

GEMAKKELIJK HERKENBARE PLANTENPARASIETEN

III – *GYMNOSPORANGIUM FUSCUM*

Aad Termorshuizen

Biologische bedrijfssystemen, Wageningen Universiteit, Marijkeweg 22,
6709 PG Wageningen

Termorshuizen, A.J. 2004. Easily recognizable plant parasites III – *Gymnosporangium fuscum*. Coolia 47(2): 93-98.

This paper provides an introduction to rust fungi of the genus *Gymnosporangium*. The general life cycle of rusts is described. *G. fuscum* is described in detail, and a key to the European species of *Gymnosporangium* is provided, for the stages on both hosts.

Gymnosporangium fuscum is de veroorzaker van perenroest. Roest is de verzamelnaam voor een grote reeks van opvallende plantenziekten die zeer algemeen voorkomen. Aangezien de levenscyclus ingewikkeld kan zijn, volgt hier eerst een overzicht van de roesten in het algemeen.

Roestschimmels zijn tamelijk tot zeer waardplantspecifiek, vormen gewoonlijk vele typen sporen, zijn bijna allemaal niet in reïncultuur te kweken (en voor die soorten waarbij dit wel mogelijk is gaat het moeizaam) en zijn veelal behoorlijk eenvoudig te determineren. Een markante eigenschap van een fors aantal roestschimmels is hun waardplantwisseling: het ene deel van de levenscyclus heeft plaats op één waardplant en het andere deel op een tweede waardplant. Zo kent *G. fuscum* twee waardplanten, jeneverbes en peer. Het is niet altijd eenvoudig om er achter te komen welke waardplanten een roestsoort kan infecteren; hiervoor zijn inoculatie-experimenten noodzakelijk.

De vele sporenvormen en bijbehorende nomenclatuur kunnen aanvankelijk wellicht wat afschrikwekkend zijn voor de beginnende roestbestudeerder: het zijn er vijf (bv. Hiratsuka & Sato, 1982), en er zijn nog heel wat synoniemen ook (Tabel 1). Bovendien wordt soms zonder uitleg alleen de sporencode gebruikt (0, I, II, III en IV; Tabel 1), zoals in Ellis & Ellis (1985). Het herkennen van de sporen is echter gewoonlijk gemakkelijk; bovendien helpt de naam van de waardplant waarop de roest gevonden is je gewoonlijk al een heel eind op de goede weg.

Cyclus

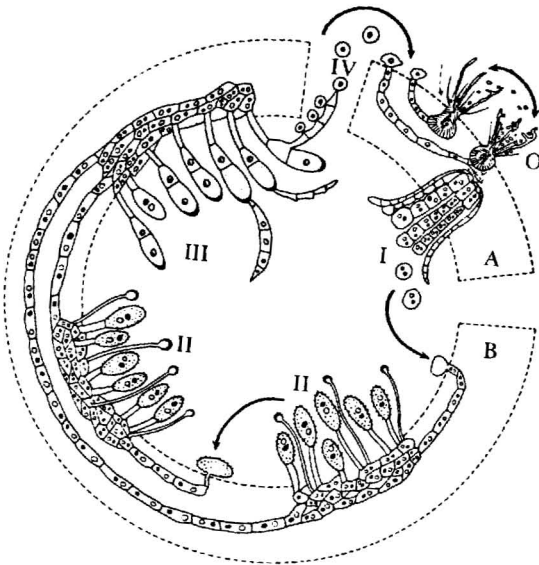
Hoe ziet een levenscyclus van een roest er uit? In het voorjaar kiemen de teleutosporen (gevormd in teliën), die veelal dienst doen als overwinteringsspore, vormen een basidium, waarop dan weer basidiosporen gevormd worden (Figuur 1). Deze worden, net als bij paddestoelen, weggeschoten en door de wind verspreid. Bij een waardplant-wisselende roest worden de basidiosporen op de ene waardplant gevormd, maar ze kunnen alleen de andere waardplant infecteren. Bij *G. fuscum* worden teleutosporen en basidiosporen gevormd op jeneverbes en basidiosporen kunnen alleen perenbladeren infecteren. Na infectie worden, vaak aan de bovenzijde van het blad, spermogoniën gevormd, wel of niet in flesvormige, peritheciumvormige, vruchtlichaampjes. Hierin worden zowel ongesepeteerde cellen, de spermatiën, gevormd die uiteindelijk met de wind meegevoerd worden, als

Tabel 1. Typen van sporen bij roestschimmels, nomenclatuur en synoniemen.

