

Het bodemschimmelschema

J.G. Lamers en K. van Rozen

© 2014 Wageningen, Stichting Dienst Landbouwkundig Onderzoek (DLO) onderzoeksinstituut Praktijkonderzoek Plant & Omgeving. Alle rechten voorbehouden. Niets uit deze uitgave mag worden verveelvoudigd, opgeslagen in een geautomatiseerd gegevensbestand, of openbaar gemaakt, in enige vorm of op enige wijze, hetzij elektronisch, mechanisch, door fotokopieën, opnamen of enige andere manier zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van DLO.


Voor nadere informatie gelieve contact op te nemen met: DLO in het bijzonder onderzoeksinstituut Praktijkonderzoek Plant & Omgeving, PPO-AGV

DLO is niet aansprakelijk voor eventuele schadelijke gevolgen die kunnen ontstaan bij gebruik van gegevens uit deze uitgave.

PPO Publicatienr. 3250227400-2



PRODUCTSCHAP AKKERBOUW

Uw sector investeert in dit project via het  Productschap Tuinbouw

Projectnummer: 3250227400-2

Productschap  **Tuinbouw**
Voor een bloeiende zaak

**Praktijkonderzoek Plant & Omgeving, onderdeel van Wageningen UR
Business Unit PPO-AGV**

Address : Postbus 430, 8200AK Lelystad
: PPO-AGV, Edelhertweg 1, 8219PH Lelystad
Tel. : +31 320291111
Fax : +31 320230479
E-mail : infoagv.ppo@wur.nl
Internet : www.ppo.wur.nl

Inhoudsopgave

pagina

1	INLEIDING	7
1.1	Achtergrond en doelstelling	7
1.2	Uitgangspunten	8
1.3	Uitleg bodemschimmelschema	9
2	BODEMSCHIMMELS	11
2.1	<i>Alternaria porri</i>	11
2.1.1	Algemeen.....	11
2.1.2	Levenscyclus.....	11
2.1.3	Waardplant en vermeerdering	11
2.1.4	Schade	12
2.1.5	Bodemschimmelschema.....	13
2.1.6	Bronnen	14
2.2	<i>Boeremia exigua</i> var. <i>exigua</i>	15
2.2.1	Algemeen.....	15
2.2.2	Levenscyclus.....	15
2.2.3	Waardplant en vermeerdering	15
2.2.4	Schade	15
2.2.5	Bodemschimmelschema.....	16
2.2.6	Bronnen	17
2.3	<i>Fusarium oxysporum</i> f.sp. <i>asparagi</i>	18
2.3.1	Algemeen.....	18
2.3.2	Levenswijze.....	18
2.3.3	Waardplant en vermeerdering	18
2.3.4	Schade	19
2.3.5	Bodemschimmelschema.....	20
2.3.6	Bronnen	21
2.4	<i>Fusarium oxysporum</i> f.sp. <i>cepea</i>	22
2.4.1	Algemeen.....	22
2.4.2	Levenswijze.....	22
2.4.3	Waardplant en vermeerdering	22
2.4.4	Schade	22
2.4.5	Bodemschimmelschema.....	24
2.4.6	Bronnen	25
2.5	<i>Phoma apiicola</i>	26
2.5.1	Algemeen.....	26
2.5.2	Levenscyclus.....	26
2.5.3	Waardplant en vermeerdering	26
2.5.4	Schade	26
2.5.5	Bodemschimmelschema.....	27
2.5.6	Bronnen	28
2.6	<i>Phytophthora erythroseptica</i>	29
2.6.1	Algemeen.....	29
2.6.2	Levenswijze.....	29
2.6.3	Waardplant en vermeerdering	29
2.6.4	Schade	29
2.6.5	Bodemschimmelschema.....	31
2.6.6	Bronnen	32
2.7	<i>Plasmodiophora brassicae</i> (knolvoet).....	33
2.7.1	Algemeen.....	33
2.7.2	Levenscyclus.....	33

2.7.3	Waardplant en vermeerdering	33
2.7.4	Schade	33
2.7.5	Bodemschimmelschema.....	34
2.7.6	Bronnen	35
2.8	Plenodomus lingam.....	36
2.8.1	Algemeen.....	36
2.8.2	Levenscyclus.....	36
2.8.3	Waardplant en vermeerdering	36
2.8.4	Schade	37
2.8.5	Bodemschimmelschema.....	38
2.8.6	Bronnen	39
2.9	Pythium sulcatum	40
2.9.1	Algemeen.....	40
2.9.2	Levenscyclus.....	40
2.9.3	Vermeerdering en waardplant	40
2.9.4	Schade	41
2.9.5	Bodemschimmelschema.....	41
2.9.6	Bronnen	42
2.10	Pythium violae.....	43
2.10.1	Algemeen.....	43
2.10.2	Levenswijze.....	43
2.10.3	Vermeerdering en waardplant	43
2.10.4	Schade	44
2.10.5	Bodemschimmelschema.....	44
2.10.6	Bronnen	45
2.11	Rhizoctonia solani AG 2-2.....	46
2.11.1	Algemeen.....	46
2.11.2	Levenswijze.....	46
2.11.3	Waardplant en vermeerdering	46
2.11.4	Schade	47
2.11.5	Bodemschimmelschema.....	48
2.11.6	Bronnen	49
2.12	Rhizoctonia solani AG 3	50
2.12.1	Algemeen.....	50
2.12.2	Levenscyclus.....	50
2.12.3	Waardplant en vermeerdering	50
2.12.4	Schade	52
2.12.5	Bodemschimmelschema.....	53
2.12.6	Bronnen	54
2.13	Sclerotinia minor	55
2.13.1	Algemeen.....	55
2.13.2	Levenscyclus.....	55
2.13.3	Waardplant en vermeerdering	55
2.13.4	Schade	55
2.13.5	Bodemschimmelschema.....	56
2.13.6	Bronnen	57
2.14	Sclerotinia sclerotiorum	58
2.14.1	Algemeen.....	58
2.14.2	Levenscyclus.....	58
2.14.3	Waardplant en vermeerdering	58
2.14.4	Schade	59
2.14.5	Bodemschimmelschema.....	60
2.14.6	Bronnen	61
2.15	Verticillium dahliae.....	62

2.15.1	Algemeen.....	62
2.15.2	Levenswijze.....	62
2.15.3	Waardplant en vermeerdering	62
2.15.4	Schade	63
2.15.5	Bodemschimmelschema.....	65
2.15.6	Bronnen	66
3	SAMENVATTING, CONCLUSIE EN AANBEVELINGEN	67
	BIJLAGE 1. LEGENDA BIJ HET BODEMSCHIMMELSCHEMA EN HET BODEMSCHIMMELSCHEMA.....	69

1 Inleiding

1.1 Achtergrond en doelstelling.

Het bodemleven van de akkers is complex. Het is een dynamisch geheel dat verandert onder invloed van klimatologische en beheersaspecten. Het telen van gewassen heeft een belangrijke invloed op dat deel van het bodemleven dat leeft van het gewas, van de uitscheidingsproducten van de wortels en van de achtergebleven gewasresten. Het bodemleven dat van het gewas leeft kan schade toebrengen. De schade hangt weer af van de plaats en het tijdstip van aantasting en de mate waarin de ziekte zich ontwikkelt. Veelal is de schade ook gerelateerd aan de hoeveelheid van het ziekteverwekkende potentieel in de bodem en de invloed van andere factoren op de groei en vitaliteit van het gewas. We behandelen hier alleen de bodemgebonden schimmels.

Inzicht in biologische en ecologische aspecten van de bodemschimmels is noodzakelijk om ze doelgericht te beheersen of te bestrijden. Een overzichtelijk bodemschimmelschema biedt de teler mogelijkheden om op een snelle wijze met het schimmel complex in zijn gewassen om te gaan en te schakelen op basis van een te verwachten ziektedruk en de te telen gewassen. Via bouwplan en vruchtwisseling de ziektedruk laag houden biedt mogelijkheden om milieuvriendelijke en duurzame beslissingen te nemen omtrent de aanpak van bodemgerelateerde ziekten. Voor het maken van een dergelijk schema is gebruik gemaakt van de kennis over de levenscyclus van de ziekten, de rol van de bodem hierin, waardplantgeschiktheid en schadegevoeligheid van het gewas. Een overzichtelijk bodemschimmelschema – waarin op dit moment nog wel kennis ontbreekt – zal leiden tot een efficiëntere aanpak van bodemplagen.

De doelstelling van dit project is om de potentiële schade en de vermeerdering van een bodemschimmel in een gewas vast te stellen en overzichtelijk weer te geven. Hiervoor is een aantal akkerbouwgewassen, groentegewassen, bloembollen en groenbemesters geselecteerd. Schadepotentieel geeft het risico van een ziekte voor de teler, de vermeerdering geeft het risico op aanwezigheid van de ziekte in een volggewas weer. Het verkregen schema is gebaseerd op informatie over de biologie en de waardplantreeksen van de belangrijkste bodemgerelateerde ziekten. Ook de invloed van schadegevoeligheid en bodemtype (dalgrond, klei, zand, zavel) op bodemgerelateerde ziekten is meegenomen in het schema. Deze informatie biedt samen met het aaltjesschema (<http://www.aaltjesschema.nl/>) en het bodemplagenschema (PPO publicatie 3250227400) telers bruikbare informatie bij het maken van vruchtwisselingschema's, zodat het rendement van een teelt verhoogd kan worden en er mogelijk bespaard kan worden op het gebruik van gewasbeschermingsmiddelen.

Informatie over de levenscycli van bodemschimmels en waardplantstatus is veelal afkomstig uit wetenschappelijke artikelen, ziekten- en plagenboeken en teelthandleidingen. Vakbladartikelen, internetpagina's en ervaringen van auteurs en teeltadviseurs hebben vooral bijgedragen aan de informatie over schadegevoeligheid. Sommige ziekten hebben een smalle specifieke waardplantreeks, andere juist een zeer brede waardplantenreeks. In het geval van een smalle specifieke waardplantenreeks is soms aangenomen dat de overige gewassen geen schade oplopen of de schimmel vermeederen. Indien geen kennis beschikbaar was van met name de schimmels met een brede waardplantenreeks, is voor de waardplantstatus een vraagteken opgenomen en voor de schadegevoeligheid het vakje 'wit' gelaten.

Sommige schimmels worden opgedeeld in meerdere groepen op basis van een goed te onderscheiden (morphologisch) kenmerk. Zo zijn er van *Rhizoctonia solani* meerdere groepen bekend die ingedeeld worden op basis van het vermogen van schimmeldraden om met elkaar te fuseren. Zo ook kent *Fusarium oxysporum* een onderverdeling in forma speciales. Dit zijn dan isolaten van *F. oxysporum* die zich gespecialiseerd hebben op een bepaalde waardplant. De vele gewassen die door *F. oxysporum* kunnen worden aangetast zijn dan in werkelijkheid kleiner voor die isolaten die in een bepaalde akker aanwezig zijn. Vandaar dat in het schema de belangrijkste groepen van deze onderverdelingen worden meegenomen.

Sommige bodemschimmels leven ook op dood organisch materiaal, zoals *Fusarium oxysporum* en *Rhizoctonia solani*, andere schimmels leven alleen op de levende waardplant zoals *Plasmodiophora brassicae*. Dit heeft een grote invloed op de mogelijkheden de overleving en het voortbestaan van de schimmel in de bodem te beïnvloeden.

Veel bodemgebonden schimmels zijn niet alleen bodemgebonden. Een deel van de levenscyclus vindt bovengronds plaats, zoals van *Sclerotinia sclerotiorum*. Zelfs de bovengrondse levensfase is belangrijker en geeft de meeste schade. De ondergrondse levensfase is meer gekoppeld aan de vermeerdering van de schimmel.

De naamgeving van veel schimmels is op het ogenblik sterk in ontwikkeling. Dit geldt met name voor schimmels waarvan het geslachtelijke stadium ontbreekt of nog niet gevonden is. Met moderne moleculaire technieken kunnen verwantschappen beter in kaart worden gebracht. Het resultaat is dat zo'n familie als Phoma opnieuw wordt ingedeeld en bepaalde Phoma-soorten regelmatig van naam veranderen (*Plenodomus lingam-Leptosphaeria maculans-Phoma lingam*). Andere schimmelsoorten die heel goed bekend zijn onder hun ongeslachtelijke naamgeving zoals *Rhizoctonia* blijven toch deze naam behouden, ook al is de geslachtelijke vorm bekend onder een andere naam, *Tanatephorus* etc. Een ander resultaat is ook dat schimmelsoorten die een grote variatie in hun DNA kennen verder onderverdeeld worden zoals dat met *Fusarium oxysporum* het geval is.

Deze rapportage is in opdracht van en is gefinancierd door het Productschap Akkerbouw en Productschap Tuinbouw. We danken het IRS voor hun bijdrage aan het bodemschimmelschema.

1.2 Uitgangspunten

Het schema biedt een handvat voor individuele telers om beslissingen te nemen op perceelsniveau. Bij het opstellen van het schema is uitgegaan van een onkruidvrij perceel in een Nederlandse situatie, eventueel geëxtrapoleerd met kennis en informatie vanuit andere landen. De weergegeven potentiële schade is de schade in een situatie waarbij geen bestrijding is toegepast. De werkelijke schade kan veelal lager zijn, doordat de ziekteverwekker minder in omvang aanwezig is of de bodem meer ziekteonderdrukkend is. Verder kan het klimaat ongunstig zijn of wordt er geteeld in een jaargetijde dat de schade geringer is. Ook de toestand van het gewas is belangrijk. Zwaktepathogenen doen meer schade in gewassen die slecht groeien. Verder staat soms aangegeven dat er kleine of grote rasverschillen zijn in de mate van schade van een bepaald pathogeen.

In het schema wordt schade bedoeld als financiële schade voor een individuele teler. In de praktijk is financiële schade onder andere afhankelijk van het doel van het product. *Rhizoctonia solani* AG3 die tot misvorming van aardappelknollen kan leiden, doet veel schade in consumptieaardappelen, maar weinig in zetmeelaardappelen. Hiermee is in het schema geen rekening gehouden.

Bij het samenstellen van het schema is uitgegaan van bodemziekten die nu in Nederland schade doen. Er zijn nog veel meer bodemgebonden ziekten die schade geven en (nog) niet beschreven staan. Het is mogelijk dat ziekten die nog geen probleem veroorzaken in Nederland en niet in het schema staan in de toekomst wel voor problemen gaan zorgen door klimaatverandering, introductie of verandering van teeltsystemen of omgekeerd. Bovenstaande geeft aan dat het belangrijk is om het schema verder aan te vullen en regelmatig te actualiseren.

In het schema worden de Nederlandse en wetenschappelijke (Latijnse) namen van de bodemschimmels gebruikt. Voor de gewassen is alleen de Nederlandse naam gebruikt.

1.3 Uitleg bodemschimmelschema

Het schema bevat vijftien belangrijke bodemschimmels in zowel akkerbouw- als vollegrondsgroentegewassen, beschreven in aparte hoofdstukken. Elk hoofdstuk bestaat uit een algemene beschrijving, de levenscyclus, waardplanten en vermeerdering en de schade van de plaag. Voor iedere plaag is een bodemplagenschema gemaakt met een semi-kwantitatieve beschrijving van de schade en vermeerdering van de plaag op 40 landbouwgewassen, zoveel mogelijk gevolgd door een referentie.

Het schimmelschema bestaat uit een matrix met diverse kleuren, stippen en afkortingen (tabel 1).

