

Aan de minister van  
Infrastructuur en Waterstaat  
drs. C. van Nieuwenhuizen-Wijbenga  
Postbus 20901  
2500 EX Den Haag

**DATUM** 17 oktober 2019  
**KENMERK** CGM/191017-01  
**ONDERWERP** Advies pathogeniteitsclassificatie *Rhizophagus aggregatus*, *Rhizophagus clarus*  
en *Rhizophagus manihotis*

Geachte mevrouw Van Nieuwenhuizen,

Naar aanleiding van een verzoek van de Stichting Nederlandse Wetenschappelijk Onderzoek  
Instituten (NWO-I) om *Glomus aggregatum* en *Glomus clarum* op Lijst A1 van Bijlage 2  
van de Regeling ggo te plaatsen (IG 19-264\_2.13-000 en IG 19-266\_2.13-000), deelt de  
COGEM u het volgende mee.

**Samenvatting:**

De COGEM is gevraagd om te adviseren over de pathogeniteitsklasse van *Glomus aggregatum* en *Glomus clarum* en de plaatsing van deze schimmelsoorten op Bijlage 2, Lijst A1 van de Regeling ggo.

De namen van *G. aggregatum* en *G. clarum* zijn inmiddels gewijzigd in *Rhizophagus aggregatus* en *Rhizophagus clarus*. Beide soorten zijn arbusculaire mycorrhiza-schimmels. Dit zijn schimmels die in symbiose samenleven met plantenwortels. Voor bepaalde voedingsstoffen zijn zij afhankelijk van hun gastheerplant, omdat zij deze niet zelf kunnen maken. Omgekeerd leveren de schimmels mineralen aan de gastheerplant.

De arbusculaire mycorrhiza-schimmel *Rhizophagus manihotis* (syn. *Glomus manihotis*) wordt door de aanvrager als synoniem van *R. clarus* genoemd, maar wordt door taxonomen in het algemeen als een aparte soort beschouwd met vergelijkbare kenmerken als de andere twee *Rhizophagus* soorten.

De COGEM heeft geen aanwijzingen gevonden voor pathogeniteit van *R. aggregatus*, *R. clarus* of *R. manihotis*. Gezien hun leefwijze acht de COGEM het niet waarschijnlijk dat zij pathogeen zijn voor mens, dier of plant.

De COGEM adviseert om *R. aggregatus*, *R. clarus* en *R. manihotis* in pathogeniteitsklasse 1 in te delen en op te nemen op Bijlage 2, Lijst A1 van de Regeling ggo.



De door de COGEM gehanteerde overwegingen en het hieruit voortvloeiende advies treft u hierbij aan als bijlage.

Hoogachtend,

Prof. dr. ing. Sybe Schaap  
Voorzitter COGEM

c.c.           Dr. J. Westra, Hoofd Bureau ggo  
                  Mr. J.K.B.H. Kwisthout, Ministerie van IenW

# **Pathogeniteitsclassificatie van de arbusculaire mycorrhiza *Rhizopagus aggregatus*, *Rhizopagus clarus* en *Rhizopagus manihotis***

## **COGEM advies CGM/191017-01**

### **Inleiding**

Naar aanleiding van een verzoek van de Stichting Nederlandse Wetenschappelijk Onderzoek Instituten (IG 19-264 en IG 19-266) is de COGEM gevraagd om te adviseren over de pathogeniteitsklasse van de schimmelsoorten *Glomus aggregatum* en *Glomus clarum* (inmiddels bekend als *Rhizopagus aggregatus* en *Rhizopagus clarus*) en de plaatsing van deze schimmelsoorten op Lijst A1 van Bijlage 2 van de 'Regeling genetisch gemodificeerde organismen' (Regeling ggo).<sup>1</sup> Deze bijlage bestaat uit een lijst van micro-organismen die apathogeen zijn voor mens, dier of plant. Opname op Bijlage 2, lijst A1 betekent dat onder ML-I laboratoriumcondities met het betreffende micro-organisme ggo's vervaardigd mogen worden indien hierbij vectoren worden gebruikt die wél, of inserties die níet, op de A-lijsten staan (lijst A2 veilige vectoren en lijst A3 inserties).

### **Pathogeniteitsclassificatie Regeling Genetisch Gemodificeerde Organismen (ggo)**

Onder de ggo-regelgeving worden de risico's voor mens en milieu in ogenschouw genomen. Daartoe worden in de Regeling ggo micro-organismen ingedeeld in vier pathogeniteitsklassen. Deze indeling start met pathogeniteitsklasse 1, die gevormd wordt door apathogene micro-organismen en loopt op tot pathogeniteitsklasse 4, de groep van hoog pathogene micro-organismen. Iedere pathogeniteitsklasse is gekoppeld aan een inperkingsniveau voor werkzaamheden met ggo's van die klasse.