code	E&E ¹	spore	vruchtlichaam	functie	sporenmorphologie
0	0	spermatium	spermogonium (syn. pycnium)	bevruchting	klein, ongesepeteerd
I	1	aeciospore (syn. aecidiospore)	aecium (syn. aecidium, aecidiosorus)	het gevolg van bevruchting; in een levenscyclus eenmalig gevormd	in kettingen gevormd; wrattig en meestal iets hoekig
II	11	uredospore (syn. urediniospore, urediospore)	uredium (syn. uredosorus, uredinium)	vegetatieve sporen, in een levenscyclus herhaald gevormd	vaak gesteeld, 1- tot meer-cellig, geornamenteerd, al-of- niet gesepteerd, vaak bruin
III	111	teleutospore (syn. teliospore; probasidium)	telium (syn. teleutosorus)	sporen die basidiën vormen; overleving gedurende de winter	als uredosporen, maar dikwandiger en donkerder
IV	nvt ¹	basidiospore	basidium	vorming van haploïde sporen; genetische recombinatie	ongesepteerd

¹ Code volgens Ellis & Ellis (1985); zij geven het basidiosporenstadium niet aan.

‘receptieve hyfen’, die spermatiën die van andere spermogoniën afkomstig zijn kunnen ontvangen. Na versmelting van een spermatium met een receptieve hyfe is de rest van de levenscyclus tweekernig, tot de vorming van basidiosporen in het basidium. Vervolgens worden dicht bij de spermogoniën, vaak aan de onderzijde van het blad, aeciosporen gevormd in karakteristieke aeciën. Deze aecio-sporen zijn ééncellig, veelal wrattig, in ketens gevormd en vaak iets hoekig. Bij een waardplant-wisselende roest kunnen aeciosporen alleen de andere waardplant infecteren, dit wil zeggen de waardplant waarop de teleutosporen en basidiosporen gevormd zijn. In deze waardplant worden de uredosporen gevormd in oranje urediën (vandaar de naam roest). Uredosporen zijn ééncellig, vaak echinulaat (= voorzien van fijne stekels) en kunnen alleen de soort waardplant infecteren



Figuur 1. Meest complexe vorm van een roestcyclus. A en B: verschillende waardplanten. 0: spermogonium met spermatiën en receptieve hyfen; I: aecium met aeciosporen; II: uredium; III: telium met teleutosporen; IV: basidium met basidiosporen. Overgenomen uit Gams *et al.*, 1998.

waarop ze gevormd zijn. Deze cyclus van uredospore naar uredospore kan erg snel verlopen waardoor met name dit stadium tot grote schade in de land- en tuinbouw kan leiden. De vorming van uredosporen gaat door totdat het waardplantmateriaal veroudert. Tot slot gaat de schimmel geleidelijk over op de vorming van teliën, waarin dikwandige, donkere, één- tot meercellige, vaak tweecellige, teleutosporen gevormd worden.

De geschetste levenscyclus is de meest ingewikkelde roestcyclus die er kan zijn: alle vijf typen sporen worden gevormd en er is waardplantwisseling. Een voorbeeld van zo'n soort is de veroorzaker van zwarte roest, *Puccinia graminis*, op tarwe met stadia II, III en IV, en op zuurbes (*Berberis communis*) met stadia 0 en I. Er komen echter volop andere cycli voor, die gekenmerkt worden doordat bepaalde sporen niet gevormd worden of doordat de roest maar op één waardplant voorkomt. Zo heeft *Puccinia adoxae* alleen muskuskruid als waardplant, waarop het alleen teleutosporen (III) vormt. In het geval van *G. fuscum* worden alle sporen gevormd, behalve uredosporen. Ook zijn er roesten waarop alle sporenvormen gevormd kunnen worden op één waardplant, zoals *P. calcitrapae* op o.a. *Centaurea*-soorten. De levenscyclus van een roest kan eenvoudig gekarakteriseerd worden door vermelding van de waardplant(en) en de sporen die erop geproduceerd worden. Voor *G. fuscum* is dit dus: jeneverbes (III, IV) en peer (0, I).

Taxonomie

De roesten worden ingedeeld in de orde van de Uredinales, die gekarakteriseerd wordt doordat de basidiën gevormd worden uit een teleutospore. Binnen de orde worden zo'n 14 families, 163 geslachten en 7000 soorten onderscheiden. Meer dan de helft van de soorten wordt geplaatst in de familie Pucciniaceae, waarvan *Gymnosporangium* ook deel uitmaakt. De indeling in geslachten is voornamelijk gebaseerd op de morfologie van de teleutosporen en de teliën. Het voert te ver om hier dieper op in te gaan, maar bij de behandeling van afzonderlijke soorten wordt er wel aandacht aan besteed.

