

Aan de staatssecretaris van Openbaar Vervoer en Milieu
Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat
De heer A.A. Aartsen
Postbus 20901
2500 EX Den Haag

DATUM 06 augustus 2025
KENMERK CGM/250806-01
ONDERWERP Advies Pathogeniteitsclassificatie van *Rickettsiella massiliensis*

Geachte heer Aartsen,

Naar aanleiding van een verzoek van het Amsterdam UMC om de pathogeniteitsklasse van de bacteriesoort *Rickettsiella massiliensis* te bepalen (IG 250071_001), deelt de COGEM u het volgende mee.

Samenvatting:

De COGEM is gevraagd te adviseren over de pathogeniteitsklasse van de bacteriesoort *Rickettsiella massiliensis* (vroeger ook wel *Diplorickettsia massiliensis* genoemd), en de plaatsing van deze bacterie op Bijlage 4 van de Regeling ggo. In deze bijlage worden ziekteverwekkende micro-organismen ingedeeld in verschillende klassen.

R. massiliensis is voor het eerst gevonden in een teek uit een bos in Slovenië. De bacterie leeft in de cellen van de teek. Soorten uit het geslacht *Rickettsiella* worden regelmatig in teken aangetroffen, maar ook in andere geleedpotigen. Afhankelijk van de gastheer zijn er enkele *Rickettsiella*-soorten beschreven die nadelige effecten hebben op hun gastheer. Of *R. massiliensis* ziekteverwekkend of symbiotisch is in teken en op welke manier *R. massiliensis* zich verspreidt, is nog onduidelijk. Ook is niet bekend bij welke geleedpotigen *R. massiliensis* nog meer voorkomt en of de bacterie in die organismen ziekte zou kunnen veroorzaken. Eén publicatie geeft aan dat *R. massiliensis* mogelijk ziekteverwekkend zou zijn voor de mens, maar geeft hiervoor geen direct bewijs.

De COGEM merkt op dat er onvoldoende gegevens zijn over de mogelijke (a)pathogeniteit van *R. massiliensis* in mens of dier. Omdat op grond van de huidige gegevens pathogeniteit ook niet geheel uit te sluiten valt, stemt de COGEM in met het voorstel van de aanvrager om deze bacteriesoort in pathogeniteitsklasse 2 in te delen. Zij adviseert *R. massiliensis* als zodanig op te nemen in bijlage 4 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.

- Drs. Y. de Keulenaar, Hoofd Bureau ggo
- Ministerie van IenW, Directie Omgevingsveiligheid en milieurisico's, DG Milieu en Internationaal

Advies Pathogeniteitsclassificatie van de bacteriesoort *Rickettsiella massiliensis*

COGEM-advies CGM/250806-01

1. Inleiding

In verband met een verzoek van de Amsterdam Universitair Medische Centra (Amsterdam UMC, IG 250071), is de COGEM gevraagd te adviseren over de pathogeniteitsklasse van de bacteriesoort *Rickettsiella massiliensis* (synoniem *Diplorickettsia massiliensis*) en over plaatsing van deze soort op lijst 4.2 van Bijlage 4 van de 'Regeling genetisch gemodificeerde organismen' (Regeling ggo).¹ Deze bijlage bestaat uit lijsten van micro-organismen die pathogeen zijn voor mens, dier of plant. Lijst 4.2 betreft de indeling in klassen van pathogene bacteriën.

2. Pathogeniteitsclassificatie Regeling 'genetisch gemodificeerde organismen' (ggo)

Onder de ggo-regelgeving worden bij de pathogeniteitsclassificatie van een micro-organisme de risico's voor mens en milieu in ogenschouw genomen. Daartoe worden de 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.