Tabel 1. **Betekenis van symbolen in het bodemschimmelschema.**

Legenda vermeerdering	
?	volledig onbekend
-	natuurlijke afname
•	weinig
••	matig
•••	sterk

Legenda schade		
	onbekend	0%
	geen	0-5%
	weinig	5-15%
	matig	15-33%
	sterk	>33%

Legenda grondsoorten	
D	dalgrond
K	klei
Z	zand
ZA	zavel

2 Bodemschimmels

2.1 *Alternaria porri*

2.1.1 Algemeen

Alternaria porri (purpervlekkenziekte) behoort tot het *Alternaria* complex; een alom vertegenwoordigd geslacht bestaande uit saprofytische, endofytische (in de waardplant levend) en pathogene soorten op/in breed gevarieerde substraten [5]. *A. porri* is verantwoordelijk voor de purpervlekkenziekte. Deze ziekte komt voor in alle uiengebieden en kan vooral onder hete, vochtige omstandigheden heftig zijn.

2.1.2 Levenscyclus

Op de bladeren ontstaan er witte vlekjes die uitgroeien tot ovale vlekken van 1 tot 4 cm in de lengterichting. Bij vochtig weer krijgt het centrum van de vlek een paarse kleur. Rond de vlek is er een lichtgele zone. De bladeren snoeren in bij de vlekken en sterven uiteindelijk af. Bij aantasting van het ondergrondse deel wordt de gehele stam slijmerig. Prei met een groeistilstand is gevoelig voor de ziekte. De schimmel overleeft op geïnfecteerd plantmateriaal. Regen en wind verspreiden de sporen. Deze ziekte kan ook met het zaad overgebracht worden.

Vochtige en warme omstandigheden bevorderen de ziekte [2].

Temperaturen hoger dan 20°C en een vochtige omgeving zijn ideale omstandigheden voor de schimmel. Deze overleeft op geïnfecteerd plantenmateriaal en kan overgedragen worden via het zaad. Purpervlekkenziekte komt vooral voor op verzwakte planten (beschadigd/verouderd), maar er is ook een groot verschil in rasgevoeligheid. Vooral prei op lichte gronden is gevoelig [3]. In 1965 werd in zaaiuien een aantasting waargenomen waarvan de symptomen bestonden uit een ovaalvormige aanvankelijk witte vlek die in een later stadium een paarse kleur aannam, omgeven met min of meer oranjekleurige ringen. Onderzoek door het Instituut voor Plantenziektenkundig Onderzoek (IPO-DLO) wees uit dat de veroorzaker *Alternaria porri* was, een schimmel die ook prei kan aantasten. Deze schimmel heeft voor een goede ontwikkeling temperaturen tussen 21 en 30°C nodig en is primair een pathogeen dat via wondjes het blad van de ui kan infecteren. Ook via huidmondjes kan de schimmel echter het blad binnendringen. De schimmel kan zich sterk uitbreiden onder omstandigheden waarbij de bladnatduur de elf uur overschrijdt. De schimmel wordt maar zelden gesignaleerd en bovendien nooit in een mate die leidt tot schade aan het gewas. De schimmel kan via zaad overgebracht worden wanneer dit niet ontsmet wordt [4].

2.1.3 Waardplant en vermeerdering

Purpervlekkenziekte komt voor op tal van *Allium*-soorten zoals ui en sjalot [2,3] en prei, knoflook en bieslook [3]. *A. porri* kan in principe alle planten behorende tot het geslacht *Allium* aantasten. In de literatuur is nog geen melding gemaakt van stammen van *A. porri*, die specifiek parasitair zijn op een bepaalde *Allium* soort [7]. Op *Allium* onkruiden komt de ziekte ook voor. Binnen deze gewassen zitten rassen die verschillen in gevoeligheid voor de purpervlekkenziekte [6].



A. porri op ui (foto: Howard F. Schwartz, Colorado State University, Bugwood.org
<http://www.forestryimages.org/browse/detail.cfm?imgnum=5362939#sthash.Nm0rBLGe.dpuf>)

2.1.4 Schade

Op de bladeren ontstaan ovale, in de lengterichting lopende vlekken, die aanvankelijk witgrauw zijn en later purper verkleuren. Rond de vlek is er een bleke zone aanwezig. Rassen zijn meer of minder gevoelig voor *A. porri*, snelgroeiende rassen zijn meestal gevoeliger [3]. Het uiteindelijke effect is groeireductie en kwaliteitsproblemen [2].

2.1.5 Bodenschimmelschema

grondsoort	<i>Alternaria porri</i> D, K, Z, ZA		
Akkerbouw	Schade/ vermeerdering	uitleg/bron schade	uitleg/bron vermeerdering
aardappel	-		
suikerbiet	-		
ui	•••	Allium, rasverschillen	Allium = waard
maïs	-		
wintertarwe	-		
zomertarwe	-		
wintergerst	-		
zomergerst	-		
rogge	-		
haver	-		
triticale	-		
luzerne	-		
winterkoolzaad	-		
zomerkoolzaad	-		
hennep	-		
cichorei	-		
Groenten	-		
erwt (conserven)	-		
stamslaboon	-		
veld-/tuinboon	-		
spinazie	-		
peen	-		
schorseneer	-		
prei	•••	Allium, rasverschillen	Allium = waard
witlof	-		
sluitkool	-		
aardbei	-		
asperge	-		
Bloembollen			
dahlia	-		
gladiool	-		
lelie	-		
tulp	-		
Groenbemesters			
bladrammenas	-		
gele mosterd	-		
engels raaigras	-		
italiaans raaigras	-		
facelia	-		
witte klaver	-		
bladkool	-		
tagetes	-		
japanse haver	-		

2.1.6 Bronnen

1. Informatie en Kennis Centrum voor de Akker- en Tuinbouw, Kerngroep MJP-G, Plantenziektenkundige Dienst, De Landbouw Voorlichting (1994). Handboek Vrucht- en Teeltwisseling, alle open teelten (GO), behorend bij tabnr. 3, reeksnr. 11. Publisher IKC-AT, (Voormalig ministerie van LNV, actueel ministerie van EZ), p. 118.
2. PPO AGV, DLV biologische landbouw (2006). Handleiding beheersing schade door schimmels, insecten slakken in de biologische akkerbouw en vollegrondsgroententeelt, pp. 151.
3. http://www.inagro.be/Publicaties/Documents/B_ziekten_plagen_prei.pdf
4. <http://www.kennisakker.nl/kenniscentrum/handleidingen/teelthandleiding-zaaiuien-ziekten-en-plagen>
5. Woudenberg J.H.C., Groenewald J.Z., Binder M., P.W. Crous, 2013. *Alternaria* redefined. *Studies in Mycology*, vol. 75, p.171-212.
6. Abubakar L., Ado S.G., 2013. Variability pattern for resistance to purple blotch (*Alternaria porri*) disease of onions (*Allium cepa* L.) in North Western Nigeria. *Nigerian Journal of Basic and Applied Science*, vol. 21 (2), p. 109-115.
7. Meier R., Schepers H.T.A.M., 2003. Geïntegreerde bestrijding van purpervlekkenziekte in prei. Een literatuurstudie en onderzoek kwaliteit zaad. PPO 120053, pp. 22.

2.2 Boeremia exigua var. exigua

2.2.1 Algemeen

Boeremia exigua var. *exigua* (= *Phoma exigua* var. *exigua*) is een zwakteparasiet, opportunistisch, komt algemeen voor in de grond en is gastheer op een breed scala aan planten [3,5]. Naast deze schimmel komt een exact zelfde vorm voor: *Boeremia foveata* (*Phoma exigua* var. *foveata*), het enige verschil is dat *B. foveata* pigment vormt en *B. exigua* var. *exigua* niet. Beide schimmels veroorzaken o.a. gangreen (duimrot) in/op wonden van aardappelen, maar *B. foveata* is in zijn voorkomen blijkbaar min of meer beperkt tot de aardappel [3]. In Groot-Brittanie gangreen wordt meestal veroorzaakt door *B. foveata*, maar *B. exigua* var. *exigua* veroorzaakt ook knolrot [9]. *Phoma* wordt als een complex beschouwd. Soorten zijn in 9 secties verdeeld, waarbij *B. exigua* var. *exigua* is ingedeeld in de *Phyllostictoides* (geassocieerd aan de geslachtelijke fase *Didymella*) [4,7].

2.2.2 Levenscyclus

Phoma wordt gekarakteriseerd door de vorming van hyaline sporen in pycniden, ongeslachtelijk gevormde vruchtlichamen [7]. De levenscyclus voor verschillende *Phoma* soorten is vrijwel gelijk, hoewel ze verschillende niches bezetten. Primair worden waardplanten geïnfecteerd doordat planten vatbaar zijn door beschadiging, het weer, en/of met behulp van interactie met andere organismen. Enkele soorten gaan de plant in via stomata of direct door de epidermis heen. In eerste instantie groeien de schimmeldraden intercellulair door het weefsel heen. Na dit symptoomloos stadium wordt de schimmel necrotroof. Gastheercellen reageren namelijk op de schimmel en zorgen cel voor afstervende delen, op dit dode plantmateriaal (lesies) is de schimmel actief. Na een korte tijd worden pycniden zichtbaar in de lesies. De pycniden bevatten conidien, in enkele gevallen wordt uitwendig mycelium gevormd [2].

2.2.3 Waardplant en vermeerdering

P. exigua var. *exigua* heeft een brede waardplantenreeks. *P. exigua* var. *exigua* in Brassicaceae, *Allium* en Liliaceae families zijn niet gemeld [1,6]. Talrijke isolaten infecteren beschadigde plantdelen van genera als *Cucumis*, *Glycine*, *Lupinus*, *Pisum* and *Raphanus* and genera from the families Lamiaceae, Apiaceae, Asteraceae and Hypericaceae [5].

2.2.4 Schade

Schade door *P. exigua* var. *exigua* komt in veel gevallen in combinatie voor met andere schimmelvarianten [10, 11]. Isolaten van *P. exigua* var. *exigua* kunnen mogelijk als zwak pathogeen beschouwd worden [8].

2.2.5 Bodenschimmelschema

grondsoort	<i>Boeremia exigua</i> var. <i>exigua</i> D, K, Z, ZA		
Akkerbouw	Schade/ vermeerdering	uitleg/bron schade	uitleg/bron vermeerdering
aardappel	•		[1]
suikerbiet	-		[1]
ui	-		[1]
maïs	?		[1]
wintertarwe	•		[1]
zomertarwe	•		[1]
wintergerst	•		[1]
zomergerst	•		[1]
rogge	?		[1]
haver	?		[1]
triticale	?		[1]
luzerne	•		[1]
winterkoolzaad	-		[1]
zomerkoolzaad	-		[1]
hennep	?		[1]
cichorei	?		[1]
Groenten			
erwt (conserven)	•		[1]
stamslaboon	•		[1]
veld-/tuintoon	•		[1]
spinazie	?		[1]
peen	•		[1]
schorseneer	?		[1]
prei	-		[1]
witlof	•		[1]
sluitkool	-		[1]
aardbei	•		[1]
asperge	?		[1]
Bloembollen			
dahlia	?		[1]
gladiool	-		[1]
lelie	-		[1]
tulp	-		[1]
Groenbemesters			
bladrammenas	-		[1]
gele mosterd	-		[1]
engels raaigras	?		[1]
italiaans raaigras	?		[1]
facelia	?		[1]
witte klaver	?		[1]
bladkool	-		[1]
tagetes	?		[1]
japanse haver	?		[1]

2.2.6 Bronnen

1. Farr DF, Rossman AY. Fungal Databases, Systematic Mycology and Microbiology Laboratory, ARS, USDA. Retrieved December 8, 2014, from <http://nt.ars-grin.gov/fungaldatabases/>.
2. Aveskamp MM, De Gruyter J, Crous PW, 2008. Biology and recent developments in the systematics of *Phoma*, a complex genus of major quarantine significance. *Fungal Diversity*, vol. 31, p. 1-18.
3. Boerema GH, 1967. The *Phoma* organisms causing gangrene of potatoes. *Netherlands Journal of Plant Pathology*, vol. 73, p. 190-192.
4. Kovics GJ, Sandor E, Rai MK, Irinyi L, 2014. Phoma-like fungi on soybeans. *Critical Review Microbiol*, vol. 40 (1), p. 49-62.
5. Machowicz-Stefaniak, Z, Zimowska B, Zalewska E, 2008. The occurrence and pathogenicity of *Phoma exigua* var. *exigua* for selected species of herbs. *Acta Agrobotanica*, vol. 61 (2), p. 157-166
6. Boerema GH, Gruyter J. de, Noordeloos ME, Hamers MEC, 2004. *Phoma* identification manual. Differentiation of specific and intra-specific taxa in culture. CABI Publishing, p. 470.
7. Gruyter J, 2012. Revised taxonomy of *Phoma* and allied Genera. PhD thesis, Wageningen University, ISBN 978-94-6173-388-7, pp. 180.
8. Marcinkowska J, 1984. Methods of estimation of the pathogenicity of the fungus *Phoma exigua* var. *exigua*. *Acta Agrobotanica*, vol. 37 (2), p. 141-155.
9. Griffith RL, Hide GA, Hirst JM, Stedman OJ, 1974. Effects of gangrene (*Phoma exigua*) on potatoes. *Annals of Applied Biology*, vol. 77, p. 237-250.
10. Tran HS, Pin Li Y, Pei You M, 2014. Temporal and Spatial Changes in the Pea Black Spot Disease Complex in Western Australia. *Plant Disease*, vol. 98 (6), 790-796.
11. Fang X, Phillips D, Li H, Sivasithamparam K, Barbetti MJ, 2011. Comparisons of virulence of pathogens associated with crown and root diseases of strawberry in Western Australia with special reference to the effect of temperature. *Scientia Horticulturae*, vol. 131, p. 39-48.

2.3 Fusarium oxysporum f.sp. asparagi

2.3.1 Algemeen

Fusarium oxysporum is een bodemschimmel die als parasiet op veel gewassen kan overleven, het koloniseert de wortels van de meeste gewassen. Maar als pathogeen kent *F. oxysporum* maar weinig waardgewassen. Daarbij heeft *F. oxysporum* zich gespecialiseerd op de aantasting van (het vormen van symptomen op) enkele waardgewassen. Zo kan een isolaat van *F. oxysporum* dat in de bodem aanwezig is, wel veel aantasting geven op één bepaalde waardplant, maar niet op een andere waard. Een ander isolaat uit dezelfde bodem kan dan weer andere waardplanten aantasten. Vandaar dat diverse forma specialis (f.sp.) onderscheiden worden naar de belangrijkste waard, zoals *F. oxysporum* f.sp. *cepae* op ui (Foc) of *F. oxysporum* f.sp. *asparagi* op asperge (Foa). Verder bestaat er ook f.sp. *apii* (selderij), *dianthi* (Dianthus), *fragariae* (aardbei), *gladioli* (gladiool), *lini* (vlas), *medicaginis* (luzerne), *pisi* (erwt), *radicis-lycopersici* (tomaat) en sommige isolaten ook op klaver, biet, boon, erwt, spinazie) [1]. De symptomen zijn meestal bruine vlekken die in rot kunnen overgaan. Daarnaast geven diverse f.sp. geen wortelrot, maar verwelking van de plant.

2.3.2 Levenswijze

Foa of herinplantziekte [2] overleeft met macro- en microconidia in gewasresten, met chlamydosporen in de grond en kan als mycelium en conidia op wortels van waard en niet-waardgewassen overleven. Vanuit de grond of gewasresten worden wortels van asperge aangetast of groeit de schimmel over het worteloppervlak om daarna tot aantasting te leiden. Het hele wortelprofiel tot 90 cm diepte is egaal besmet. Foa verspreidt zich via het zaad, dat in contact is gekomen met grond en via planten die gegroeid zijn in gebieden met teelt van aspergeplanten of productiebedden [2]. Foa kan in grond in nog niet verteerde gewasresten tot 25 jaar na de laatste aspergeteelt teruggevonden worden [2].