Determinatie

Determinatie van roesten is in het algemeen niet moeilijk als de waardplant bekend is (Tabel 2). De herkenning van de sporensoorten en hun vruchtlichamen vergt enige oefening, maar het onderscheid is meestal niet moeilijk. Herkenning van de verschillende sporenvormen is vooral belangrijk omdat verschillende roestsoorten wel op één plantensoort kunnen voorkomen, maar niet altijd met dezelfde sporenvormen. Zo komen op speenkruid drie roestsoorten voor, maar is *Uromyces ficariae* de enige die teleutosporen vormt. Vaak komt er maar één soort roest voor op een plant en dan is nagaan of de kenmerken kloppen voldoende. Als er van meer dan één roestsoort dezelfde sporen gevormd worden op een waardplant dan is microscopische bestudering van de sporen meestal noodzakelijk. Goede determinatiewerken zijn Ellis & Ellis (1985) en Wilson & Henderson (1966). Het standaardwerk over roestschimmels in Europa is van de Zwitser Gämman (1959).

Gymnosporangium fuscum

Gymnosporangium fuscum heeft in Nederland als waardplant niet-wilde soorten jeneverbes (bijv. *Juniperus media*, *J. sabina*, *J. chinensis* en *J. scopulorum*) en peer (*Pyrus communis* en andere *Pyrus* spp.). Bestrijding van perenroest is tamelijk eenvoudig door vatbare jeneverbessoorten uit de omgeving van perenbomen te verwijderen. De «Eidgenössische Forschungsanstalt für Obst-, Wein- und Gartenbau» in Wädenswil (Zwitserland;

Tabel 2 Waardplantspecificiteit van zes in Europa voorkomende *Gymnosporangium*-soorten. (×) = zelden aanwezig.

<i>Gymnosporangium</i>	<i>clavariiforme</i>	<i>confusum</i>	<i>cornutum</i>	<i>fuscum</i>	<i>gracile</i>	<i>tremelloides</i>
Waardplant						
Amelanchier	×		×		×	
Cotoneaster		×				
Crataegus	×	×	(×)		×	
Cydonia		×			(×)	(×)
Malus						(×)
Mespilus		(×)				
Pyracantha			(×)			
Pyrus	(×)	(×)		×		×
Sorbus	(×)	×	×			×

www.faw.ch) schat dat de afstand die basidiosporen van *G. fuscum* normaliter overbruggen de 500 meter niet overschrijdt. Aangezien de aanplant van gekweekte jeneverbes in Nederland pas de laatste tientallen jaren op grote schaal geschiedt, kan verondersteld worden dat *G. fuscum* pas sinds die tijd in ons land sterk is toegenomen. In Zwitserland is de schimmel echter al eeuwenlang endemisch, omdat *J. sabina* er van nature voorkomt. Perenroest op bomen die in de buurt staan van de wilde jeneverbes (*J. communis*) zou wel eens *G. cornutum* kunnen betreffen.

Dat de ziekte voor peer niet catastrofaal is, komt doordat infectie alleen kan optreden vanuit de basidiosporen, die alleen in de lente gevormd worden; de op peer gevormde aeciosporen kunnen niet de peer infecteren.

Beschrijving: Spermogoniën (op peer) in groepen aan de bovenzijde van de bladeren, opvallend door de gele tot oranje- of zwarte vlekken, zeer dicht opeen. Aeciën (op peer; foto 9) aan de onderzijde van de bladeren, ook wel op bladstelen en op vruchten, in groepen bijeen, een groep ovaalvormig, gesitueerd op een gele tot lichtbruine, ca. 8 × 10 mm grote verdikking van het blad, 1-2,5 mm lang, diam. 0,5-1,5 mm, oranje, met ±ronde, onregelmatig gerangschikte wratjes van de peridiumcellen (in zij-aanzicht). Teliën (foto 8) in groepen bijeen op takken van jeneverbes in het vroege voorjaar, gelatineus, oranjebruin, onregelmatig cilindrisch, soms zijdelings afgeplat, ca. 8-10 mm lang en ca. 2 mm diam., bij vochtigheid opgezwollen tot 20 mm lang en 5 mm diam. Teleutosporen langgesteeld, 2-cellig, ellipsoïd tot langwerpig, 38-48 × 20-30 µm lang, bij septum iets ingesnoerd, wand bleekbruin en 1,5-3 µm dik, topcel sterk conisch, bijna driehoekig (Figuur 2). Voor goede kleurenfoto's en uitgebreide beschrijvingen zie Sinclair *et al.* (1987).