3. Geslacht *Rickettsiella*

Het geslacht *Rickettsiella* behoort tot de familie *Coxiellaceae*, en orde *Legionellales*, en omvat vijf erkende soorten; *Rickettsiella popilliae* (typesoort), *Rickettsiella grylli*, *Rickettsiella chironomi*, *Rickettsiella stethorae* en *Rickettsiella massiliensis*.^{2,3} Daarnaast zijn er verschillende *Rickettsiella*-soorten beschreven waarvan de taxonomische positie nog niet vastgesteld is. Op basis van 16S rRNA sequentieanalyses van enkele in het verleden beschreven soorten bestaat twijfel of deze wel tot het geslacht *Rickettsiella* behoren.⁴

Bacteriën uit het genus *Rickettsiella* zijn gramnegatieve, staafvormige en obligaet intracellulaire bacteriën die voorkomen in ongewervelde gastheren, hoofdzakelijk geleedpotigen. Zo worden *Rickettsiella*-soorten regelmatig aangetroffen in het tekenmicrobioom (met name schildteken uit het genus *Ixodes*).^{5,6,7,8} *Rickettsiella* spp. zijn daarnaast aangetoond in andere soorten geleedpotigen, waaronder kevers⁹, spinnen,¹⁰ schorpioenen,¹¹ mijten¹² en pissebedden¹³. De bacteriën bevinden zich in hun gastheer veelal in de vacuoles van cellen.³

In de wetenschappelijke literatuur worden *Rickettsiella* spp. beschouwd als een genetisch en biologisch diverse groep, die zowel als facultatieve symbionten en als entomopathogenen worden aangeduid. Afhankelijk van de *Rickettsiella*-bacterie en de gastheer kunnen de bacteriën in sommige gevallen de ontwikkeling, reproductie of overleving van hun gastheer negatief beïnvloeden.^{6,10,11} Ook zijn er gevallen beschreven waarbij infectie met *Rickettsiella*-bacteriën een positief effect heeft op de gastheer, bijvoorbeeld door bepaalde vitamines te produceren,¹⁴ door de kleur van de gastheer te veranderen waardoor deze mogelijk minder ten prooi valt aan predatoren,¹⁵ of door bescherming te bieden tegen schimmelinfecties.¹⁶

Uit onderzoek bij teken blijkt dat *Rickettsiella* spp. in alle levensstadia en in eieren van geïnfecteerde vrouwtjesteken worden aangetroffen, wat suggereert dat de bacteriën verticaal overgedragen worden.^{5,8} Omdat *Rickettsiella*-soorten in verschillende tekensoorten of geleedpotigen worden aangetroffen, wordt door andere onderzoekers niet uitgesloten dat horizontale transmissie ook kan plaatsvinden, bijvoorbeeld door gelijktijdig te voeden op dezelfde gastheer.⁶ De biologische functie van *Rickettsiella* spp. in teken is nog niet duidelijk.^{7,17} In enkele studies naar teken die geïnfecteerd zijn met *Rickettsiella* spp. werden geen typische ziektesymptomen bij de teken waargenomen.^{6,8}

4. *Rickettsiella massiliensis*

Rickettsiella massiliensis is oorspronkelijk beschreven als *Diplorickettsia massiliensis* in 2010,¹⁸ maar is 11 jaar later op basis van nieuwe fylogenetische analyses onder het genus *Rickettsiella* geschaard.³ Deze bacteriesoort is geïsoleerd uit een teek van de soort *Ixodes ricinus* die verzameld is in Slovenië.¹⁸ De bacterie is aangetroffen in de vacuoles van de gastheercellen. De bacterie kan geweekt worden in XTC-2 cellijnen (afkomstig van *Xenopus laevis*), in mindere mate in humane HEL en MRC-5 cellen, en minimaal in muizen L929 cellen.¹⁸ Enkele jaren na de oorspronkelijke isolatie kon de soort niet opnieuw worden aangetroffen in *I. ricinus* teken uit hetzelfde gebied in Slovenië.^{18,19} De onderzoekers speculeren dat de bacteriesoort mogelijk zeldzaam is, of pathogeen is voor teken.¹⁸ De genomsequentie van *R. massiliensis* is in 2012 gepubliceerd.^{20,21} In het genoom is de (gedeeltelijke) aanwezigheid van een type

IV secretiesysteem, en zijn enkele (potentiële) toxinegenen geannoteerd. Deze komen echter ook in veel andere pathogene en niet-pathogene bacteriën voor.