Apathogene micro-organismen worden ingedeeld in pathogeniteitsklasse 1. Dergelijke micro-organismen dienen minimaal aan één van de volgende criteria te voldoen:

- a) het micro-organisme behoort niet tot een soort waarvan vertegenwoordigers bekend zijn die ziekteverwekkend zijn voor mens, dier of plant;
- b) het micro-organisme heeft een lange historie van veilig gebruik onder omstandigheden waarbij geen bijzondere inperkende maatregelen worden getroffen;
- c) het micro-organisme behoort tot een soort die vertegenwoordigers bevat van klasse 2, 3 of 4, maar de stam in kwestie bevat geen genetisch materiaal dat verantwoordelijk is voor de virulentie;
- d) van het micro-organisme is het niet-virulente karakter door middel van adequate tests aangetoond.

Een indeling in pathogeniteitsklasse 2 is van toepassing op een micro-organisme dat bij mensen of dieren een ziekte kan veroorzaken, waarvan het onwaarschijnlijk is dat het zich onder de populatie verspreidt, terwijl er een effectieve profylaxe, behandeling of bestrijding toepasbaar is, alsmede een micro-organisme dat bij planten een ziekte kan veroorzaken.

Een indeling in pathogeniteitsklasse 3 is van toepassing op een micro-organisme dat bij mensen of dieren een ernstige ziekte kan veroorzaken, waarvan het waarschijnlijk is dat het zich onder de populatie verspreidt, terwijl er een effectieve profylaxe, behandeling of bestrijding toepasbaar is.

Een indeling in pathogeniteitsklasse 4 is van toepassing op een micro-organisme dat bij mensen of dieren een zeer ernstige ziekte kan veroorzaken, waarvan het waarschijnlijk is dat het zich onder de populatie verspreidt, terwijl er geen effectieve profylaxe, behandeling of bestrijding toepasbaar is.

### **Taxonomie van schimmels**

Schimmels vormen het rijk der Fungi. Het merendeel van de beschreven schimmels valt binnen de fyta Ascomycota en Basidiomycota, maar er zijn ook kleinere fyta zoals de Glomeromycota.<sup>2</sup> Omdat er veel schimmels zijn die zowel een geslachtelijk (teleomorf) als een ongeslachtelijk (anamorf) stadium hebben en zij er in deze stadia verschillend uitzien, hebben verscheidene schimmels in het verleden meerdere soortnamen gekregen. In 2011 is door het 'International Botanical Congress' besloten dat het tot dan toe gebruikelijke duale nomenclatuursysteem van schimmels zou komen te vervallen en dat vanaf januari 2013 één schimmel slechts één naam mag hebben.<sup>3</sup> Momenteel bevindt het nomenclatuursysteem van schimmels zich in een overgangssituatie waarbij de nieuwe naamgeving nog niet altijd consistent is doorgevoerd.

De taxonomie van schimmels is complex. Ook door de toenemende informatie over genomesequenties is de taxonomie en naamgeving aan verandering onderhevig. Dit vraagt om een zorgvuldige identificatie van de te gebruiken schimmelsoort.

### **Leefwijze**

Op grond van hun leefwijze in het ecosysteem worden schimmels onder meer verdeeld in saprotrofe (ook wel saprofytische), parasitaire en symbiotische schimmels.<sup>2,4</sup> Saprotrofe schimmels leven van dood organisch materiaal. Parasitaire schimmels infecteren levende organismen en kunnen deze beschadigen of zelfs doden. Zwakteparasieten infecteren planten die al beschadigd of verzwakt zijn. Symbiotische schimmels leven met andere organismen samen, waarbij tenminste één van de soorten daar voordeel van ondervindt. Indien de samenlevende soorten wederzijds voordeel van elkaar ondervinden, spreekt men van mutualisme. De meest bekende vorm van mutualisme is die van mycorrhiza, een samenlevingsvorm tussen schimmels en plantenwortels.<sup>5,6</sup>

### ***Rhizophagus aggregatus* en *Rhizophagus clarus***

*Rhizophagus aggregatus* (syn. *Glomus aggregatum*) en *Rhizophagus clarus* (syn. *Glomus clarum*) behoren tot de Glomeromycota.<sup>7,8,9</sup> *R. aggregatus* werd voor het eerst geïsoleerd uit de wortels van een citrusplant in Florida.<sup>10</sup> Ook *R. clarus* werd voor het eerst in Florida aangetroffen.<sup>11</sup> Het genoom van deze soort is in 2018 gepubliceerd.<sup>12</sup>