Andere Europese *Gymnosporangium*-soorten

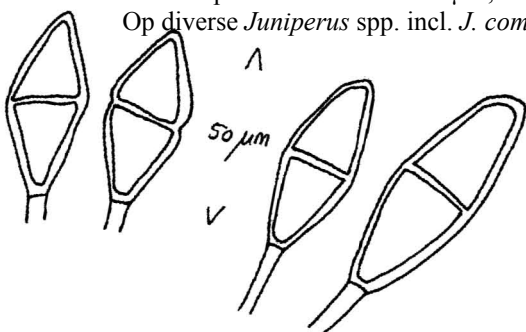
Het geslacht *Gymnosporangium* wordt onderscheiden van andere roestgeslachten doordat de teleutosporen gesteeld zijn, 2-cellig met een dwars septum, en vooral doordat ze gevormd worden in een trilzwamachtige, gelatineuze massa (het telium) die doet denken aan *Tremella*-soorten. Het wekt dan ook geen verbazing dat *Gymnosporangium*-soorten vroeger in het geslacht *Tremella* (Trilzwam) geplaatst zijn. Praktisch alle *Gymnosporangium*-soorten (en in ieder geval de Europese) hebben jeneverbes en één of enkele soorten uit de rozenfamilie (Rosaceae) als waardplant. De soortindeling is niet helemaal duidelijk. In Europa komen minstens zeven soorten voor en wereldwijd ca. 57.

Onderstaande tabel voor zeven *Gymnosporangium*-soorten is gebaseerd op Gäumann (1959), waarbij de nomenclatuur van Boerema & Verhoeven (1971) gevolgd is. Brandenburger (1985) onderscheidt nog *G. juniperinum* en *G. aurantiacum*, die door Boerema & Verhoeven (1971) beide als *nomen ambiguum* geassocieerd worden, omdat uit de oorspronkelijke beschrijving niet blijkt of het *G. cornutum* of de hierop gelijkende *G. tremelloides* is. Het valt niet uit te sluiten dat ook andere *Gymnosporangium*-soorten gevonden kunnen worden als geïnfecteerde jeneverbessoorten van andere continenten ingevoerd worden.

***Gymnosporangium* op jeneverbes (in Europa)**

Opmerkingen: (1) Wilson & Henderson (1966) beschouwen *G. tremelloides* synoniem met *G. cornutum*; (2) de verspreiding van de soorten is gebaseerd op Gäumann (1959).

- 1. Urediën en teliën op naalden van *Juniperus communis* spp. *alpina* (= *J. nana*), maar klaarblijkelijk niet op *J. communis* spp. *communis*. Centraal-Europa. Alternatieve waardplant afwezig of in ieder geval onbekend ***G. gaeumanni*** Zogg
- 1. Teliën op takken van *Juniperus* spp., spermogoniën en aeciën op Rosaceae 2
- 2. Teleutosporen langwerpig, cilindrisch, 50-110 × 12-20 µm 3
- 2. Teleutosporen korter (< 64 µm) en breder (tot 30 µm) 4
- 3. Geïnfecteerde takken van *Juniperus* verdikt. Teleutosporen 50-110 × 15-20 µm. Noordelijk halfmond, ook in Nederland. Op diverse *Juniperus* spp., incl. *J. communis* ***G. clavariiforme*** (Wulf. : Pers.) DC. (= *G. clavariaeforme* (Jacq.) DC.)
- 3. Geïnfecteerde takken van *Juniperus* vormen heksenbezems. Teleutosporen 50-80 × 12-18 µm. Zuid-Europa. Op diverse *Juniperus* spp., vooral *J. oxycedrus*, niet op *J. communis* ***G. gracile*** Pat.
- 4. Teliën cilindervormig, duidelijk langer dan breed 5
- 4. Teliën kussenvormig, plat 6
- 5. Teleutosporen 38-48 × 20-30 µm, met sterk conische topcel (Figuur 2). Europa (ook Nederland) en N-Afrika. Op diverse *Juniperus* spp., maar niet op *J. communis* ***G. fuscum*** DC. (= *G. sabinae* (Dicks.) Wint.)
- 5. Teleutosporen 30-50 × 20-25 µm, met afgeronde topcel (Figuur 2). Eurazië. Op diverse *Juniperus* spp., maar niet op *J. communis* ***G. confusum*** Plowr.
- 6. Teleutosporen 35-64 × 20-30 µm, zonder papil over de kiempore. Noordelijk halfmond. Op diverse *Juniperus* spp., maar niet op *J. communis* ***G. tremelloides*** (A. Braun) ex Hartig
- 6. Teleutosporen 31-52 × 18-30 µm, met papil over de kiempore. Noordelijk halfmond. Op diverse *Juniperus* spp. incl. *J. communis* ***G. cornutum*** Arth. ex Kern (= *G. juniperinum* ss. Gäumann, 1959)



Figuur 2. Teleutosporen van *Gymnosporangium fuscum* (links; uit Wilson & Henderson, 1966) en *G. cf. cornutum* (tekening Bernhard de Vries).