De diverse isolaten van Foa behoren tot diverse VCG groepen, in tegenstelling tot andere f.sp. van *F. oxysporum*. Dat houdt in dat de genetische basis van Foa vrij divers is [1].

2.3.3 Waardplant en vermeerdering

Alleen op erwt en lupine ontstonden milde symptomen van wortelaantasting door Foa [2]. Op maiswortels werd met twee Foa isolaten wel veel necrose gezien, maar de opbrengst was niet verlaagd [3]. De vermeerdering op de wortels gemeten aan het aantal kolonievormende eenheden per g droge wortel is voor twee Foa isolaten op asperge gelijk aan ui, maar hoger op knoflook. Op mais, aardappel, zonnebloem en tarwe lijkt de vermeerdering ook gelijk te zijn aan die op asperge [3]. De methode van meten van vermeerdering via kolonievormende eenheden lijkt minder representatief voor de veldsituatie dan het meten via één toetsgewas na de teelt van testgewassen op een bodembesmetting van Foa.

Foa tast Liliaceae niet aan [1]. De vermeerdering wordt op diverse wijzen gemeten. Het verschil in vermeerdering tussen de diverse klassen in het schema (-, *, **, ***) is daarom moeilijk te maken. Het is meer indicatief.



Lesies op jonge en oude aspergewortels als gevolg van Foa.

2.3.4 Schade

Een aspergegewas op schone grond kan na 10-11 jaar minder gaan produceren. Wanneer er kort na elkaar meerdere teelten op een perceel hebben plaatsgevonden daalt de productieperiode naar 4-6 jaar. Vandaar de naam herinplantziekte. De belangrijkste veroorzaker is Foa [2]. Later werden isolaten die eerst onder *F. oxysporum* waren ingedeeld, gerekend tot *Fusarium redolens*. Ook deze soort kent f.sp. zodat er nu twee veroorzakers zijn voor de herinplantziekte in Nederland namelijk *F. oxysporum* f.sp. *asparagi* en *F. redolens* f.sp. *asparagi* (Fra)[4].

Foa en Fra zijn pathogeen op asperge, maar niet op ui, selderij, suikerbiet, kool, peen, vlas, engels raaigras, luzerne, boon, straatgras, trosgierst, veldboon en mais [4].

Met twee isolaten van Foa werd geen vermindering van plantgewicht verkregen bij aardappel, mais, tarwe en zonnebloem [3].

De schade kan worden voorkomen door anaerobe (biologische) grondontsmetting [5]. De productieperiode neemt weer belangrijk toe [6].

2.3.5 Bodenschimmelschema

grondsoort	<i>Fusarium oxysporum</i> f.sp. <i>asparagi</i>		
	D, K, Z, ZA		
Akkerbouw	Schade/ vermeerdering	uitleg/bron schade	uitleg/bron vermeerdering
aardappel	•	[3]	[3]
suikerbiet	•	[4]	
ui	-	[4]	
maïs	•	[3, 4]	[3]
wintertarwe	?		
zomertarwe	•	[3]	[3]
wintergerst	?		
zomergerst	?		
rogge	?		
haver	?		
triticale	?		
luzerne	•	[4]	
winterkoolzaad	?		
zomerkoolzaad	?		
hennep	?		
cichorei	?		
Groenten			
erwt (conserven)	•	[2]	[2]
stamslaboon	•	[4]	
veld-/tuinboon	?	[4]	
spinazie	?		
peen	•	[4]	
schorseneer	?		
prei	-		
witlof	?		
sluitkool	?	[4]	
aardbei	?		
asperge	••	[2]	[2]
Bloembollen			
dahlia	?		
gladiool	?		
lelie	-	[1]	[1]
tulp	?		
Groenbemers			
bladrammenas	?		
gele mosterd	•		
engels raaigras	•	[4]	
italiaans raaigras	?		
facelia	?		
witte klaver	?		
bladkool	?		
tagetes	?		
japanse haver	?		

2.3.6 Bronnen

1. Brayford, D., *IMI descriptions of fungi and bacteria set 127*. 1996. **133**(1): p. 35-63.
2. Blok, W.J., *Early decline of asparagus in the Netherlands : etiology, epidemiology and management*. 1997, Blok: [S.l.].
3. Molinero-Ruiz, L., et al., *Alternative Hosts for Fusarium spp. Causing Crown and Root Rot of Asparagus in Spain*. Journal of Phytopathology (Berlin), 2011. **159**(2): p. 114-116.
4. Baayen, R.P., et al., *Fusarium redolens f.sp. asparagi, causal agent of asparagus root rot, crown rot and spear rot*. European Journal of Plant Pathology, 2000. **106**(9): p. 907-912.
5. Blok, W.J., et al., *Control of soilborne plant pathogens by incorporating fresh organic amendments followed by tarping*. Phytopathology, 2000. **90**: p. 253-259.
6. Lamers, J.G. and J.A.M. Wilms, *De lange termijn werking van biologische grondontsmetting*. 2008, PPO-AGV: Lelystad. p. 27.

2.4 Fusarium oxysporum f.sp. cepea

2.4.1 Algemeen

Fusarium oxysporum is een bodemschimmel die als parasiet op veel gewassen kan overleven, het koloniseert de wortels van de meeste gewassen. Maar als pathogeen kent *F. oxysporum* maar weinig waardgewassen. Daarbij heeft *F. oxysporum* zich gespecialiseerd op de aantasting van (het vormen van symptomen op) enkele waardgewassen. Zo kan een isolaat van *F. oxysporum* dat in de bodem aanwezig is, wel veel aantasting geven op één bepaalde waardplant, maar niet op een andere waard. Een ander isolaat uit dezelfde bodem kan dan weer andere waardplanten aantasten. Vandaar dat diverse forma specialis (f.sp.) onderscheiden worden naar de belangrijkste waard, zoals *F. oxysporum* f.sp. *cepae* op ui (Foc) of *F. oxysporum* f.sp. *asparagi* op asperge (Foa). Daarnaast bestaat er ook f.sp. *apii* (selderij), *dianthi* (Dianthus), *fragariae* (aardbei), *gladioli* (gladiool), *lini* (vlas), *medicaginis* (luzerne), *pisi* (erwt), *radicis-lycopersici* (tomaat en sommige isolaten ook op klaver, biet, boon, erwt, spinazie) [1]. De symptomen zijn meestal bruine vlekken die in rot kunnen overgaan.

Tussen isolaten die uien aantasten werden binnen Fo twee klassen onderscheiden. Bovendien bleken ook veel isolaten die uien aantasten te behoren tot *F. proliferatum* [2].

2.4.2 Levenswijze

Foc overleeft met macro- en microconidia in en op gewasresten, met chlamydosporen in de grond en kan als mycelium en conidia op wortels van niet-waardgewassen overleven. Vanuit de grond of gewasresten worden wortels van uien aangetast of groeit de schimmel over de wortel naar de bolstoel. Vanuit de bolstoel begint vaak de aantasting van de bol, maar de bol kan ook rechtstreeks vanuit de grond aangetast worden. Bovengronds wordt eerst de tip van het blad geel, later vergeelt en verrot de hele plant. Een lange rustperiode zonder waardgewassen van minimaal 10 jaar is nodig om de bodembesmetting voldoende te verlagen om een acceptabele teelt van uien mogelijk te maken.

2.4.3 Waardplant en vermeerdering

Door het aantal kolonievormende eenheden van Foc te tellen die per g wortel worden geproduceerd in een pot en deze te vermenigvuldigen met het wortelgewicht per plant en plantaantal/ha kan de productie aan Foc per gewas worden berekend. Zo worden de hoogste aantallen Foc geteld na japanse haver (*Avena strigosa*) en soedangras (*Sorghum × drummondii*), terwijl een tussenpositie wordt gevonden voor trosgierst (*Setaria italica*), zwarte boon (*Phaseolus vulgaris*) en haver (*Avena sativa*). De laagste vermeerdering werd gevonden na ui, tarwe, blauwe en witte lupine, tomaat, zonnebloem, kouseband (*Vigna unguiculata*), mais en zoete mais [3].

Naast ui wordt ook knoflook, asperge en *Oxalis* aangetast [1] en prei [4].

Teelt van zomertarwe, mais en suikerbiet en het inwerken van luzerne gewasresten verlagen de besmetting van de bodem, wat resulteert in minder rot in ui dan na ui [1].

2.4.4 Schade

De symptomen op de ui zijn in de vorm van een aantasting van de ondergrondse delen, wat kan leiden tot plantwegval al in het zaailingstadium tot aan het eind van de oogstperiode. Onder vochtige omstandigheden is er een wit tot roze schimmelpluis aanwezig. Op en in dit schimmelpluis worden er geen kleine zwarte sclerotien gevonden, wat een aanwijzing zou zijn voor witrot. De ui kan ook zonder symptomen in bewaring worden genomen, maar dan alsnog gaan verrotten.

Op ui veroorzaakt Foc Fusariumrot of bolrot met name in warme jaren. De optimale temperatuur ligt hoog op 24-27 C. Verliezen aan uien kunnen in de veldperiode al hoog oplopen naar 50 %, maar de aantasting neemt verder toe in de bewaring.

Verliezen kunnen worden tegengegaan door het gebruik van tolerante rassen. Sommige tolerante rassen brengen minder op dan vatbare rassen zonder een besmetting van Foc en sommige tolerante rassen hebben slechte bewaareigenschappen [5]. Maar de schimmel blijft zich op deze rassen nog wel vermeerderen, waardoor de bodembesmetting blijft toenemen [6].

Ook biologische grondontsmetting verlaagt de aantasting van bolrot in ui [7].



Door Foc aangetaste planten.



Aangetaste bolbodems van ui door Foc.

2.4.5 Bodenschimmelschema

grondsoort	<i>Fusarium oxysporum</i> f.sp. <i>cepae</i>		
Akkerbouw	D, K, Z, ZA	uitleg/bron schade	uitleg/bron
aardappel	?		
suikerbiet	•		[1]
ui	••	[3]	[1, 3]
maïs	•	[3]	[1, 3]
wintertarwe	•	[3]	[3]
zomertarwe	•		[1]
wintergerst	?		
zomergerst	?		
rogge	?		
haver	?		
triticale	?		
luzerne	?		
winterkoolzaad	?		
zomerkoolzaad	?		
hennep	?		
cichorei	?		
Groenten			
erwt (conserven)	?		
stamslaboon	?		
veld-/tuintoon	?		
spinazie	?		
peen	?		
schorseneer	?		
prei	?		
witlof	?		
sluitkool	?		
aardbei	?		
asperge	•	[8]	[9]
Bloembollen			
dahlia	?		
gladiool	?		
lelie	?		
tulp	?		
Groenbemesters			
bladrammenas	?		
gele mosterd	?		
engels raaigras	?		
italiaans raaigras	?		
facelia	?		
witte klaver	?		
bladkool	?		
tagetes	?		
japanse haver	•••	[3]	[3]

2.4.6 Bronnen

1. Brayford, D., *IMI descriptions of fungi and bacteria set 127*. 1996. **133**(1): p. 35-63.
2. Galvan, G.A., et al., *Genetic variation among Fusarium isolates from onion, and resistance to Fusarium basal rot in related Allium species*. European Journal of Plant Pathology, 2008. **121**(4): p. 499-512.
3. Leoni, C., et al., *Fusarium oxysporum f.sp cepae dynamics: in-plant multiplication and crop sequence simulations*. European Journal of Plant Pathology, 2013. **137**(3): p. 545-561.
4. Leoni, C., et al., *Fusarium oxysporum f. sp. cepae dynamics: in-plant multiplication and crop sequence simulations*. European journal of plant pathology, 2013. **137**(3): p. 545-561.
5. Visser, C.L.M.d., R.C.F.M.v.d. Broek, and L.v.d. Brink, *Fusarium basal rot in the Netherlands*. Vegetable Crops Research Bulletin, 2006. **65**: p. 5-16.
6. Kalkdijk, J.R., L.J. Esselink, and J.G. Lamers, *Tolerantie en uitzieking Fusarium oxysporum f.sp. cepae in de teelt van zaaiuien (2002-2004)*, in *Report 5234304*. 2004, PPO-AGV: Lelystad. p. pp. 32.
7. Lamers, J.G., J. Postma, and O.E. Scholten, *Grondontsmetting en braak effectief*. Boerderij/Akkerbouw, 2012. **98**(10): p. A16-A17.
8. Blok, W.J. and G.J. Bollen, *Host specificity and vegetative compatibility of Dutch isolates of Fusarium oxysporum f.sp. asparagi*. Canadian Journal of Botany, 1997. **75**(3): p. 383-393.
9. Elmer, W.H. and C.T. Stephens, *Classification of Fusarium-Oxysporum-F-Sp-Asparagi into Vegetatively Compatible Groups*. Phytopathology, 1989. **79**(1): p. 88-93.

2.5 Phoma apiicola

2.5.1 Algemeen

Phoma apiicola veroorzaakt wortelrot. Bruine vlekken worden gevormd op de wortel of de knol. Het wordt aanbevolen om een ruime vruchtwisseling van minimaal één op vier met schermbloemige gewassen aan te houden [5].

2.5.2 Levenscyclus

Op de bladeren ontstaan papierachtige witte vlekken, waarin zich vrij grote vruchtlichamen (zwarte stippen, willekeurig gerangschikt) vormen. Deze vruchtlichamen blijven, als de zieke bladeren niet weggehaald worden, achter in de grond als nieuwe infectiebron [2].

2.5.3 Waardplant en vermeerdering

Selderij, waaronder haar verschillende vormen snij-, bleek en knolselderij, en andere schermbloemigen als koriander zijn de waardplanten van *P. apiicola* [6,7,8]. Selderij, knolselderij, wordt specifiek in verband gebracht met economische schade [4]. Deze phoma-variant tast ook peen en peterselie aan. Er is twijfel of er ook andere gewassen geïnfecteerd kunnen worden. Er zijn onderzoeken waaruit blijkt dat dille, venkel, koriander, karwij, wortel en pastinaak geïnoculeerd zijn, maar dat er geen infectie op trad. Pastinaak is wel vatbaar. Peterselie is even vatbaar als knolselderij. Karwij is zeer weinig vatbaar, terwijl de gevlekte scheerling en dille niet vatbaar zijn [3].



Chocolade en schurftachtige rotte plekken op knolselderij veroorzaakt door *P. apiicola*.

2.5.4 Schade

Op de selderknol zijn grijs-bruine tot zwarte plekken te zien, die verkurken en kunnen gaan rotten. Bij ernstige aantasting worden de buitenste bladeren geel. Bij het bewaren van de knollen bestaat grote kans op rot. De omstandigheden op het veld bepalen of de knollen ernstig of minder ernstig worden aangetast. Een slechte waterhuishouding en een slechte bodemstructuur bevorderen de aantasting. In een koud seizoen kan echter ook in redelijk goed ontwaterde gronden infectie optreden [5]. Op de ingezonken zwarte vlekken worden pycniden gevonden, terwijl de buitenste bladeren afvallen. Pastinaak wordt niet in dezelfde mate als peen aangetast; er ontstaan slechts bruine, donkere vlekken en hier en daar scheurt de epidermis. Vooral op vochtige, lage en humusrijke gronden komt de ziekte voor. Op de hogere zandgronden wordt de schimmel minder aangetroffen [3].