In 2010 werden *R. aggregatus* en *R. clarus* samen met een aantal verwante *Glomus* soorten in een apart genus (*Rhizophagus*) geplaatst. Alle dertien schimmelsoorten die tot het genus *Rhizophagus* behoren, zijn arbusculaire mycorrhiza die overvloedig sporen vormen in plantenwortels.<sup>8</sup>

Arbusculaire mycorrhiza-schimmels kenmerken zich door intracellulaire groei en schimmeldraadvorming in de wortels van planten.<sup>5</sup> Uit genomonderzoek blijkt dat arbusculaire mycorrhiza de genen voor verschillende belangrijke metabole routes niet bezitten.<sup>12</sup> Het zijn obligate symbionten die voor verschillende voedingsstoffen van hun gastheerplant afhankelijk zijn. De uitwisseling van deze voedingsstoffen (o.a. koolhydraten en lipiden) van de plant naar de schimmel, en de overdracht van mineralen van de schimmel naar de wortel van de plant, vindt plaats in specifieke structuren (arbuscula) die door de schimmel in de wortelcellen worden gevormd.<sup>13</sup>

Tussen taxonomen bestaat discussie over de naam van het genus waar *R. aggregatus* en *R. clarus* toe behoren. Sommige taxonomen zijn van mening dat de illustratie (het 'type') van de naamgevende soort van het genus (*Rhizophagus populinus*) kenmerken van meerdere soorten bevat. Zij stellen voor om, om verwarring te voorkomen, afscheid te nemen van de naam *Rhizophagus* en de naam *Rhizoglosum* te gebruiken.<sup>14</sup> Andere taxonomen zijn echter van mening dat de naam *Rhizophagus* behouden moet blijven en stellen voor om de betreffende illustratie te vervangen door materiaal (een 'neotype') van een verwante soort (*Rhizophagus intraradices*) waar geen discussie over bestaat.<sup>15</sup> Volgens de geldende afspraken over de naamgeving van schimmelsoorten blijft de huidige naam (*Rhizophagus*) gehandhaafd totdat is besloten hoe met het verschil van inzicht omgegaan wordt.<sup>16</sup>

#### **Eerder COGEM advies**

De COGEM heeft eerder geadviseerd om de verwante schimmelsoort *Rhizophagus irregularis* in pathogeniteitsklasse 1 in te delen.<sup>17</sup>

#### **Overweging en advies**

*R. aggregatus* en *R. clarus* zijn arbusculaire mycorrhiza. Dit zijn obligate symbionten, die bepaalde voedingsstoffen zelf niet kunnen maken en hiervoor van hun gastheerplant afhankelijk zijn. Er zijn bij de COGEM geen publicaties bekend waarin *R. aggregatus* en *R. clarus* als mogelijke ziekteverwekkers worden aangeduid. Zij staan niet vermeld in de 'Atlas of Clinical Fungi', het naslagwerk met alle klinisch relevante schimmels. Ook worden zij niet als plantpathogeen genoemd in verschillende 'online databases' met informatie over schimmelsoorten die ziekten bij planten veroorzaken.<sup>18,19,20,21,22</sup>

De aanvrager noemt *Rhizophagus manihotis* als synoniem van *R. clarus*. *R. manihotis* (syn. *Glomus manihotis*) wordt in de taxonomie in het algemeen echter als een aparte soort beschouwd.<sup>8,14,23</sup> Het is een arbusculaire mycorrhiza-schimmel met vergelijkbare kenmerken als *R. aggregatus* en *R. clarus*. Ook van *R. manihotis* zijn bij de COGEM geen publicaties bekend waarin zij als mogelijke ziekteverwekker wordt beschreven.

Gezien hun leefwijze acht de COGEM het niet waarschijnlijk dat *R. aggregatus*, *R. clarus* of *R. manihotis* pathogeen zijn voor mens, dier of plant. De COGEM is van oordeel dat deze soorten voldoen aan de criteria van pathogeniteitsklasse 1 en adviseert om hen in deze klasse in te delen. Tevens is zij van oordeel dat *R. aggregatus*, *R. clarus* en *R. manihotis* in aanmerking komen voor plaatsing op Lijst A1 van Bijlage 2 van de Regeling ggo.