In verschillende studies waarbij onderzoek gedaan is naar bacteriën in teken, zijn op basis van 16S rRNA gensequenties gelijkenissen gevonden met *R. massiliensis*. Bij een surveillance-studie waarbij het microbiom van teken op dode wilde zwijnen rondom Barcelona (Spanje) onderzocht is, is *R. massiliensis* geïdentificeerd, maar in minimale hoeveelheden.²² In Vermont (Verenigde Staten van Amerika) is een aan *R. massiliensis*-verwante *Diplorickettsia*-bacterie aangetroffen in één *Ixodes*-teek verzameld uit een bos.²³ Ook zijn in *Ixodes*-teken afkomstig van honden en katten in Tsjechië verschillende bacteriegenera aangetroffen, waaronder *Diplorickettsia*.²⁴ In 2013 is de aanwezigheid een *Diplorickettsia*-bacterie in het bacterioom en ovarium van een dwergcicade (*Macrosteles sexnotatus*; verzameld in een veld in Japan) gerapporteerd.²⁵

In Frankrijk is in 2012 onderzoek gedaan naar aanwezigheid van *R. massiliensis* in 13.872 serumsamples van patiënten die in het ziekenhuis waren opgenomen met vermoedelijke tekenziekte.²⁶ Bij serumsamples van drie patiënten (54, 71 en 29 jaar) is met immunofluorescentie assay's (IFA) de aanwezigheid van antilichamen tegen *R. massiliensis* aangetoond, en in één van deze patiënten is ook met PCR een positief resultaat verkregen. De symptomen van de patiënten waren uiteenlopend, waardoor geen duidelijk klinisch beeld gekoppeld kan worden aan de infectie. De auteurs speculeren dat *R. massiliensis* als potentieel humaanpathogeen aangemerkt kan worden. Wel wordt aangegeven dat meer klinisch en serologisch onderzoek nodig is om dit te bevestigen.²⁶

In een vergelijkbare studie uit Slovenië zijn in 2011 vijftig serummonsters van patiënten met vermoedelijke tekenziekte geanalyseerd met IFA op aanwezigheid van antilichamen tegen verschillende bacteriesoorten, waaronder *R. massiliensis*. In deze studie zijn geen antilichamen tegen *R. massiliensis* aangetroffen.²⁷

5. Eerder COGEM-advies

De COGEM heeft eerder drie *Rickettsiella*-soorten geclassificeerd; *Rickettsiella chironomi*, *Rickettsiella grylli*, en *Rickettsiella popilliae*.²⁸ Deze bacteriën zijn als dierpathogene soorten in pathogeniteitsklasse 2 ingedeeld.²⁹

6. Pathogeniteitsclassificaties andere beoordelende instanties

Het Duitse 'Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin' (BAUA), die pathogeniteit voor de mens beoordeelt, heeft in de 'Technischen Regeln für Biologische Arbeitsstoffe' (TRBA) 466 ('Einstufung von Prokaryonten (Bacteria und Archaea)) in Risikogruppen' *Rickettsiella massiliensis* onder de oude naam *Diplorickettsia massiliensis* (DSM 23381) opgenomen in risicogroep 1+.³⁰ Hierbij is aangegeven dat er in enkele gevallen ziekteverwekkers aangetoond of vermoed zijn, voornamelijk bij aanzienlijk immuungecompromitteerde mensen. De verwante *Rickettsiella*-soorten *R. chironomi*, *R. grylli*, *R. popilliae* en *R. stethorae* zijn ingedeeld in risicogroep 1 met de vermelding dat deze pathogeen zijn voor ongewervelden.³⁰

Het Zwitserse Federal Office for the Environment (FOEN)³¹ heeft de soort *Rickettsiella/Diplorickettsia massiliensis* niet geclassificeerd. Wel zijn de *Rickettsiella*-soorten *R. chironomi*, *R. grylli*, *R. popilliae* en *R. stethorae* ingedeeld in risicogroep 1, met de vermelding dat zij pathogeen zijn voor ongewervelden.

