geplante platanen vertonen verschillende bomen dit verschijnsel. De platanen staan op een locatie met een hoge grondwaterstand in het bomenzand. Ze zijn dit voorjaar net voor het einde van het plantseizoen geplant. Wat is hier aan de hand?

Ingestuurd door Evert Ros



Elke boomverzorger kent het wel, zo'n situatie waarbij je denkt: 'Wat is hier aan de hand?' In elke aflevering van Bomen wordt zo'n hersenkraker geplaatst. Het antwoord kun je vinden op de website van de KPB: www.kpb-isa.nl Heb je ook zo'n situatie bij de hand gehad, mail je foto met vraag en antwoord aan de redactie: vakblad@kpb-isa.nl