## Referenties

1. Ministerie van Infrastructuur en Milieu (2015). Regeling genetisch gemodificeerde organismen milieubeheer 2013. <https://wetten.overheid.nl/BWBR0035072/2019-07-01> (bezoekt: 8 oktober 2019)
2. James TY *et al.* (2006). Reconstructing the early evolution of fungi using a six-gene phylogeny. *Nature* 443: 818-822
3. Hawksworth DL (2011). A new dawn for the naming of fungi: impacts of decisions made in Melbourne in July 2011 on the future publication and regulation of fungal names. *IMA Fungus* 2:155-162
4. Gould AB (2010). Fungi: Plant pathogenic. In: *Encyclopedia of Microbiology*. Third edition. Eds Schaechter M *et al.* Academic Press, Elsevier, Oxford (UK)
5. Dighton J (2010). Mycorrhizae. In: *Encyclopedia of Microbiology*. Third edition. Eds Schaechter M *et al.* Academic Press, Elsevier, Oxford (UK)
6. BWM (2017). Schimmels. Van plaag tot bouwmeester. Stichting Biowetenschappen en Maatschappij. Kwartaal 4
7. Species Fungorum – *Rhizophagus aggregatus* [www.speciesfungorum.org/Names/SynSpecies.asp?RecordID=551756](http://www.speciesfungorum.org/Names/SynSpecies.asp?RecordID=551756) (bezoekt: 8 oktober 2019)
8. Schüßler A and Walker C (2010). The Glomeromycota – A species list with new families and new genera. [www.amf-phylogeny.com/species\\_infos/higher\\_taxa/funneliformis\\_claroideoglomus\\_rhizophagus\\_redeckeria.pdf](http://www.amf-phylogeny.com/species_infos/higher_taxa/funneliformis_claroideoglomus_rhizophagus_redeckeria.pdf) (bezoekt: 8 oktober 2019)
9. Species Fungorum – *Rhizophagus clarus* [www.speciesfungorum.org/Names/SynSpecies.asp?RecordID=542906](http://www.speciesfungorum.org/Names/SynSpecies.asp?RecordID=542906) (bezoekt: 8 oktober 2019)
10. Schenck NC & Smith GS (1982). Additional new and unreported species of mycorrhizal fungi (Endogonaceae) from Florida. *Mycologia* 74(1): 77-92
11. Nicolson TN & Schenck NC (1979). Endogonaceous mycorrhizal endophytes in Florida. *Mycologia*. 71(1): 178-198
12. Kobayashi Y *et al.* (2018). The genome of *Rhizophagus clarus* HR1 reveals a common genetic basis for auxotrophy among arbuscular mycorrhizal fungi. *BMC Genomics* 19: 465
13. Luginbuehl L *et al.* (2017). Fatty acids in arbuscular mycorrhizal fungi are synthesized by the host plant. *Science* 356: 1175-1178
14. Sieverding E *et al.* (2014). *Rhizoglossum*, a new genus of the *Glomeraceae*. *Mycotaxon* 129(2): 373-386
15. Walker C *et al.* (2017). 2491 – Proposal to conserve the name *Rhizophagus* with a conserved type (*Fungi: Glomeromycota: Glomeraceae*). *Taxon* 66(1): 199-200
16. International Code of Nomenclature for algae, fungi, and plants (Shenzhen Code) adopted by the Nineteenth International Botanical Congress Shenzhen, China, July 2017. <https://doi.org/10.12705/Code.2018> (bezoekt: 9 oktober 2019)
17. COGEM (2018). Pathogeniteitsclassificatie van de bodemschimmel *Rhizophagus irregularis*. COGEM advies CGM/180326-01
18. USDA ARS Fungal database. <https://nt.ars-grin.gov/fungaldatabases/> (bezoekt: 8 oktober 2019)
19. Animal and Plant health Inspection Service (APHIS). [www.usda.gov/wps/portal/usda/usdahome](http://www.usda.gov/wps/portal/usda/usdahome) (bezoekt: 8 oktober 2019)

20. Plant-Host Interactions, PHI-base. [www.phi-base.org/searchFacet.htm?queryTerm=rhizophagus](http://www.phi-base.org/searchFacet.htm?queryTerm=rhizophagus) (bezocht: 8 oktober 2019)
21. Mycobank. Fungal Databases, Nomenclature & Species Banks. [www.mycobank.org](http://www.mycobank.org) (bezocht: 8 oktober 2019)
22. Q-Bank. Comprehensive databases on quarantine plant pests and diseases. [www.q-bank.eu/Fungi/](http://www.q-bank.eu/Fungi/) (bezocht: 8 oktober 2019)
23. Species Fungorum – *Rhizophagus manihotis*  
[www.speciesfungorum.org/Names/NamesRecord.asp?RecordID=542913](http://www.speciesfungorum.org/Names/NamesRecord.asp?RecordID=542913) (bezocht: 9 oktober 2019)