Voor zover bekend bij de COGEM komt *Rickettsiella/Diplorickettsia massiliensis* niet voor in de classificaties van andere instanties zoals de 'Belgian Biosafety Server'³², de 'American Type Culture Collection' (ATCC)³³ of de Canadese 'Public Health Agency'³⁴. Tevens staat *R./D. massiliensis* niet vermeld als plantpathogeen in 'online databases' met informatie over bacteriesoorten die ziekten bij planten veroorzaken.^{35,36,37,38} De inschaling door buitenlandse instanties geldt als referentie en achtergrondinformatie bij de risicobeoordeling die door de COGEM wordt uitgevoerd.

7. Overweging en advies

De COGEM is naar aanleiding van een verzoek van het Amsterdam UMC gevraagd of de bacteriesoort *Rickettsiella massiliensis* (basionym *Diplorickettsia massiliensis*) beschouwd kan worden als micro-organisme van pathogeniteitsklasse 2.

Rickettsiella massiliensis is een obligaats intracellulaire bacterie die geïsoleerd is uit een *I. ricinus* teek in Slovenië. Hoewel *Rickettsiella* spp. regelmatig gedetecteerd worden in onderzoek naar het teken-microbioom, zijn meldingen van *R. massiliensis* (of basionym *D. massiliensis*) zeldzaam. Het genus waartoe deze soort behoort is genetisch en biologisch divers. *Rickettsiella* spp. worden in verschillende geleedpotige gastheren aangetroffen waarbij – afhankelijk van de gastheer – zowel symbiotische als pathogene associaties worden gerapporteerd. De biologische functie van *R. massiliensis* in teken is nog onduidelijk. Er zijn geen directe aanwijzingen voor pathogeniteit bij deze gastheer, maar het is niet bekend of *R. massiliensis* bij andere geleedpotigen voorkomt en daar ziekte zou kunnen veroorzaken. Een aan *R. massiliensis* verwante bacterie is aangetroffen in een insect (dwergcicade), maar ook hierbij is geen associatie met pathogeniteit gerapporteerd. Voor zover bij de COGEM bekend, is niet onderzocht op welke manier *R. massiliensis* zich verspreidt. Voor andere *Rickettsiella*-soorten wordt verticale transmissie gesuggereerd, maar wordt horizontale transmissie niet uitgesloten. Bij horizontale verspreiding zou overdracht naar mensen of dieren mogelijk kunnen zijn.

In één publicatie wordt gesteld dat *R. massiliensis* mogelijk pathogeen zou zijn voor de mens, nadat op basis van serologisch onderzoek bij drie patiënten aanwezigheid van *R. massiliensis* beschreven is. Het betreft hier echter geen direct bewijs, en er is ook geen duidelijk klinisch beeld gekoppeld aan de infectie. Daarnaast kunnen de beperkte symptomen bij één van de drie patiënten ook worden toegeschreven aan andere infecties. De COGEM merkt op dat er vooralsnog weinig overtuigend bewijs is voor pathogeniteit bij de mens en daarnaast ook geen gegevens bekend zijn over mogelijke pathogeniteit bij gewervelde dieren. Dit gebrek aan gegevens zou mogelijk verklaard kunnen worden doordat teken met *R. massiliensis* sporadisch voorkomen, waardoor overdracht naar mensen via teken zeldzaam zou kunnen zijn.

De COGEM concludeert dat er weinig onderzoek gedaan is naar *R. massiliensis* en geen duidelijke gegevens zijn over de mogelijke (a)pathogeniteit van *R. massiliensis* in mens of dier. Gezien het feit dat op grond van de huidige gegevens pathogeniteit niet geheel uit te sluiten valt, stemt de COGEM in met het voorstel van de aanvrager om deze bacteriesoort in pathogeniteitsklasse 2 in te delen. Zij adviseert *R. massiliensis* als zodanig op te nemen in bijlage 4 van de Regeling ggo.

Referenties

1. Ministerie van Infrastructuur en Milieu (2015). Regeling genetisch gemodificeerde organismen milieubeheer 2013. <https://wetten.overheid.nl/BWBR0035072> (bezocht op 28-07-2025)

2. The List of Prokaryotic names with Standing in Nomenclature (LPSN). Genus *Rickettsiella*. <https://lpsn.dsmz.de/genus/rickettsiella> (bezoekt op 24-07-2025)
3. Saini N & Gupta RS (2021). A robust phylogenetic framework for members of the order *Legionellales* and its main genera (*Legionella*, *Aquicella*, *Coxiella* and *Rickettsiella*) based on phylogenomic analyses and identification of molecular markers demarcating different clades. *Antonie Van Leeuwenhoek* 114: 957-982
4. Corsaro D et al. (2007). 'Candidatus *Rhabdochlamydia crassificans*', an intracellular bacterial pathogen of the cockroach *Blatta orientalis* (Insecta: Blattodea). *Syst. Appl. Microbiol.* 30: 221-228
5. Krawczyk A I et al. (2022). Quantitative microbial population study reveals geographical differences in bacterial symbionts of *Ixodes ricinus*. *Microbiome* 10: 120
6. Garcia-Vozmediano A et al. (2022). The genetic diversity of *Rickettsiella* symbionts in *Ixodes ricinus* throughout Europe. *Microbial Ecol.* 84: 613-626
7. Hodosi R et al. (2022). What do we know about the microbiome of *I. ricinus*? *Front. Cell Infect. Microbiol.* 12: 990889
8. Duron O et al. (2015). The high diversity and global distribution of the intracellular bacterium *Rickettsiella* in the polar seabird tick *Ixodes uriae*. *Host Microbe Interactions* 71: 761-770
9. Leclercq A & Kleespies RG (2008). 16S rRNA-, GroEL- and MucZ-based assessment of the taxonomic position of '*Rickettsiella melolonthae*' and its implications for the organization of the genus *Rickettsiella*. *Int. J. Syst. Evol. Microbiol.* 58: 749-755
10. Rosenwald LC et al. (2020). Endosymbiotic *Rickettsiella* causes cytoplasmic incompatibility in a spider host. *Proc. Biol. Sci.* 287: 2020110
11. Han S et al. (2020). Infection with a novel *Rickettsiella* species in emperor scorpions (*Pandinus imperator*). *Vet. Pathol.* 57: 858-870
12. Chaisiri K et al (2023). The chigger microbiome: big questions in a tiny world. *Trends in Parasitol.* 39: 696-707
13. Cordeaux R et al. (2007). Molecular characterization and evolution of arthropod-pathogenic *Rickettsiella* bacteria. *Appl. Environ. Microbiol.* 73: 5045-5047
14. Price DRG et al. (2021). A *Rickettsiella* endosymbiont is a potential source of essential B-vitamins for the poultry red mite, *Dermanyssus gallinae*. *Front. Microbiol.* 12: 695346
15. Tsuchida T et al. (2010). Symbiotic bacterium modifies aphid body color. *Science* 330: 1102-1104
16. Lukasik P et al. (2012). Unrelated facultative endosymbionts protect aphids against a fungal pathogen. *Ecol. Letters* 16: 214-218
17. Taylor M et al. (2011). Endosymbiotic bacteria associated with nematodes, ticks and amoebae. *FEMS Immunol. Med. Microbiol.* 64: 21-31
18. Mediannikov O et al. (2010). A novel obligate intracellular gamma-proteobacterium associated with ixodid ticks, *Diplorickettsia massiliensis*, Gen. Nov., Sp. Nov. *PLoS ONE* 5: e11478
19. Subramanian G et al. (2012). Multiple tick-associated bacteria in *Ixodes ricinus* from Slovakia. *Ticks and Tick-borne Diseases* 3: 406-410
20. Mathew MJ et al. (2012). Genome Sequence of *Diplorickettsia massiliensis*, an emerging *Ixodes ricinus*-associated human pathogen. *J. Bacteriol.* 194: 3287
21. National Library of Medicine. National Center for Biotechnology Information. Genome assembly ASM25739v1 (*Rickettsiella massiliensis* 20B). https://www.ncbi.nlm.nih.gov/datasets/genome/GCF_000257395.1/ (bezoekt op 29-07-2025)
22. Carrera-Faja L et al. (2025). Microbiome-based surveillance of zoonotic tick-borne pathogens from urban wild boars in Barcelona, 2022-2023. *One Health* 20: 101022
23. Merenstein C et al. (2020). *Diplorickettsia* bacteria in an *Ixodes scapularis* tick, Vermont, USA. *Emerg. Infect. Dis.* 26: 1036-1038
24. Klubal R et al. (2016). Prevalence of pathogenic bacteria in *Ixodes ricinus* ticks in Central Bohemia. *Exp. Appl. Acarol.* 68: 127-137
25. Ishii Y et al. (2013). Diversity of bacterial endosymbionts associated with *Macrostelus* leafhoppers vectoring phytopathogenic phytoplasmas. *Appl. Environ. Microbiol.* 79: 5013-5022
26. Subramanian G et al. (2012). *Diplorickettsia massiliensis* as a human pathogen. *Eur. J. Clin. Microbiol. Infect. Dis.* 31: 365-369
27. Sekeyova Z et al. (2011). Evaluation of clinical specimens for *Rickettsia*, *Bartonella*, *Borrelia*, *Coxiella*, *Anaplasma*, *Francisella* and *Diplorickettsia* positivity using serological and molecular biology methods. *FEMS Immunol. Med. Microbiol.* 64: 82-91
28. COGEM (2011). Classificatie pathogene bacteriën. COGEM-advies CGM/111220-03
29. COGEM (2024). Actualisatie van de pathogeniteitsclassificatielijsten van (a)pathogene bacteriën. COGEM-advies CGM/241127-02

30. Technischen Regeln für Biologische Arbeitsstoffe (TRBA) 466 “Einstufung von Prokaryonten (Bacteria und Archaea) in Risikogruppen” (2015). <https://www.baua.de/DE/Angebote/Regelwerk/TRBA/TRBA-466> (bezocht op 24-07-2025)
31. Federal Office of the Environment (FOEN, 2013). <https://www.ecogen.admin.ch/public/#/organisms> (bezocht op 24-07-2025)
32. Belgian Biosafety Server. <https://www.biosafety.be/content/tools-belgian-classification-micro-organisms-based-their-biological-risks> (bezocht op 24-07-2025)
33. American Type Culture Collection. Microbe products. <https://www.atcc.org> (bezocht op 24-07-2025)
34. Public Health Agency of Canada. ePATHogen - Risk Group Database. <https://health.canada.ca/en/epathogen> (bezocht op 24-07-2025)
35. American Phytopathological Society (APS). <https://www.apsnet.org/Pages/default.aspx> (bezocht op 24-07-2025)
36. Animal and Plant Health Inspection Service (APHIS). <https://www.aphis.usda.gov/> (bezocht op 24-07-2025)
37. Plant-Host Interactions database. www.phi-base.org/searchFacet.htm?queryTerm (bezocht op 24-07-2025)
38. EPPO (2024). EPPO-Q-bank. <https://qbank.eppo.int> (bezocht op 24-07-2025)