***Gymnosporangium* spp. op de alternatieve waardplant**

Opm.: (1) in de tabel worden met pseudoperidiumcellen de randcellen van de aeciën bedoeld gezien onder de microscoop in zij-aanzicht; (2) op de alternatieve waardplanten komen in Europa nauwelijks roesten voor die niet tot de hier behandelde soorten behoren en in ieder geval geen andere soorten die op deze waardplanten aeciën vormen.

- | | |
|--|---|
| 1. Pseudoperidiumcellen bezet met ronde tot iets langwerpige wratjes. Aeciën minder dan 3 mm lang | 2 |
| 1. Pseudoperidiumcellen bezet met cilindrische tot spoelvormige lijsten. Aeciën meest meer dan 3 mm lang | 3 |
| 2. Pseudoperidiumcellen volledig bezet met wratjes, meest rond tot iets langwerpig. Aeciën langwerpig, 0,7-3 mm lang, diam. 0,3-0,5 mm | <i>G. gracile</i> en <i>G. clavariiforme</i> ¹ |
| 2. Pseudoperidiumcellen bezet met meest ronde wratjes, het meest aan de top en minder aan de randen. Aeciën 1-2,5 mm lang, diam. 0,5-1,5 mm | <i>G. fuscum</i> |
| 3. Pseudoperidiumcellen tot aan de rand bezet met cilindrische lijsten | 4 |
| 3. Pseudoperidiumcellen met grove, cilindrische lijsten die niet tot aan de rand reiken | <i>G. tremelloides</i> |
| 4. Pseudoperidiumcellen langwerpig, tot 24 µm breed, dicht bezet met langwerpige, vrij grove lijsten. Aeciën tot 4 mm lang, diam. 0,1-0,3 mm | <i>G. confusum</i> |
| 4. Pseudoperidiumcellen breder dan 31 µm, zeer dicht bezet met langwerpige, fijne lijsten. Aeciën tot 3-5 mm lang, diam. 0,5 mm | <i>G. cornutum</i> |

¹ Geen verschil bekend tussen *G. gracile* en *G. clavariiforme* op de alternatieve waardplant.

Oproep

Er resten nog wel enkele vragen over de verspreiding van *Gymnosporangium*-soorten in Nederland. Daarom stel ik het op prijs materiaal te ontvangen van *Gymnosporangium* uit Europa, zowel van jeneverbes als van de alternatieve waardplanten. De perenroest (d.w.z. aeciën op perenbladeren) hoeft niet toegezonden te worden, omdat die algemeen is in Nederland en ik over voldoende materiaal beschik, behalve als het idee bestaat dat het niet *G. fuscum* betreft. Dit kan bijvoorbeeld het geval zijn als er veel *J. communis* in de buurt is van de aangetaste peer. Bij verzamelingen van jeneverbes is dan ook een beschrijving of foto van de vergroeiingen van het hout welkom.

Dankzegging

Hartelijk dank aan Gerrit Bollen en Bernhard de Vries voor overleg en beeldmateriaal.

Literatuur

- Boerema, G.H., Verhoeven, A.A. 1971. Check-list for scientific names of common parasitic fungi. Netherlands Journal of Plant Pathology 78, Suppl. 1.
- Brandenburger, W. 1985. Parasitische Pilze an Gefäßpflanzen in Europa. Spektrum.
- Ellis, M.B., Ellis, J.P. 1985. Microfungi on land plants. Croom Helm.
- Gams, W., Hoekstra, E.S., Aptroot, A. 1998. CBS course on mycology. CBS, Baarn.
- Gäumann, E. 1959. Die Rostpilze Mitteleuropas mit besonderer Berücksichtigung der Schweiz. Beiträge zur Kryptogamenflora der Schweiz, Bd XII. Bührler & Co., Bern.
- Hiratsuka, Y., Sato, S. 1982. Morphology and taxonomy of rust fungi. pp. 1-36 in: The rust fungi, K.J. Scott & A.K. Chakravorty (eds). Academic Press.
- Sinclair, W.A., Lyon, H.H., Johnson, W.T. 1987. Diseases of trees and shrubs. Cornell Univ. Press.
- Wilson, M., Henderson, D.M. 1966. British rust fungi. Cambridge University Press.