2.5.5 Bodenschimmelschema

grondsoort	Phoma apiicola		
Akkerbouw	Schade/ vermeerdering	uitleg/bron schade	uitleg/bron vermeerdering
aardappel	-		Geen waard[plant
suikerbiet	-		Geen waard[plant
ui	-		Geen waard[plant
maïs	-		Geen waard[plant
wintertarwe	-		Geen waard[plant
zomertarwe	-		Geen waard[plant
wintergerst	-		Geen waard[plant
zomergerst	-		Geen waard[plant
rogge	-		Geen waard[plant
haver	-		Geen waard[plant
triticale	-		Geen waard[plant
luzerne	-		Geen waard[plant
winterkoolzaad	-		Geen waard[plant
zomerkoolzaad	-		Geen waard[plant
hennep	-		Geen waard[plant
cichorei	-		Geen waard[plant
Groenten			
erwt (conserven)	-		Geen waard[plant
stamslaboon	-		Geen waard[plant
veld-/tuintoon	-		Geen waard[plant
spinazie	-		Geen waard[plant
peen	•••		[6,7,8]
schorseneer	-		Geen waard[plant
prei	-		Geen waard[plant
witlof	-		Geen waard[plant
sluitkool	-		Geen waard[plant
aardbei	-		Geen waard[plant
asperge	-		Geen waard[plant
Bloembollen			
dahlia	-		Geen waard[plant
gladiool	-		Geen waard[plant
lelie	-		Geen waard[plant
tulp	-		Geen waard[plant
Groenbemesters			
bladrammenas	-		Geen waard[plant
gele mosterd	-		Geen waard[plant
engels raaigras	-		Geen waard[plant
italiaans raaigras	-		Geen waard[plant
facelia	-		Geen waard[plant
witte klaver	-		Geen waard[plant
bladkool	-		Geen waard[plant
tagetes	-		Geen waard[plant
japanse haver	-		Geen waard[plant

2.5.6 Bronnen

1. Informatie en Kennis Centrum voor de Akker- en Tuinbouw, Kerngroep MJP-G, Plantenziektenkundige Dienst, De Landbouw Voorlichting (1994). Handboek Vrucht- en Teeltwisseling, alle open teelten (GO), behorend bij tabnr. 3, reeksnr. 11. Publisher IKC-AT, (Voormalig ministerie van LNV, actueel ministerie van EZ), p. 118.
2. PPO AGV, DLV biologische landbouw (2006). Handleiding beheersing schade door schimmels, insecten slakken in de biologische akkerbouw en vollegrondsgroententeelt, pp. 151.
3. Vlaswinkel M., 2009. Onderzoek naar de oorzaak van verschijnsel chocoladevlekken in de bewaring van knolselderij. Resultaten onderzoek naar schurft 2006-2008. PPO nr. 3250022000, pp. 27.
4. EPPO Standards, 2000. Guidelines on good plant protection practice; Umbelliferous crops, PP 2/22(1), pp. 22.
5. PPO-AGV (Proefstation AGV Lelystad), 1990. Teelt van Knolselderij. Teelthandleiding nr. 30, pp. 72.
6. <http://nt.ars-grin.gov/fungaldatabases>
7. **Gruyter J de, Noordeloos, ME** 1992. Contributions towards a monograph of *Phoma* (Coelomycetes) - I. 1. Section *Phoma*: taxa with very small conidia in vitro. Persoonia 15: 71-92.
8. **Gruyter J de, Woudenberg JHC, Aveskamp MM, Verkley GJM, Groenewald JZ, Crous PW,** 2013. Redisposition of phoma-like anamorphs in *Pleosporales*. Stud. Mycol. 75: 1-36.

2.6 Phytophthora erythroseptica

2.6.1 Algemeen

Phytophthora erythroseptica veroorzaakt roodrot in aardappel na veel regenoverlast bij hoge temperaturen in de zomer. *P. erythroseptica* is een zusje van *Phytophthora cryptogea*, die bijvoorbeeld in de trek van witlof veel schade veroorzaakt.

2.6.2 Levenswijze

De oösporen van de schimmel kunnen lang in de grond overleven. Daardoor zijn over het algemeen de gronden waar aardappelen geteeld worden besmet met *P. erythroseptica*. Het gehele groeiseizoen kunnen de planten geïnfecteerd worden, via wortels, stolonen en ondergrondse stengeldelen. Vooral aan het eind van de groeiperiode is de ziekte goed te herkennen. De oösporen in de grond kiemen en de uitlopende zoösporen infecteren vooral de stolonen maar ook de aardappelknollen via openingen, maar ook na verwonding bij de oogst. De temperatuur dient op 10 cm diepte 10 dagen minstens 20 °C te blijven bij voldoende vocht in de grond om veel roodrot te geven [1]. Ook het loof kan afsterven na infectie van wortels, stolonen en ondergrondse plantendelen. De vaatbundels kleuren roze bruin onder aan de stengelbasis. Er kunnen okselknolletjes gevormd worden. Veel regen voor de oogst bevordert roodrot. De knol gaat verrotten, ogen krijgen een purper kleur en de doorgesneden knol verkleurt binnen 20 minuten na oxydatie aan de lucht naar rose-zalm. De aangetaste knollen ruiken naar terpentijn. Sporangia worden aan het knoloppervlak gevormd en kunnen direct of indirect (via zoösporen) kiemen. Bij temperaturen < 15 °C vormen sporangia de zoösporen die voor infectie zorgen..

2.6.3 Waardplant en vermeerdering

P. erythroseptica tast naast Solanaceae (tomaat) ook suikerriet aan. Verder ook klaver (Crimson clover), lupine en erwt, tuinboon, spinazie en tulp. Zonder symptomen te geven worden ook de wortels van tarwe en rogge aangetast [2]. De teelt van haver, gerst en soyaboon tussen de aardappelteelt verlaagt de bodembesmetting ten opzichte van de teelt van aardappel. Rode klaver en bonen doen dit beter dan lupine en nog beter dan gerst (Lambert 2011, pers mededeling aan Fitzpatrick-Peabody). Dus met name aardappel verhoogt de bodembesmetting. Over de verhoging van de bodembesmetting na gerst of droge bonen bestaan tegenstrijdige referenties. In tulpen ontstaat stengelrot of voetrot. Schade treedt met name op in kassen en in de trekkerij, maar ook in het veld kunnen tulpen te lijden hebben [3]. Isolaten die framboos, wikke en klaver aantasten werden later ondergebracht onder andere *Phytophthora* soorten. Na grasland of grasgroenbemester werd ook meer roodrot aangetroffen [4], waarschijnlijk door de hoeveelheid toegenomen organisch materiaal dat water meer vasthoudt.

2.6.4 Schade

Met name in continueelten, maar ook in 2 jarige rotaties van aardappelen is de schade groter dan in driejarige rotaties. Schade in aardappelen is te voorkomen door op besmette percelen ruimer dan 1 op 4 te telen en door te zorgen voor een goede drainage [1]. Door verwonding van de knollen wordt de schade groter. Er komen grote rasverschillen naar voren in vatbaarheid. Roodschillige rassen lijken vatbaarder [5]. Laatrijpe rassen lijken meer resistent [2]. De zetmeelrassen Florijn, Elkana, Karakter en vooral Karida zijn gevoelig voor roodrot, terwijl Elles, Mercator, Kantara, Kartel, Karnico en Seresta het minst gevoelig zijn [6]. Ook in tulpen zijn er grote verschillen in vatbaarheid tussen de rassen [3]. In witlof wordt de meeste schade veroorzaakt door *P. cryptogea* bij het trekken van lof in de bakken. *P. cryptogea* kan ook roodrot in aardappel geven, maar dit is dan meestal van ondergeschikt belang.



Verkleuring van de knollen na 0, 20 en 60 minuten na doorsnijden.



Roze verkleuring van de vaatbundels in de stengel.

2.6.5 Bodenschimmelschema

grondsoort	Phytophthora erythroseptica		
	D, K, Z, ZA		
Akkerbouw	Schade/ vermeerdering	uitleg/bron schade	uitleg/bron vermeerdering
aardappel	•••	[2]	
suikerbiet	?		
ui	?		
maïs	?		
winterarwe	•		[7]
zomertarwe	•		[7]
wintergerst	••		[7]
zomergerst	••		[7]
rogge	•		[7]
haver	?		
triticale	?		
luzerne	•		
winterkoolzaad	?		
zomerkoolzaad	?		
hennep	?		
cichorei	?		
Groenten	?		
erwt (conserven)	•		
stamslaboon	•		
veld-/tuinboon	?		
spinazie	•		[7]
peen	?		
schorseneer	?		
prei	?		
witlof	•		
sluitkool	•		[7], [3]
aardbei	?		
asperge	•		[8]
Bloembollen	?		
dahlia	?		
gladiool	?		
lelie	?		
tulp	••	[3]	[7]
Groenbemesters	?		
bladrammenas	?		
gele mosterd	?		
engels raaigras	••		[4]
italiaans raaigras	••		[4]
facelia	?		
witte klaver	?		
bladkool	?		
tagetes	••	[3]	
japanse haver	?		

2.6.6 Bronnen

1. Sijak, A. and D. Gindrat, *Quelques cas de ((pourriture rose)) (pink rot) de la pomme de terre en Suisse romande*. Revue Suisse d'agriculture, 1969. **1**(6): p. 151-153.
2. Peters, R.D., et al., *Recent investigations regarding the soil-borne pathogen *Phytophthora erythroseptica* and the management of potato pink rot*, S.G. Pandalai, Editor. 2004, Research Signpost: Trivandrum.
3. Peeters, J.M.M., *Ziekten en afwijkingen bij bolgewassen Deel 1 : Liliaceae*. 2000, Laboratorium voor Bloembollenonderzoek: Lisse. p. 193.
4. Loon, C.D.v., *Roodrot, een knolziekte die in warme zomers flinke schade kan veroorzaken*. Aardappelwereld, 1997. **1997**(4): p. 31-32.
5. Fitzpatrick-Peabody, E. and D. Lambert, *Methodology and Assessment of the Susceptibility of Potato Genotypes to *Phytophthora erythroseptica*, Causal Organism of Pink Rot*. 2011. **88**(2): p. 105-113.
6. Griend, P.v.d., *Rasonderzoek roodrot (*Phytophthora erythroseptica*) in 10 zetmeelaardappelrassen*. 2000, HLB BV: Wijster. p. 7.
7. Anonymous, **Phytophthora erythroseptica* Pethybridge (1913) var. *erythroseptica**. 1995. p. 323-325.
8. Benson, J.H., *Effect of Ca and pH on disease severity of pink rot *Phytophthora erythroseptica* in Russet Norkotah potato *Solanum tuberosum**, in *Department of Plant and Wildlife Science*. 2008, Brigham Young University.

2.7 Plasmodiophora brassicae (knolvoet)

2.7.1 Algemeen

Plasmodiophora brassicae is een via de bodem overdraagbare obligate parasiet. Deze ziekte gaat een lange relatie aan met de voedselplant en doodt de plant niet. Taxonomie en interactie met de waardplant is nog onvolledig. Knolvoet komt vooral voor op slecht ontwaterde, zure gronden (pH kleiner of gelijk aan 7) met een eenzijdige teelt van kruisbloemige gewassen [1]. Geadviseerd wordt om niet op grond met een te lage pH te telen en vroegtijdig te bekalken [4].

2.7.2 Levenscyclus

De levenscyclus van *P. brassicae* bestaat uit drie typen van voorkomen; 1) overleving in de bodem, 2) infectie van de wortelharen (primair) en 3) infectie van de cortex of primaire schors van de wortels. Sporen in rust kunnen meer dan 10 jaar in de bodem overleven. Wanneer een waardplant wordt geteeld, beginnen de sporen te kiemen. Hierbij komen zoösporen vrij die de wortelharen penetreren waarna een primair plasmodium wordt gevormd. Na kerndeling worden zoösporangia gevormd met 4-16 secundaire zoösporen. Deze zoösporen penetreren de cortex en ontwikkelen secundaire plasmodia. Dit veroorzaakt cel hypertrofie en wortelgallen of -knollen, waarin de rustsporen gevormd worden.

2.7.3 Waardplant en vermeerdering

Knolvoet tast alleen kruisbloemigen aan, waaronder bekende landbouwgewassen als *Brassica oleracea* (kool), *B. napus* (koolzaad) en *B. rapa* (raapzaad). Deze soorten zijn verder onderverdeeld in varianten, zoals (bij kool) bloemkool, boerenkool en spruitkool. Per variant zijn commerciële rassen (cultivars) verkrijgbaar, waarvan rassen voorkomen met hoge en lage resistentie tegen knolvoet. Rasresistentie is de hoeksteen voor management van knolvoet, maar de meeste resistenties zijn gebaseerd op één gen tegen verschillende pathotypen van de schimmel *P. brassicae* [2]. Er zijn negen fysio's of pathotypen bekend die met verschillende kruisbloemigen onderscheiden worden. Met betrekking tot knolvoet wordt een ruime vruchtwisseling aanbevolen, waarbij kruisbloemige groenbemesters worden ontraden. Gele mosterd en bladkool zijn zeer vatbaar voor knolvoet, hoewel er rassen zijn met een natuurlijke resistentie tegen knolvoet. Bladrammenas daarentegen is een van de weinige kruisbloemigen die niet vatbaar is voor knolvoet. Kruisbloemige onkruiden zoals herderstasje zijn eveneens waardplant [3,4 5].



Knolvoet op een Aziatisch koolgewas Komatsuna (*Brassica campestris rapifera*).

2.7.4 Schade

Aan de wortels van de planten ontstaan onregelmatige opzwellingen (knollen), waardoor de water- en voedselopname stagneert. Aangetaste planten blijven achter in groei en gaan op zonnige dagen slap hangen. De schade heeft een bandbreedte van groeireductie tot complete plantuitval [3,4]. Schade kan worden tegengegaan door de pH te verhogen. Boven de 7.2 worden geen zoösporen gevormd. Bij lage temperaturen dus bij een vroege teelt is de schade geringer.

2.7.5 Bodenschimmelschema

grondsoort	Plasmodiophora brassicae		
	D, K, Z, ZA		
Akkerbouw	Schade/ vermeerdering	uitleg/bron schade	uitleg/bron vermeerdering
aardappel	-		
suikerbiet	-		
ui	-		
maïs	-		
wintertarwe	-		
zomertarwe	-		
wintergerst	-		
zomergerst	-		
rogge	-		
haver	-		
triticale	-		
luzerne	-		
winterkoolzaad	•••	kruisbloemig	
zomerkoolzaad	•••	kruisbloemig	
hennep	-		
cichorei	-		
Groenten			
erwt (conserven)	-		
stamslaboon	-		
veld-/tuinboon	-		
spinazie	-		
peen	-		
schorseneer	-		
prei	-		
witlof	-		
sluitkool	•••	Kruisbloemig,	
aardbei	-		
asperge	-		
Bloembollen			
dahlia	-		
gladiool	-		
lelie	-		
tulp	-		
Groenbemesters			
bladrammenas	-	niet gevoelig	[5]
gele mosterd	•••	Kruisbloemig,	[5]
engels raaigras	-		
italiaans raaigras	-		
facelia	-		
witte klaver	-		
bladkool	•••	kruisbloemig	
tagetes	-		
japanse haver	-		

2.7.6 Bronnen

1. Informatie en Kennis Centrum voor de Akker- en Tuinbouw, Kerngroep MJP-G, Plantenziektenkundige Dienst, De Landbouw Voorlichting (1994). Handboek Vrucht- en Teeltwisseling, alle open teelten (GO), behorend bij tabnr. 3, reeksnr. 11. Publisher IKC-AT, (Voormalig ministerie van LNV, actueel ministerie van EZ), p. 118.
2. Peng, G., Falk, K.C., Gugel, R.K., Franke, C., Yu, F., James, B., Strelkov, S.E., Hwang, S., McGregor, L., 2014. Sources of resistance to *Plasmodiophora brassicae* (clubroot) pathotypes virulent on canola. *Can. J. Plant Pathol.*, vol. 36, no. 1, pp. 89-99.
3. PPO AGV, DLV biologische landbouw (2006). Handleiding beheersing schade door schimmels, insecten slakken in de biologische akkerbouw en vollegrondsgroententeelt, pp. 151.
4. Everaarts AP (1990) Teelt van Spruitkool. Proefstation AGV Lelystad, pp. 112.
5. Eldering, C., Herder C. den, Hooijman, P., Persoon, L., Salomons J., Visser, E., Wander, J., 2013. Deskstudie verbetering mogelijkheden groenbemesters + nieuwe groenbemesters, pp. 61.

2.8 *Plenodomus lingam*

2.8.1 Algemeen

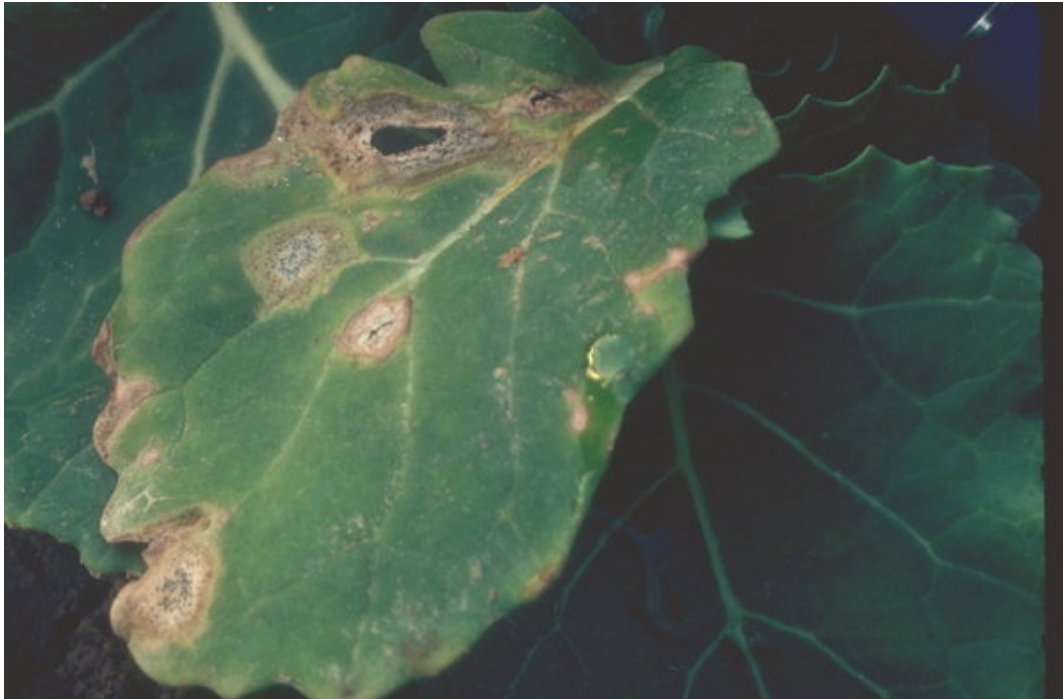
Recentelijk is *Plenodomus lingam* vastgesteld als de naam waar tot voor kort twee soortnamen voor werden gebruikt; *Leptosphaeria maculans* (geslachtelijke fase) en *Phoma lingam* (ongeslachtelijke fase) [4]. Dit is het meest voorkomende pathogeen in koolgewassen [3]. Deze ziekte veroorzaakt stengelkanker, ook kankerstronken, zwartbeen of vellers genoemd. De schimmel kan minimaal drie jaar op oogstresten in de grond overleven [1], hiermee neemt het risico op het optreden van deze ziekte toe naarmate de teeltintensiteit toeneemt. Aandacht voor waardplanten binnen het bouwplan is dan ook gewenst, vruchtwisseling wordt aanbevolen [2].

2.8.2 Levenscyclus

De schimmel begint de levenscyclus in de herfst met de vorming van ascosporen. De ascosporen worden in pseudothecien gevormd op stoppelresten van koolzaad. De ascosporen kunnen de jonge koolzaadplanten infecteren. De op de planten terecht gekomen ascosporen kiemen in aanwezigheid van water en vormen een kiembuis. De kiembuis penetreert de epidermis. Behalve door de ascosporen kunnen de plantjes ook geïnfecteerd worden door mycelium op stoppelresten (contact met wortels) en via besmet zaad. Na de penetratie vormt de schimmel een mycelium en ontstaan er lesies op de geïnfecteerde plantedelen (meestal kiemlobben of de bladeren). In de lesies ontstaan pycnidien die ongeslachtelijk pycniosporen vormen. Het mycelium breidt zich uit naar het centrale deel van de plant en groeit langs de vaatbundels naar de wortelhals. Op de wortelhals ontstaan hierdoor lesies, die naarmate het mycelium verder uitbreidt overgaat in necrose. Op de rand van de necrose, die zwart gekleurd is, ontstaan ook pycnidien die de ongeslachtelijke pycniosporen vormen. De pycniosporen veroorzaken een uitbreiding van de aantasting in het gewas met dezelfde symptomen en schade als de ascosporen. De vegetatieve cyclus (pycnidien → pycniosporen → pycnidien) kan meerdere keren per groeiseizoen voltooid worden. Na de dood van de planten en na de oogst ontwikkelt de schimmel zich saprofytisch op het dode plantenweefsels. Als de omstandigheden gunstig zijn in de herfst vormt de schimmel op zijn mycelium pseudothecien die ascosporen vormen welke zich verspreiden. De geslachtelijke cyclus (pseudothecien → ascosporen → pseudothecien) treedt in tegenstelling tot de vegetatieve cyclus maar eenmaal per groeiseizoen op [10].

2.8.3 Waardplant en vermeerdering

Phoma kan vele geslachten van de Cruciferen (kruisbloemigen) aantasten. Het meest voorkomend zijn aantastingen op kool, koolraap, knolraap en koolzaad [10]. Chinese kool is erg gevoelig voor deze schimmel [2]. Winterkoolzaad, zomerkoolzaad en sarepta mosterd zijn waardplanten, evenals diverse wilde kruisbloemigen zoals zandraket [3]. Deze planten zorgen voor vermeerdering, na aantasting kan de schimmel minimaal drie jaar op oogstresten overleven. Spruitkool is in het algemeen minder gevoelig [9]. Voor alle gevoelige gewassen geldt dat er meer of minder resistente rassen tegen beschikbaar zijn. Hiermee kan met het oog op vruchtwisseling rekening worden gehouden.



Leptosphaeria maculans op koolzaad (Foto: <http://www7.inra.fr/hyp3/pathogene/6lepmac.htm>)

2.8.4 Schade

Bij bloemkool, broccoli, Chinese kool en sluitkool wordt de voet van de plant bruin en er ontstaat droogrot. De plant valt om en sterft af, meestal nadat de kool gevormd is. Aangetaste kiemplanten vallen vaak direct weg of vertonen een lichtbruine vlek op de stengels. Op de grens bodem-lucht komt insnoering voor. Op de bladeren ontstaan papierachtige witte vlekken, waarin zich vrij grote vruchtlichamen (zwarte stippen, willekeurig gerangschikt) vormen. Deze vruchtlichamen blijven, als de zieke bladeren niet weggehaald worden, achter in de grond als nieuwe infectiebron [5,6,7,8,9]. In koele klimaten kan aantasting tot grote schade leiden.

2.8.5 Bodenschimmelschema

grondsoort	<i>Plenodomus lingam</i>		
	D, K, Z, ZA		
Akkerbouw	Schade/ vermeerdering	uitleg/bron schade	uitleg/bron vermeerdering
aardappel	-		
suikerbiet	-		
ui	-		
maïs	-		
wintertarwe	-		
zomertarwe	-		
wintergerst	-		
zomergerst	-		
rogge	-		
haver	-		
triticale	-		
luzerne	-		
winterkoolzaad	•••	[1]	[1]
zomerkoolzaad	•••	[1]	[1]
hennep	-		
cichorei	-		
Groenten			
erwt (conserven)	-		
stamslaboon	-		
veld-/tuinboon	-		
spinazie	-		
peen	-		
schorseneer	-		
prei	-		
witlof	-		
sluitkool	•••	[1]	[1]
aardbei	-		
asperge	-		
Bloembollen			
dahlia	-		
gladiool	-		
lelie	-		
tulp	-		
Groenbemers			
bladrammenas	?	[11]	[11]
gele mosterd	•	[12]	[12]
engels raaigras	-		
italiaans raaigras	-		
facelia	-		
witte klaver	-		
bladkool	?		
tagetes	-		
japanse haver	-		

2.8.6 Bronnen

1. Informatie en Kennis Centrum voor de Akker- en Tuinbouw, Kerngroep MJP-G, Plantenziektenkundige Dienst, De Landbouw Voorlichting (1994). Handboek Vrucht- en Teeltwisseling, alle open teelten (GO), behorend bij tabnr. 3, reeksnr. 11. Publisher IKC-AT, (Voormalig ministerie van LNV, actueel ministerie van EZ), p. 118.
2. PPO AGV, DLV biologische landbouw (2006). Handleiding beheersing schade door schimmels, insecten slakken in de biologische akkerbouw en vollegrondsgroententeelt, pp. 151.
3. Rouxel T., Balesdent M. H., 2005. The stem canker (blackleg) fungus, *Leptosphaeria maculans*, enters the genomic era. *Molecular Plant Pathology*, vol. 6 (3), p. 225–241
4. Gruyter J. de, Woudenberg J.H.C., Aveskamp M.M., Verkley G.J.M., Groenewald J.Z., Crous P.W., 2013. Redisposition of phoma-like anamorphs in *Pleosporales*. *Studies in Mycology*, vol. 75, p. 1-36.
5. PPO-AGV (Proefstation AGV Lelystad), 1993. Teelt van Bloemkool. Teelthandleiding nr. 51, pp. 120.
6. PPO-AGV (Proefstation AGV Lelystad), 1993. Teelt van Broccoli. Teelthandleiding nr. 54, pp. 85.
7. PPO-AGV (Proefstation AGV Lelystad), 1996. Teelt van Sluitkool. Teelthandleiding nr. 73, pp. 167.
8. PPO-AGV (Proefstation AGV Lelystad), 1996. Teelt van Chinese kool. Teelthandleiding nr. 70, pp. 53.
9. PPO-AGV (Proefstation AGV Lelystad), 1997. Teelt van Spruitkool. Teelthandleiding nr. 77, pp. 107.
10. Horeman G. H., 1982. De teelt van winterkoolzaad in de IJsselmeerpolders. i.h.b. de biologie van de belangrijkste pathogenen (alternatis, phoma en whetzeliana) en een onderzoek naar de bestrijding van alternaria en whetzeliana. Werkdocument, Wageningen, p. 75.
11. Siemens J., 2002. Interspecific Hybridisation between Wild Relatives and *Brassica napus* to Introduce New Resistance Traits into the Oilseed Rape Gene Pool. *Czech J. Genet. Plant Breed.*, vol. 38 (3–4), p. 155–157
12. Weber Z., Karolewski Z., 1998. Host range of Phoma lingam (Tode ex Fr.) Desm. isolates from the region of Poznan. *Bulletin OILB/SROP*, vol. 21(5), p. 27-31.

2.9 Pythium sulcatum

2.9.1 Algemeen

Pythium sulcatum en *Pythium violae* behoren tot de langzaam groeiende Pythium-schimmels. In nauwe rotaties met peen veelal op zandgrond kunnen met name op zaailingen diverse snelgroeiende Pythium soorten schade geven. Deze snelle groeiers kunnen dan later ook nog veel aantasting geven die lijkt op cavity spot. Op de zandgronden in Nederland lijkt *P. sulcatum* meer voor te komen. *P. violae* komt meer dan *P. sulcatum* voor in de NO-polder [1]. De waardplantreeks van *P. sulcatum* lijkt meer beperkt dan die van *P. violae*.

2.9.2 Levenscyclus

P. sulcatum overleeft met dikwandige oösporen vele jaren in de grond. Met vocht kiemen de oösporen en de uitkomende zoösporen zwemmen naar en op de wortels. Infectie van de peen treedt voornamelijk op in de strekkingszone achter de worteltop van de hoofdwortel of de zijwortels. De verdikking van de peen is ook een moment voor verhoogde infectiekansen. Ook na een regenperiode waarbij het land even onder water staat, treden infecties op. 15 tot 20 dagen later zijn de eerste symptomen op de wortels zichtbaar [1]. Met name naar het eind van het seizoen neemt de aantasting toe, waardoor met een goede monitoring de oogst op tijd kan worden uitgevoerd. *P. sulcatum* vormt op Apiacae gewassen veel oösporen die lang in de grond overblijven. Op veel gewassen kan hij zich in stand houden. De teelt van een niet-waard plant verlaagt nauwelijks het besmettingsniveau. Het lijkt erop dat wanneer de grond eenmaal besmet is, deze meer dan 10 jaar besmet blijft.

2.9.3 Vermeerdering en waardplant

P. sulcatum is geïsoleerd van peen en andere Apiacae, zoals peterselie en spinazie. Verder is *P. sulcatum* teruggevonden op bonen, aubergine, watermeloen, ui en peper [2]. De waardplantgeschiktheid in de kas was heel goed voor peen, selderij, peterselie en pastinaak, er was weinig wortelaantasting op sla, komkommer en meloen en geen wortelaantasting op ui, witte kool, mais en tomaat [3]. In Australië werd *P. sulcatum* gevonden op peterselie, pastinaak en selderij, werd een te verwaarlozen aantasting van boon en spinazie vastgesteld, terwijl suikerbiet, mais, broccoli, tomaat, komkommer, watermeloen, peper, sla, ui, gerst, haver, rogge en tarwe niet werden aangetast [4]. Na de gewassen tarwe, aardappelen, suikerbiet en katoen was er geen verschil in cavity spotaantasting [2] [5]. Dit geeft aan dat de vermeerdering op deze gewassen niet hoog is en niet van elkaar verschilt.



Cavity spot op peen.

2.9.4 Schade

De aantasting en de schade wordt groter bij late oogst van de peen onder vochtige omstandigheden en lagere temperaturen. *P. sulcatum* is tolerant voor metalaxyl [2].

2.9.5 Bodemschimmelschema

	<i>Pythium sulcatum</i>		
grondsoort	D, K, Z, ZA		
Akkerbouw	Schade/ vermeerdering	uitleg/bron schade	uitleg/bron vermeerdering
aardappel	-		
suikerbiet	-		[4]
ui	-		
mais	-		[4]
wintertarwe	-		[4]
zomertarwe	-		[4]
wintergerst	-		[4]
zomergerst	-		[4]
rogge	-		[4]
haver	-		[4]
triticale	?		
luzerne	?		
winterkoolzaad	?		
zomerkoolzaad	?		
hennep	?		
cichorei	?		
Groenten			
erwt (conserven)	?		
stamslaboon	••		[4]
veld-/tuinboon	?		
spinazie	•		[4]
peen	•••		[4]
schorseneer	?		
prei	?		
witlof	?		
sluitkool	-	[3]	[3]
aardbei	?		
asperge	?		
Bloembollen			
dahlia	?		
gladiol	?		
lelie	?		
tulp	?		
Groenbemesters			
bladrammenas	?		
gele mosterd	?		
engels raaigras	?		
italiaans raaigras	?		
facelia	?		
witte klaver	?		
bladkool	?		
tagetes	?		
japanse haver	?		

2.9.6 Bronnen

1. Huiskamp, T., J.A. Schoneveld, and R. Meier, *Het optreden van cavity spot in peen*, S. Zwanepol, Editor. 1991, PAGV Proefstation voor de Akkerbouw en de Groenteteelt in de Vollegrond: Lelystad. p. 202-211.
2. Hiltunen, L.H. and J.G. White, *Cavity spot of carrot (Daucus carota)*. Annals of Applied Biology, 2002. 141(3): p. 201-223.
3. Kalu, N.N., J.C. Sutton, and O. Vaartaja, *Pythium spp. associated with root dieback of carrot in Ontario*. Canadian Journal of Plant Science, 1976. 56(3): p. 555-561.
4. Davison, E.M. and A.G. McKay, *Host range of Pythium sulcatum and the effects of rotation on Pythium diseases of carrots*. 2003. 32(3): p. 339-346.
5. Jacobsohn, R., et al., *Studies of Carrot Cavity Spot*. Journal of Horticultural Science, 1984. 59(4): p. 529-536.

2.10 Pythium violae

2.10.1 Algemeen

Pythium violae en *Pythium sulcatum* behoren tot de langzaam groeiende schimmels. In de NO-polder komt *P. violae* meer voor dan *P. sulcatum* [1]. Op de zandgronden in Nederland lijkt *P. sulcatum* meer aanwezig te zijn.

In nauwe rotaties met peen veelal op zandgrond kunnen met name op zaailingen diverse snelgroeiende *Pythium* soorten schade geven. Deze snelle groeiers kunnen dan later ook nog veel aantasting geven die lijkt op cavity spot.

2.10.2 Levenswijze

P. violae overleeft met dikwandige oosporen vele jaren in de grond. Infectie van de peen treedt voornamelijk op in de strekkingszone achter de worteltop van de hoofdwortel of de zijwortels. Wanneer de verdikking van de peen inzet is ook een moment voor verhoogde infectiekansen. Ook na een regenperiode waarbij het land even onder water staat treden infecties op. 15 tot 20 dagen later zijn de eerste symptomen op de wortels zichtbaar [1]. Met name naar het eind van het seizoen neemt de aantasting toe, waardoor met een goede monitoring de oogst op tijd kan worden uitgevoerd. *P. violae* vormt veel oosporen die lang in de grond overblijven. Op veel gewassen kan hij zich in stand houden. De teelt van een niet-waard plant verlaagt nauwelijks het besmettingsniveau. Het lijkt erop dat wanneer de grond eenmaal besmet is, deze besmet blijft.

2.10.3 Vermeerdering en waardplant

P. violae werd geïsoleerd van luzerne (Californië), tarwe en rogge (Australië) en is pathogeen op deze gewassen. *P. violae* is ook geïsoleerd van symptoomloze waardplanten zoals kouseband, broccoli, selderij, komkommer, suikerbiet, meloen, bloemkool [2]. In dezelfde studie werd *P. violae* niet teruggevonden op tomaat, klaver, boon, ui, katoen, aardappel, mais, pompoen en erwt [3].

In Nederland was de aantasting van peen na uien en ook in geringe mate na witlof lager dan na peen, aardappelen, suikerbieten of spruiten en na gras hoger [4].



Cavity spot op peen.

2.10.4 Schade

Op de wortel ontstaan vaak glazige, bruine lesies (ovale vlekjes). Deze lesies groeien uit tot elliptische en/of onregelmatig vorm van ingezonken plekjes, soms gedeeltelijk bedekt door de oppervlakte. De lesies kunnen meer dan de helft van de omtrek van de peen beslaan. De plaats van aantasting op de wortel is vooral het bovenste derde deel van de peen waar de meeste laterale wortels gevormd worden. Bovengronds is er meestal niets aan het loof te zien. In nauwe rotaties met peen gaat de kwaliteit van de wortel vaak snel achteruit [4]. Op grond met slechte structuur is er vaak meer aantasting.

P. violae is gevoelig voor metalaxyl [2].

2.10.5 Bodemschimmelschema

	Pythium violae		
grondsoort	D, K, Z, ZA		
Akkerbouw	Schade/ vermeerdering	uitleg/bron schade	uitleg/bron vermeerdering
aardappel	-	[3]	[3] [4]
suikerbiet	•	[2]	[2]
ui	-	[3]	[3] [4]
maïs	-	[3]	[3]
wintertarwe	•	[2]	[2]
zomertarwe	•	[2]	[2]
wintergerst	?		
zomergerst	?		
rogge	•	[2]	[2]
haver	?		
triticale	?		
luzerne	•	[2]	[2]
winterkoolzaad	?		
zomerkoolzaad	?		
hennep	?		
cichorei	?		
Groenten	?		
erwt (conserven)	-	[3]	[3]
stamslaboon	?		
veld-/tuintoon	?		
spinazie	?		
peen	•	[2]	[2]
schorseneer	?		
prei	?		
witlof	-		[4]
sluitkool	?		
aardbei	?		
asperge	?		
Bloembollen	?		
dahlia	?		
gladiool	?		
lelie	?		
tulp	?		
Groenbemesters	?		
bladrammenas	?		
gele mosterd	?		
engels raaigras	••		[4]
italiaans raaigras	••		[4]
facelia	?		
witte klaver	-	[3]	[3]
bladkool	?		
tagetes	?		
japanse haver	?		

2.10.6 Bronnen

1. Huiskamp, T., J.A. Schoneveld, and R. Meier, *Het optreden van cavity spot in peen*, S. Zwanepol, Editor. 1991, PAGV Proefstation voor de Akkerbouw en de Groenteteelt in de Vollegrond: Lelystad. p. 202-211.
2. Hiltunen, L.H. and J.G. White, *Cavity spot of carrot (Daucus carota)*. Annals of Applied Biology, 2002. **141**(3): p. 201-223.
3. Schrandt, J.K., R.M. Davis, and J.J. Nunez, *Host range and influence of nutrition, temperature and pH on growth of Pythium violae from carrot*. Plant Disease, 1994. **78**(4): p. 335-338.
4. Huiskamp, T., *Effects of high cropping frequency on yield and quality of carrots*, in *XXXIII Intern. Hort. Congress*. 1990: Firenze, Italie. p. 529.
5. Schelling, G. and J. Theunissen, *Onderzaai van klaver in peen*. Ekoland, 2000. **5**: p. 20-23.

2.11 Rhizoctonia solani AG 2-2

2.11.1 Algemeen

Rhizoctonia solani is een algemeen voorkomende schimmel op allerlei gewassen.

R. solani is de naam voor de ongeslachtelijke vorm van de schimmel. Deze ongeslachtelijke vorm kent meerdere geslachtelijke vormen waardoor er meerdere soortnamen van *R. solani* bestaan zoals: *Thanatephorus cucumeris*, *Ceratobasidium* soorten, *Waitea* soorten e.a.

R. solani heeft altijd meer dan twee kernen in de cellen. Deze meerkernige *Rhizoctonia* heeft het vermogen dat wanneer twee nauw verwante *R. solani* schimmeldraden elkaar tegen komen deze met elkaar kunnen fuseren of anastomoserend. Zo kan *R. solani* worden ingedeeld in nauw aan elkaar verwante anastomosegroepen. Van de meerkernige *R. solani* zijn 13 anastomosegroepen bekend, waarbij van AG 1, 2, 3, 4, 6 en 9 weer onderverdelingen bekend zijn. Binnen AG 2 is het niet goed mogelijk de subgroepen te onderscheiden op basis van virulentie en waardplantspecificiteit [1]. AG 2-IIIB heeft belangrijke waardplanten onder de Graminae en de Fabaceae, terwijl AG 2-2IV vooral belangrijke waardplanten kent onder de Chenopodiaceae [2]. Later vonden Carling, Kuninaga et al. [1] dat isolaten van AG 2-IIIB en AG 2-2IV in gelijke mate bloemkool, radijs en suikerbieten aantasten, terwijl sla iets meer door isolaten van AG 2-IIIB ernstig wordt aangetast. Deze sub onderverdeling wordt niet altijd toegepast, waardoor de waardplantreeks voor AG 2-2 groter wordt dan deze in werkelijkheid is, uitgaande van een bepaalde aantasting op een specifiek veld. De *R. solani* AG 2-2 heeft als geslachtelijke vorm de naam *Thanatephorus cucumeris* gekregen.

2.11.2 Levenswijze

R. solani AG 2-2 is warmte minnend. Pas in een later stadium van de groei van het gewas, wordt dit bij hogere temperaturen aangetast. In het algemeen worden ondergrondse plantendelen aangetast, wat tot rot leidt. Op of los van deze gewasresten kan *Rhizoctonia* een tot twee jaar overleven in de vorm van sclerotia en bruine myceliumdraden. Vele gewassen worden aangetast waardoor de grond besmet blijft. Bij langdurige hoge besmettingsniveaus zoals bij continue teelt kan de aantasting terug lopen door het optreden van allerlei antagonisten. Ook kan in het centrum van de *Rhizoctonia* aantastingsplek het jaar daarop weinig aantasting optreden in tegenstelling tot waar de rand van de plek lag. Op plaatsen met een slechte bodemstructuur kan de aantasting in suikerbieten en bonen heviger verlopen.

Verder kan de aantastingsplek lokaal en in de tijd grillig verlopen door het optreden van ziekteverwekkende gronden. De ziekteverwekking bleek evenwel zeer lokaal verspreid en slecht te correleren aan eigenschappen van de grond, teeltmaatregelen of teeltopvolging [3]. Ook kan grondontsmetting met Monam of een granular nematicide leiden tot een hogere aantasting door *Rhizoctonia* in suikerbiet [4].

Verspreiding kan optreden met basidiosporen die gevormd worden op wit mycelium dat op het oppervlak van allerlei planten aanwezig kan zijn. In sommige landen kan dit leiden tot aantasting van het blad (foliar blight).

2.11.3 Waardplant en vermeerdering

Bij suikerbieten (wortelrot), peen (kroonrot, bruine vlekken op de peen), schorseneer en bonen (slaboon (*Vicia faba*), tuinboon (*Phaseolus vulgaris*) en soyaboon (*Glycine max*) [5]) is AG 2-2 de belangrijkste AG groep die de aantasting veroorzaakt. AG 2-2 kan verder aantasting geven van aardappel, mais, gras, koolzaad, gladiol en iris, boon, erwt, radijs, spinazie [6]). In Zuid Afrika taste AG 2-2 gerst, koolzaad, klaver, luzerne, lupine en tarwe aan ([7]). Voor tarwe is dit in tegenspraak met wat in Nederland wordt gevonden ([8]). Ook voor luzerne worden andere resultaten verkregen. Mogelijk hangen deze diverse waardplantgeschiktheidstyperingen samen met de verdere onderverdeling van AG 2-2 in sub-sub groepen. Op aardbei geeft *Rhizoctonia* zwart wortelrot. In zuid Afrika wordt zwart wortelrot vooral veroorzaakt door *R. fragariae* (=tweekernig *Rhizoctonia* AG-A en AG-G) en *R. solani* (AG 6) [9]. In California wordt zwart wortelrot vooral veroorzaakt door *Rhizoctonia* AG A en AG I en kwam *R. solani* nauwelijks als aantaster terug [10]. Daardoor is het onwaarschijnlijk dat *R. solani* AG 2-2 schade doet aan aardbei. De vermeerdering van AG 2-2 op aardbei blijft ongewis.

Minder vatbaar zijn, bladkool (*B. rapa*) en bladrammenas (*Raphanus sativus*) in tegenstelling tot phacelia (*Phacelia tanacetifolia*) [5].



Rhizoctonia plek in suikerbiet.



Doorgesneden biet met verrotting als gevolg van *Rhizoctonia solani*.

2.11.4 Schade

AG 2-2 geeft schade in iris en geeft geen schade in aardappel, maar de vermeerdering kan groter zijn dan na mais. In een tweejarige rotatie van suikerbiet afgewisseld met aardappel, mais of zomergerst, bleek op Vredepeel de schade in suikerbiet na aardappel groter te zijn dan na mais en weinig na zomergerst. Na 12 jaar was het effect omgekeerd en trad er minder *Rhizoctonia* op na aardappelen [11]. Wellicht zijn er door de teelt van continue waardplanten diverse antagonisten op gaan treden. Groenbemesters voorafgaand aan de teelt van suikerbiet verhogen de opbrengst van suikerbiet enigszins. Bladkool, bladrammenas en sarepta mosterd (*B. juncea*) verhogen de suikeropbrengst nog meer dan gele mosterd (*Sinapis alba*) en phacelia wanneer *Rhizoctonia solani* aanwezig is. Deze laatste twee gewassen vermeerderen *R. solani* het meest.

Continuteelt van suikerbiet leidt tot een onderdrukking (decline) van *Rhizoctonia solani*, wat ook kan optreden na twee jaar teelt van waardplanten, zoals mais-suikerbiet-suikerbiet [8].

De schade in suikerbiet kan worden tegengegaan door de teelt van *Rhizoctonia*-resistente rassen, voorafgaande teelt van wintertarwe of haver gevolgd door een groenbemester zoals bladrammenas. Een goede bodemstructuur en optimale pH zijn van belang om de groei vlot te laten verlopen en de schade door *Rhizoctonia* te beperken. AG 2-2 IIIB is in Europa voor suikerbieten veel belangrijker dan AG 2-2IV.

AG 2-2 geïsoleerd van Nederlandse suikerbieten geeft flinke schade in tulp en iris, maar niet in lelie en hyacint. Een AG 2-2 isolaat van suikerbiet uit Japan geeft in alle vier bloembol gewassen geen aantasting [12].

2.11.5 Bodenschimmelschema

Rhizoctonia solani AG 2-IIIB			
grondsoort	D, (K, Z,) ZA		
Akkerbouw	Schade/ vermeerdering	uitleg/bron schade	uitleg/bron vermeerdering
aardappel	•••	[8]	
suikerbiet	•••	[8]; [13]	[8]; [13]
ui	-	[8]	[8]
maïs	•••	[8]	[8]
wintertarwe	-		
zomertarwe	-	[8]	[8]
wintergerst	?		
zomergerst	?		
rogge	?		
haver	-	[8]	
triticale	?		
luzerne	-		
winterkoolzaad	••		
zomerkoolzaad	?		
hennep	?		
cichorei	?		
Groenten			
erwt (conserven)	?		
stamslaboon	••	[5]	[13]
veld-/tuintoon	••	[5]	
spinazie	?		
peen	•••	[8]	[8]
schorseneer	•••	[8]	[8]
prei	••		
witlof	?		
sluitkool	?		
aardbei		[9, 10]	
asperge	?		
Bloembollen			
dahlia	?		
gladiool	•••		[13]
lelie	•••	[12]	
tulp	•••	[12]	
Groenbemers			
bladrammenas	•	[5]	[5],[8]
gele mosterd	••	[5]	[5]
engels raaigras	•••	[8]	[8]
italiaans raaigras	•••	[8]	[8]
facelia	••	[5]	[5]
witte klaver	•••		
bladkool	•		[5]
tagetes	•••	[8]	
japanse haver	?		

2.11.6 Bronnen

1. Carling, D.E., S. Kuninaga, and K.A. Brainard, *Hyphal anastomosis reactions, rDNA-internal transcribed spacer sequences, and virulence levels among subsets of Rhizoctonia solani anastomosis group-2(AG-2) and AG-BI*. Phytopathology 43-50., 2002. 92: p. 43-50.
2. Ogoshi, A., *Ecology and pathogenicity of anastomosis and intraspecific groups of Rhizoctonia solani Kühn*. Annu. Rev. Phytopathol. , 1987. 25: p. 125-143.
3. Schneider, J.H.M. and J. Lamers. *Soil suppressiveness against Rhizoctonia solani AG 2-IIIB is independent from crop rotation*. in *71th IIRB Congress*. 2008.
4. Maas, P.W.T. and J.G. Lamers, *Management of the yellow beet cyst nematode with crop rotation, soil fumigation and granular nematicides*. 1988. 94(3): p. 113-122.
5. Buhre, C., *Einfluss von Fruchtfolge, Bodenbearbeitung, Sortenwahl und Zwischenfruchtanbau auf den Befall von Zuckerrüben mit Rhizoctonia solani*, in *Agrarwissenschaften*. 2008, Georg-August-Universität: Göttingen. p. 137.
6. Sneh, B., et al., *Rhizoctonia species: Taxonomy, Molecular Biology, Ecology, Pathology and Disease control*. 1996, Dordrecht: Kluwer Academic Publisher. 578.
7. Tewoldemedhin, Y.T., et al., *Characterization of Rhizoctonia spp. recovered from crop plants used in rotational cropping systems in the Western Cape province of South Africa*. 2006. 90(11): p. 1399-1406.
8. Lamers, J., et al., *Verdichting, voorvrucht en teeltmaatregelen tegen schade door Rhizoctonia solani in suikerbieten*. 2007, Praktijkonderzoek Plant & Omgeving, Akkerbouw, Groene ruimte en Vollegrondsgroenteteelt: Lelystad. p. 76.
9. Botha, A., et al., *Characterisation and pathogenicity of Rhizoctonia isolates associated with black root rot of strawberries in the Western Cape Province, South Africa*. 2003. 32(2): p. 195-201.
10. Martin, F.N., *Rhizoctonia spp. recovered from strawberry roots in central coastal California*. 2000. 90(4): p. 345-353.
11. Geelen, P.M.T.M., et al., *De invloed van de voorvrucht en de teeltfrequentie op de opbrengst en ziekte-aantasting van suikerbieten, zomergerst, aardappelen en snijmais op zandgrond*, in *Jaarboek PAGV 1994/1995*. 1995: Lelystad. p. 158-172.
12. Schneider, J.H.M., M.T. Schilder, and G. Dijkstra, *Characterization of Rhizoctonia solani AG 2 isolates causing bare patch in field grown tulips in the Netherlands*. 1997. 103(3): p. 265-279.
13. Hanse, B., *Teelthandleiding 10.5 bodemschimmels*. 2012, IRS: Bergen op Zoom. p. 1-16.

2.12 Rhizoctonia solani AG 3

2.12.1 Algemeen

Rhizoctonia solani is een algemeen voorkomende schimmel op allerlei gewassen. ,
R. solani is de naam voor de ongeslachtelijke vorm van de schimmel. Deze ongeslachtelijke vorm kent meerdere geslachtelijke vormen waardoor er meerdere geslachtelijke namen van *Rhizoctonia solani* bestaan zoals: *Thanatephoria cucumeris*, *Ceratobasidium*, *Waitea* e.a.

R. solani heeft altijd meer dan twee kernen in de cellen. Deze meerkernige *Rhizoctonia* heeft het vermogen dat wanneer twee nauw verwante *Rhizoctonia solani* schimmeldraden elkaar tegen komen deze met elkaar kunnen fuseren of anastomoser. Zo kan *Rhizoctonia solani* worden ingedeeld in nauw aan elkaar verwante anastomosegroepen. Van de meerkernige *R. solani* zijn 13 anastomosegroepen bekend, waarbij van AG 1, 2, 3, 4, 6 en 9 weer onderverdelingen bekend zijn.

De *R. solani* AG 3 heeft als geslachtelijke vorm de naam *Thanatephoria cucumeris* gekregen.

De tweekernige *Rhizoctonia* wordt ook onderverdeeld in AG groepen. Hiervan zijn bekend de groepen A tot en met S. *Rhizoctonia* spp AG D is bekend als *R. cerealis*, de veroorzaker van scherpe oogvlekkenziekte.

R. solani AG 3 kent 3 subgroepen namelijk *R. solani* AG 3 PT (potato), AG 3 TM (tomato) en AG 3 TB (tobacco).

Rhizoctonia solani kan al in de kiemfase voor wegval van de plant zorgen, het kan later bladverwelking en -vergelting geven, wortels en stengels kunnen aangetast worden en overlevingsstructuren van de schimmel zetten zich af op het oppervlak van het te oogsten product waardoor de kwaliteit verlaagd is.

2.12.2 Levenscyclus

Rhizoctonia solani AG-3 kan in de vorm van bruin mycelium en sclerotia overleven in de grond, op overgebleven gewasresten en op de oogst in de vorm van lakschurft op aardappelknollen. Met aardappelknollen wordt *R. solani* in schone grond geïntroduceerd en over de gehele wereld verspreid. Vanaf de knol worden ondergronds de stengels en de wortels aangetast evenals de stolonen en de jonge knollen. Vanuit de grond worden vooral de wortels en stolonen aangetast, maar ook de stengels. Beide inoculumbronnen zorgen voor veel lakschurft op de geoogste knollen.

Tijdens het groeiseizoen van de aardappel neemt de hoeveelheid *Rhizoctonia* inoculum in grote mate toe, waardoor er vooral na het afrijpen veel lakschurft kan worden afgezet. In de jaren daarna neemt het inoculum in de grond geleidelijk af, ook al wordt steeds een beetje nieuw inoculum gevormd. Maar omdat de vermeerdering op aardappel zo groot is, is de bodembesmetting alleen gerelateerd aan de aardappelteeltfrequentie en niet aan de teelt van andere gewassen [1]. Hoe langer dat het geleden is dat er aardappelen hebben gestaan hoe lager is de bodembesmetting. Ruime rotaties van 1 op 6 kunnen bij een lage hoeveelheid grondinoculum nog altijd tot afzetting van lakschurft op de knollen leiden door de grote vermeerderingsmogelijkheden tijdens het groeiseizoen van de aardappel [2]. Nauwe rotaties van 1 op 4 tot 1 op 2 geven steeds meer schade aan de plantdelen, als gevolg van de grondgebonden *Rhizoctonia* [3]. Een grond- of knolbehandeling tegen *Rhizoctonia* die tot een lagere gewasinfectie en lakschurft besmetting heeft geleid, geeft ook een lagere bodembesmetting [4].

De geslachtelijke vorm van *R. solani* AG 3 wordt gevonden als een wit schimmelmanchet op de stengelbasis aan en op het grondoppervlak van de aardappelstengel, veelal op zand- en dalgronden. De ascosporen die hier gevormd worden kunnen elders weer infecteren.

Rhizoctonia solani kent vele antagonisten die sterk naar voren komen, wanneer *Rhizoctonia* besmetting lang hoog blijft, zoals bij de continue teelt van aardappelen [1].

2.12.3 Waardplant en vermeerdering

R. solani AG 3 PT (potato) tast voornamelijk de stengels, stolonen en wortels van aardappel aan vooral bij 10-15 °C. Er bestaat ook AG 3 TB (tobacco) die de bladeren van tabak aantast (deze is niet pathogeen op aardappel [5]). AG 3 PT (tast ook tomaat en aubergine aan [6]). Deze gewassen komen meestal niet samen in de rotatie voor. Op 26 andere gewassen werd geen aantasting gevonden, afgezien van een wortel necrose op *Deschampsia beringensis* (hairgrass, smele). Wel kan AG 3 epifytisch groeien op de meeste gewassen, waardoor de overleving in de bodem verlengd wordt [7]. AG-5 tast ook de aardappel aan, maar dan voornamelijk de stengels. Dit gebeurt niet bij lage temperaturen van 10 °C. De wortels worden door AG 5 niet aangetast [8]. Ook AG 8 tast bij hoge temperatuur de wortels niet aan. Daarom

worden deze AG groepen niet verder behandeld.



Lakschurft op de knol en afgestorven stengels met lesies van *Rhizoctonia*.



Plant met geknepen blaadjes door watergebrek agv *Rhizoctonia*.



Lakschurft op de aardappelknol.

2.12.4 Schade

Zowel de stengels als de stolonen kunnen afsterven waardoor de opkomst vertraagd of slecht is. Volledig aangetaste ondergrondse stengeldelen leiden in een vroeg stadium tot het uitlopen van de stengel onder de aantasting, waardoor de opkomst verder vertraagd wordt. Hierdoor wordt de totaalopbrengst verlaagd. Is de stengel boven gekomen, dan verkrijgt de stengel meer weerstand tegen infectie door *Rhizoctonia*. In een later stadium leidt de rondom aangetaste stengel tot bovengrondse knolvorming in de oksels van de bladeren. Knol inoculum geeft vooral schade aan de stengels, grondinoculum kan veel schade geven aan de stolonen. Aangetaste stolonen leiden tot het meerdere keren uitlopen van de stolonen, waardoor een ongunstige sortering met veel kleine knollen ontstaat. Zelfs worden er krielnesten gevormd van allemaal kleine aardappelen, vooral op zand- of dalgronden. De aantasting vanaf de knol of vanuit de grond leidt ieder tot een 8 % lagere opbrengst aan zetmeel. De knollen worden meer misvormd, er kunnen groeischeuren ontstaan, het schilweefsel kan door de vroege aantasting met mycelium van *Rhizoctonia* gaan verkurken. Dit kan tot 50 % uitval leiden in tafelaardappelen.

De aantasting van stengels en stolonen is sterk gerelateerd aan de teeltfrequentie [9]. Granulaire nematiciden in het voorjaar toegepast voor de bestrijding van nematoden verhogen de aantasting van het gewas door *Rhizoctonia* [9], aangezien ook fungivore aaltjes en springstaarten worden bestreden, die normaal de aantasting door *Rhizoctonia* terugdringen [10]. Lage temperaturen of droge grond leiden tot meer aantasting en tot minder sclerotium vorming. Als mijten en fungivore aaltjes aanwezig zijn dan leiden lage temperaturen en droge grond niet tot meer aantasting [11].

De schade die wordt veroorzaakt door lakschurftafzetting op de knollen is veel minder gerelateerd aan de teeltfrequentie (alleen zeer ruime rotaties (1/6) hebben minder lakschurft). Bij 1 op 2 tot 1 op 4 rotaties met pootaardappelen kan de oogst zonder *Rhizoctonia*-middelen al verloren gaan door de ontwikkeling van lakschurft [12]. Lakschurftafzetting kan worden tegengegaan door na 10 dagen te rooien na loofdoding, looftrekken of groenrooien. Twintig tot dertig dagen na loofdoding is de lakschurftafzetting maximaal. Schade aan stengels, stolonen en knollen kan worden tegengegaan door een knolbehandeling en/of grondbehandeling met middelen tegen *Rhizoctonia solani*. In de zetmeelteelt wordt een verlaagde dosering voor de grondbehandeling geadviseerd [13], in de consumptieteelt een knolbehandeling bij aanwezigheid van lakschurft op de knol.

2.12.5 Bodenschimmelschema

grondsoort	<i>Rhizoctonia solani</i> AG 3		
	D, K, Z, ZA		
Akkerbouw	Schade/ vermeerdering	uitleg/bron schade	uitleg/bron vermeerdering
aardappel	•••	[14]	[14]
suikerbiet	-		
ui	-		
maïs	-		
wintertarwe	-		
zomertarwe	-		
wintergerst	-		
zomergerst	-		
rogge	-		
haver	-		
triticale	-		
luzerne	-		
winterkoolzaad	-		
zomerkoolzaad	-		
hennep	-		
cichorei	-		
Groenten			
erwt (conserven)	-		
stamslaboon	-		
veld-/tuinboon	-		
spinazie	-		
peen	-		
schorseneer	-		
prei	-		
witlof	-		
sluitkool	-		
aardbei	-		
asperge	-		
Bloembollen			
dahlia	-		
gladiool	-		
lelie	-		
tulp	-		
Groenbemesters			
bladrammenas	-		
gele mosterd	-		
engels raaigras	-		
italiaans raaigras	-		
facelia	-		
witte klaver	-		
bladkool	-		
tagetes	-		
japanse haver	-		

2.12.6 Bronnen

1. Scholte, K., *Effect of crop rotation on the incidence of soil-borne fungal diseases of potato*. 1992. 98(2 Supplement): p. 93-101.
2. Hoekstra, O. and J.G. Lamers, *28 jaar De Schreef*, in *Publikatie nr 67*. 1993, PAGV: Lelystad. p. 207.
3. Lamers, J., *Rhizoctonia solani, grondbesmetting gekoppeld aan teeltfrequentie*. BioKennis bericht 2007. Februari 2007: p. 1-4.
4. Lootsma, M. and K. Scholte, *Effects of soil disinfection and potato harvesting methods on stem infection by Rhizoctonia solani Kuhn in the following year*. 1996. 39(1): p. 15-22.
5. Stevens Johnk, J., et al., *Characterization of populations of Rhizoctonia solani AG-3 from potato and tobacco*. Phytopathology, 1993. 83: p. 854-858.
6. Misawa, T. and S. Kuninaga, *The first report of tomato foot rot caused by Rhizoctonia solani AG-3 PT and AG-2-Nt and its host range and molecular characterization*. 2010. 76(5): p. 310-319.
7. Carling, D.E., K.M. Kebler, and R.H. R.H.Leiner, *Interactions between Rhizoctonia solani AG-3 and 27 plant species*. Plant Disease 1986. 70: p. 577-578.
8. Carling, D.E. and R.H. Leiner, *Effect of temperature on virulence of Rhizoctonia solani and other Rhizoctonia on potato*. Phytopathology, 1990. 80: p. 930-934.
9. Scholte, K., *The effect of crop rotation and granular nematicides on the incidence of Rhizoctonia solani in potato*. 1987. 30(2): p. 187-199.
10. Hofman, T.W., *Effects of granular nematicides on the infection of potatoes by Rhizoctonia solani*, in *Landbouwwetenschappen*. 1988, Landbouwniversiteit Wageningen: Wageningen. p. 125.
11. Lootsma, M. and K. Scholte, *Effects of the springtail Folsomia fimetaria and the nematode Aphelenchus avenae on Rhizoctonia solani stem infection of potato at temperatures of 10 and 15°C*. 1997. 46(2): p. 203-208.
12. Floot, H.W.G., J.G. Lamers, and W.v.d. Berg, *De invloed van de intensiteit van het bouwplan op poot aardappelen, suikerbieten en wintertarwe (vruchtwisselingsproefveld FH 82)*, in *Verslag nr 139*. 1992, Proefstasjon voor de Akkerbouw en de Groenteteelt in de Vollegrond: Lelystad. p. 127.
13. Wijnholds, K.H. and J.G. Lamers, *Beheersing Rhizoctonia in zetmeelaardappelen*. 2010, Valthermond: Praktijkonderzoek Plant & Omgeving, Sector AGV.
14. Scholte, K., *Effects of soil-borne Rhizoctonia solani Kühn on yield and quality of ten potato cultivars*. 1989. 32(3): p. 367-376.

2.13 Sclerotinia minor

2.13.1 Algemeen

Sclerotinia minor werd en wordt veel in verband gebracht met schade in sla en knolselderij, maar overleeft op veel gewassen.

2.13.2 Levenscyclus

In tegenstelling tot *S. sclerotiorum* is myceliumproductie de primaire route bij *S. minor*, apothecia met productie van ascosporen komt zelden voor in het veld [3]. *S. minor* sclerotieën produceert mycelium (schimmeldraden, ongeslachtelijk) en verspreid zich door de bodem, waarbij direct infectie plaats vindt via de plantenwortels of onderste bladeren. Gevolg: verwelkende planten met stengelrot, stengelkanker en een witte laag schimmelweefsel, waarin zich nieuwe sclerotieën ontwikkelen. Vermeld wordt dat *S. minor* minder vaak voorkomt dan *S. sclerotiorum* [6], maar als het voorkomt is *S. minor* consistent aanwezig, terwijl *S. sclerotiorum* meer sporadisch voorkomt [4].

2.13.3 Waardplant en vermeerdering

Van *S. minor* zijn veel minder waardplanten bekend dan van *S. sclerotiorum*. Diverse plant families zijn waardplant van *S. minor*, waaronder schermbloemigen (Apiaceae), composieten (Asteraceae), kruisbloemigen (Brassicaceae) en de vlinderbloemigen (Fabaceae) [1]. Ook leden van de anjerfamilie (Caryophyllaceae) zijn waardplant. Wilde cichorei, sla, aardpeer (*Helianthus tuberosus*), erwt en jonge tuinboonplanten gingen dood na infectie met *S. minor* [2]. Ook andijvie, witlof, spinazie, pepers, tomaat, pinda, zonnebloem en komkommer worden genoemd. Op sla komt zowel *S. minor* als *S. sclerotiorum* voor, maar *S. minor* is dominant aanwezig [4]. In New Jersey kunnen slatelers 3-4 jaar sla telen op hetzelfde perceel, voordat sclerotien-rot te erg wordt. Wanneer 4 jaar geen waardplant wordt geteeld, kan sla weer voor 3-4 jaar geteeld worden [3].

2.13.4 Schade

De aantasting begint vooral bij de onderste, op de bodem liggende bladeren. Het rot, een waterachtige verwelking, verspreid zich snel door de plant, waarna wit schimmelpluis ontstaat. Hier ontstaan de zwarte sclerotieën. Zet de aantasting door dan rotten de planten vrij snel weg [5,8].

2.13.5 Bodenschimmelschema

grondsoort	<i>Sclerotinia minor</i> D, K, Z, ZA		
Akkerbouw	Schade/ vermeerdering	uitleg/bron schade	uitleg/bron vermeerdering
aardappel	?		
suikerbiet	?		
ui	?		
maïs	?		
wintertarwe	?		
zomertarwe	?		
wintergerst	?		
zomergerst	?		
rogge	?		
haver	?		
triticale	?		
luzerne	•••	[1]	vlinderbloemige
winterkoolzaad	•••	[1]	kruisbloemige
zomerkoolzaad	•••	[1]	kruisbloemige
hennep	?		
cichorei	•	[1,2]	composiet
Groenten			
erwt (conserven)	•	[1,2]	vlinderbloemige
stamslaboon	•	[1]	vlinderbloemige
veld-/tuinboon	•	[1]	vlinderbloemige
spinazie	•		
peen	•	[1]	schermbloem
schorseneer	•	[1]	composiet
prei	?		
witlof	•	[1]	composiet
sluitkool	•	[1]	kruisbloemige
aardbei	?		
asperge	?		
Bloembollen			
dahlia	•	[1]	composiet
gladiool	?		
lelie	?		
tulp	?		
Groenbemers			
bladrammenas	•	[1]	kruisbloemige
gele mosterd	•	[1]	kruisbloemige
engels raaigras	?		
italiaans raaigras	?		
facelia	?		
witte klaver	•	[1]	vlinderbloemige
bladkool	•	[1]	kruisbloemige
tagetes	•	[1]	composiet
japanse haver	?		

2.13.6 Bronnen

1. Farr DF, Rossman AY. Fungal Databases, Systematic Mycology and Microbiology Laboratory, ARS, USDA. Retrieved December 8, 2014, from <http://nt.ars-grin.gov/fungaldatabases/>.
2. Keay MA, 1939. A study of certain species of the genus *Sclerotinia*. *Annals of Applied Biology*, vol. 26, p. 227-246.
3. Adams PB, Ayers WA, 1979. Ecology of *Sclerotinia* species. *Phytopathology*, vol. 69 (8), p. 896-899.
4. Saharan GS, Mehta N, 2008. *Sclerotinia* Diseases of Crop Plants: Biology, Ecology and Disease Management. Springer Science+Business Media B.V., ISBN 978-1-4020-8407-2, pp. 531.
5. PPO-AGV (Proefstation AGV Lelystad), 1994. Teelt van Sla in al haar soorten. Teelthandleiding nr. 63, pp. 120.
6. DLV / PPO-AGV, 2011. Kennisinventarisatie Sclerotinia problematiek; inventarisatie bestaande kennis m.b.t. Sclerotinia in het bouwplan, i.o.v. PT/PA. PT-projectnummer 14325, pp. 62.
7. Informatie en Kennis Centrum voor de Akker- en Tuinbouw, Kerngroep MJP-G, Plantenziektenkundige Dienst, De Landbouw Voorlichting (1994). Handboek Vrucht- en Teeltwisseling, alle open teelten (GO), behorend bij tabnr. 3, reeksnr. 11. Publisher IKC-AT, (Voormalig ministerie van LNV, actueel ministerie van EZ), p. 118.
8. Jagger IC, 1920. *Sclerotinia minor*, n. sp., the cause of a decay of lettuce, celery, and other crops. *Journal of Agricultural Research*, vol. 20, (4), p. 331-335.

2.14 Sclerotinia sclerotiorum

2.14.1 Algemeen

Sclerotinia sclerotiorum behoort tot de ascomyceten of zakjeszwammen (sporezakjes met ascosporen) binnen de familie van de Sclerotiniaceae. De schimmel gaat gepaard met opvallend veel schimmelpluis en grote, zwarte sclerotien. Vandaar de naam sclerotienrot of ook wel rattenkeutelziekte. Sclerotinia is een zwakteparasiet; zieke, zwakke, aangevreten, mechanisch beschadigde en verouderende planten zijn gevoelig. Gezonde planten worden minder met succes geïnfecteerd. De schimmel kan vele jaren in de bodem overleven. Het probleem lijkt toe te nemen in veel bouwplannen door het telen van meer gevoelige gewassen, meer neerslag en hogere temperaturen in de (na)zomerperiode. Advies is om een ruim bouwplan aan te houden, met aandacht voor gewaskeuze en vruchtopvolging. Ook met betrekking tot belendende percelen, ascosporen kunnen zich namelijk over een grote afstand van 200 m of meer verspreiden.

2.14.2 Levenscyclus

Ontwikkeling van *S. sclerotiorum* begint met een soms jarenlang verborgen leven in de bodem als een sclerotium; een rustfase van opgehoopt en voedselrijk mycelium. Twee wegen worden bewandeld bij kieming van deze sclerotien:

- 1) apothecia (vruchtlichamen, geslachtelijk) worden bovengronds geproduceerd waaruit ascosporen de lucht in worden geschoten. Sporen komen op de bloembladeren terecht, maar er vind (nog) geen succesvolle infectie plaats op gezond plantenweefsel! Pas wanneer verouderd, dood of beschadigd plantmateriaal (bijvoorbeeld los bloemblad op een blad) is gekoloniseerd door *S. sclerotiorum* en dit staat in contact met gezond plantenweefsel, vind een succesvolle infectie van het gezonde weefsel plaats. Dit eerste deel vindt bij het overgrote deel van de waardplanten plaats.
- 2) mycelium (schimmeldraden, ongeslachtelijk) wordt geproduceerd en verspreid zich door de bodem, waarbij direct infectie plaats vind via de plantenwortels of onderste bladeren. Gevolg: verwelkende planten met stengelrot, stengelkanker en een witte laag schimmelweefsel, waarin nieuwe sclerotien ontwikkelen. Dit komt voor bij enkele waardplanten, waaronder peen, sla, witlof en zonnebloemen. Er worden geen conidien door *S. sclerotiorum* gemaakt.

Het meerjarig overleven van sclerotia, overbrenging via grond en zaad, geeft de ziekte een persistent karakter binnen en tussen percelen. Maar de typische kenmerken van de levenscyclus van *S. sclerotiorum* kunnen zeer goed benut worden in management strategieën tegen deze ziekte [3].

2.14.3 Waardplant en vermeerdering

S. sclerotiorum heeft één van de breedste waardplantreeksen onder de schimmels tot wel 400 soorten [3,4,5,6,7]. Sclerotinia gevoelige gewassen zijn aardappelen, aardbei, andijvie, bladrammenas, blauwmaanzaad, karwij, knolselderij, kool, koolzaad, peen, peulvruchten, prei, sla, witlof, maar ook onkruiden als klein kruiskruid [6]. Houtige gewassen, grassen, granen, mais en suikerbieten zijn geen of weinig gevoelige gewassen [2,6,7]. Bij monocotyle gewassen als graan, gras(zaad) en mais wordt een afname verwacht [6]. Dit geeft de mogelijkheid om de meest gevoelige gewassen na een niet gevoelige/vermeerderende waardplant te telen. De term waardplanten kan breder geïnterpreteerd worden dan alleen gewassen; binnen de gewassen zitten rassen die meer of minder gevoelig zijn en op gezond groeiende planten vindt geen succesvolle infectie plaats. In sluitkool bijvoorbeeld is de schade rasafhankelijk [6]. Door het telen van een niet-waardplant neemt de bodembesmetting met ongeveer 30 % af [9]. Bij het telen van de waardplant hangt de vermeerdering sterk af van de omstandigheden die de vorming van de sclerotia bevorderen op de afstervende gewassen en gewasresten. Door deze te drogen of vroegtijdig goed in te werken kan de vorming mogelijk afgeremd worden.



Sclerotinia sclerotiorum op aardappelstengels.



Door *Sclerotinia* aangetaste penen.

2.14.4 Schade

Schade door *S. sclerotiorum* komt het meest voor op humeuze zandgrond en in de veenkoloniën. Schade treedt vooral op onder vochtige omstandigheden en een dichte stand van het gewas [6,7]. Gewasverliezen van 0-100% zijn gerapporteerd. *S. sclerotiorum* onttrekt voedingsstoffen aan het plantenweefsel. Dit leidt tot necrose; het plantenweefsel sterft af. Geleidelijk vormt zich veel schimmelpuis en worden tot wel 10 mm grote sclerotien gevormd.

In aardappelen ontstaat schade wanneer ascosporen

1. de oude bladeren of afgevallen bloembladeren hebben geïnfecteerd en vandaaruit de stengel aantasten
2. verwonde stengels infecteren op plaatsen waar de stengels geknakt zijn of waar bladeren zijn afgevallen.

In de aangetaste stengels worden de rattenkeutels gevormd.

De sclerotia kiemen pas als deze een koude periode van enkele dagen rond 5 °C gehad hebben. Door te ploegen worden de sclerotia diep ondergewerkt en worden een jaar later weer naar boven geploegd. De sclerotia in de bovenste 4 cm kunnen dan paddenstoelen vormen. Door te schoffelen voor het sluiten van het gewas kunnen de kiemende sclerotia beschadigd worden.

Bestrijding van de sclerotia is mogelijk met Contans. Dit middel op basis van de antagonist *Coniothyrium minitans* dient in het najaar door de bouwvoor gemengd te worden, zo mogelijk op de plaats waar in het voorjaar/zomer de sclerotien in de bovenste laag kiemen. Grote hoeveelheden en herhaalde toepassing is noodzakelijk om de bodembesmetting te verlagen [10].

2.14.5 Bodenschimmelschema

grondsoort	<i>Sclerotinia sclerotiorum</i>		
Akkerbouw	D, Z, ZA		
	Schade/ vermeerdering	uitleg/bron schade	uitleg/bron vermeerdering
aardappel	••	[1], [6], [7]	
suikerbiet	•		Hanse, pers med.
ui	•	[6]	
maïs	-	[2],[6]	
wintertarwe	-	[2],[6]	
zomertarwe	-	[2],[6]	
wintergerst	-	[2],[6]	
zomergerst	-	[2],[6]	
rogge	-	[2],[6]	
haver	-	[2],[6]	
triticale	-	[2],[6]	
luzerne	?	[1]	
winterkoolzaad	?	[7]	
zomerkoolzaad	?	[7]	
hennep	?		
cichorei	?	Hanse, pers. med.	
Groenten			
erwt (conserven)	•	[1],[6],[7]	
stamslaboon	••	[1],[6]	
veld-/tuinboon	•	[1],[6]	
spinazie	?		
peen	••	[6]	
schorseneer	?		
prei	?		
witlof	••	[6], [7]	
sluitkool	••	[1], [6]	
aardbei	-	[6]	
asperge	?		
Bloembollen			
dahlia	?	[7]	
gladiool	?	N.g.	
lelie	?	N.g.	
tulp	?	N.g.	
Groenbemesters			
bladrammenas	•••	[6], [8]	
gele mosterd	•••	[8]	
engels raaigras	-	[2],[6],[8]	
italiaans raaigras	-	[2],[6],[8]	
facelia	?		
witte klaver	?	[8]	
bladkool	•••	[1],[8]	
tagetes	?	[8]	
japanse haver	-	[8]	

2.14.6 Bronnen

1. Purdy LH, 1979. *Sclerotinia sclerotiorum*: History, Diseases and Symptomatology, Host Range, Geographic Distribution, and Impact. *Phytopathology*, vol. 69 (8), p. 875-880.
2. Lamers, J. (2010). Beheersing van *Sclerotinia*. Bio-kennis bericht december 2010: 1-4. <http://edepot.wur.nl/189299>.
3. Rollins JA, Cuomo CA, Dickman MB, Kohn LM, 2014. Genomics of *Sclerotinia sclerotiorum* (in: *Genomics of Plant-Associated Fungi and Oomycetes: Dicot Pathogens*. Berlin, Heidelberg : Springer Berlin Heidelberg, pp. 239.
4. Boland GJ, Hall R, 1994. Index of plant hosts of *Sclerotinia sclerotiorum*. *Canadian Journal of Plant Pathology*, vol. 16, p. 93-108.
5. Farr DF, Rossman AY. Fungal Databases, Systematic Mycology and Microbiology Laboratory, ARS, USDA. Retrieved December 8, 2014, from <http://nt.ars-grin.gov/fungaldatabases/>.
6. DLV / PPO-AGV, 2011. Kennisinventarisatie *Sclerotinia* problematiek; inventarisatie bestaande kennis m.b.t. *Sclerotinia* in het bouwplan, i.o.v. PT/PA. PT-projectnummer 14325, pp. 62.
7. Informatie en Kennis Centrum voor de Akker- en Tuinbouw, Kerngroep MJP-G, Plantenziektenkundige Dienst, De Landbouw Voorlichting (1994). Handboek Vrucht- en Teeltwisseling, alle open teelten (GO), behorend bij tabnr. 3, reeksnr. 11. Publisher IKC-AT, (Voormalig ministerie van LNV, actueel ministerie van EZ), p. 118.
8. Eldering, C., Herder C. den, Hooijman, P., Persoon, L., Salomons J., Visser, E., Wander, J., 2013. Deskstudie verbetering mogelijkheden groenbemesters + nieuwe groenbemesters, pp. 61.
9. Ben-Yephet, Y., A. Genizi, and E. Siti, *Sclerotial survival and apothecial production by Sclerotinia sclerotiorum following outbreaks of lettuce drop*. *Phytopathology*, 1993. **83**(5): p. 509-513.
10. Gerlagh, M., et al., *Long-Term Biosanitation by Application of Coniothyrium minitans on Sclerotinia sclerotiorum-Infected Crops*. *Phytopathology*, 1999. **89**(2): p. 141-147.

2.15 Verticillium dahliae

2.15.1 Algemeen

Verticillium dahliae is een verwelkingsziekte in veel dicotyle gewassen. Er zijn meer dan 200 waardplanten bekend. Gewassen met afstervende stengels zoals aardappelen, koolzaad, blauwmaanzaad en vlas zijn en gevoelig en vermeerderen de schimmel sterk. Gewassen die het eerste jaar nog geen stengel vormen, hebben het eerste jaar relatief veel minder last dan het tweede jaar wanneer zij wel een stengel vormen, zoals suikerbieten, spinazie, karwij, sla, bloemkool. Bij warm weer wordt de meeste schade aangericht. De schimmel komt op alle grondsoorten voor.

V. dahliae kan weer onderverdeelt worden op basis van Vegetative Compatibility Groups. Er zijn 6 VCG's bekend, die ook weer verschillende waardplanten kennen [1]. Isolaten van de twee belangrijkste VCG's gaven geen verschil te zien in virulentie op een 9-tal bomen. Isolaten zijn hooguit meer virulent op de waardplant vanwaar ze afkomstig zijn [2]. