

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

DATUM 28 januari 2020
KENMERK CGM/200128-01
ONDERWERP Advies pathogeniteitsclassificatie van de arbusculaire mycorrhiza-schimmel
Funneliformis mosseae

Geachte mevrouw Van Nieuwenhuizen,

Naar aanleiding van een verzoek van de Koninklijke Nederlandse Akademie van Wetenschappen (KNAW) om *Funneliformis mosseae* op Lijst A1 van Bijlage 2 van de Regeling ggo te plaatsen (IG 19-332_2.13-000), deelt de COGEM u het volgende mee.


Samenvatting:

De COGEM is gevraagd om te adviseren over de pathogeniteitsklasse van de schimmel *Funneliformis mosseae* en de plaatsing van deze soort op Bijlage 2, Lijst A1 van de Regeling ggo.

F. mosseae is een arbusculaire mycorrhiza-schimmel. 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.

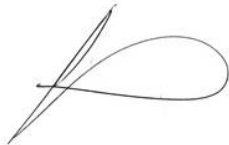
De COGEM heeft geen aanwijzingen gevonden voor pathogeniteit van *F. mosseae*. Gezien de leefwijze van deze schimmel acht de COGEM het niet waarschijnlijk dat zij pathogeen is voor mens, dier of plant.

De COGEM adviseert om *F. mosseae* 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-schimmel

Funneliformis mosseae

COGEM advies CGM/200128-01

Inleiding

Naar aanleiding van een verzoek van de Koninklijke Nederlandse Akademie van Wetenschappen (KNAW) (IG 19-332) is de COGEM gevraagd om te adviseren over de pathogeniteitsklasse van de schimmelsoort *Funneliformis mosseae* en de plaatsing van deze soort op Lijst A1 van Bijlage 2 van de 'Regeling genetisch gemodificeerde organismen' (Regeling ggo).¹ 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 ogeschouw 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.² 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 komt te vervallen en dat vanaf januari 2013 één schimmel slechts één naam mag hebben.³ Momenteel bevindt het nomenclatuursysteem van schimmels zich nog steeds 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.^{2,4} 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.^{5,6}

Funneliformis mosseae

Funneliformis mosseae (voorheen *Glomus mosseae*) behoort tot de Glomeromycota.⁷ Sporen van deze soort werden voor het eerst aangetroffen in bodemmonsters uit Australië en Nieuw-Zeeland in 1968.⁸ Er zijn meerdere studies die onderzoek hebben gedaan naar het gebruik van *F. mosseae* voor bioremediatie van met zware metalen verontreinigde grond.^{9,10,11,12}

In 2010 werd *F. mosseae* samen met een aantal verwante soorten in een apart genus (*Funneliformis*) geplaatst.⁷ De indeling in een apart genus is gebaseerd op een verschil in uiterlijk van de sporen en vruchtlichamen van *Funneliformis*-soorten ten opzichte van soorten behorende tot andere genera

binnen de Glomeromycota. De genusnaam *Funneliformis* verwijst naar de trechter-achtige uiteinden van sporen van *Funneliformis*-soorten. Soorten behorende tot dit genus zijn arbusculaire mycorrhiza en vormen gekleurde sporen in de bodem of substraat.⁷

Arbusculaire mycorrhiza-schimmels kenmerken zich door intracellulaire groei en schimmeldraadvorming in de wortels van planten.⁵ Uit genomonderzoek blijkt dat arbusculaire mycorrhiza de genen voor een aantal belangrijke metabole routes niet bezitten.¹³ 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.¹⁴

Eerder COGEM advies

F. mosseae is niet eerder door de COGEM geclassificeerd. Wel heeft de COGEM eerder geadviseerd om de verwante soorten *Rhizophagus irregularis*, *Rhizophagus aggregatus*, *Rhizophagus clarus* en *Rhizophagus manihotis* die ook behoren tot de Glomeromycota in pathogeniteitsklasse 1 in te delen.^{15,16} Verder heeft de COGEM de mycorrhiza-schimmel *Oidiodendron maius* geclassificeerd, en deze ingedeeld in pathogeniteitsklasse 1.^{17,18}

Overweging en advies

F. mosseae is een arbusculaire mycorrhiza-schimmel. 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 *F. mosseae* als mogelijke ziekteverwekker wordt aangeduid. De schimmel staat niet vermeld in de 'Atlas of Clinical Fungi', het naslagwerk met alle klinisch relevante schimmels. Ook wordt zij niet als plantpathogeen genoemd in verschillende 'online databases' met informatie over schimmelsoorten die ziekten bij planten veroorzaken.^{19,20,21,22,23} Gezien zijn leefwijze acht de COGEM het niet waarschijnlijk dat *F. mosseae* pathogeen is voor mens, dier of plant.

De COGEM is van oordeel dat deze soort voldoet aan de criteria van pathogeniteitsklasse 1 en adviseert om *F. mosseae* in deze klasse in te delen. Tevens is zij van oordeel dat *F. mosseae* in aanmerking komt 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/> (bezoekt: 14 januari 2020)
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. Schüßler A & 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 (bezocht: 14 januari 2020)
8. Mosse B & Bowen GD (1968). The distribution of Endogone spores in some Australian and New Zealand soils, and in an experimental field soil at Rothamsted. *Transactions of the British Mycological Society*. 51: 485-492
9. Olusala SA & Anslem EE (2010). Bioremediation of a crude oil polluted soil with *Pleurotus Pulmonarius* and *Glomus Mosseae* using *Amaranthus hybridus* as a test plant. *J. Bioremediat. Biodegrad.* 1:113
10. Hassan SE et al. (2013). Effect of arbuscular mycorrhizal fungi on trace metal uptake by sunflower plants grown on cadmium contaminated soil. *N. Biotechnol.* 30: 780-787
11. Hassan SE et al. (2011). Molecular biodiversity of arbuscular mycorrhizal fungi in trace metal-polluted soils. *Mol. Ecol.* 20: 3469-3483
12. Xu Z et al. (2016). Impact of *Funneliformis mosseae* on the growth, lead uptake, and localization of *Sophora viciifolia*. *Can. J. Microbiol.* 62: 1-13
13. 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
14. Luginbuehl L et al. (2017). Fatty acids in arbuscular mycorrhizal fungi are synthesized by the host plant. *Science* 356: 1175-1178
15. COGEM (2018). Pathogeniteitsclassificatie van de bodemschimmel *Rhizophagus irregularis*. COGEM advies CGM/180326-01
16. COGEM (2019). Pathogeniteitsclassificatie van de arbusculaire mycorrhiza *Rhizophagus aggregatus*, *Rhizophagus clarus* en *Rhizophagus manihotis*. COGEM advies CGM/191017-01
17. COGEM (2014). Classificatie van bruinrot, witrot en mycorrhiza schimmelsoorten. COGEM advies CGM/140605-02
18. COGEM (2018). Actualisatie van de pathogeniteitsclassificaties van een groot aantal apathogene en pathogene schimmels. COGEM advies CGM/180430-01
19. USDA ARS Fungal database. <https://nt.ars-grin.gov/fungaldatabases/> (bezocht: 20 januari 2020)
20. Animal and Plant health Inspection Service (APHIS). www.usda.gov/wps/portal/usda/usdahome (bezocht: 8 oktober 2019)
21. Plant-Host Interactions, PHI-base. <http://www.phi-base.org/> (bezocht: 14 januari 2020)

22. Mycobank. Fungal Databases, Nomenclature & Species Banks. www.mycobank.org (bezocht: 14 januari 2020)
23. Q-Bank. Comprehensive databases on quarantine plant pests and diseases. <https://qbank.eppo.int/fungi/organisms> (bezocht: 14 januari 2020)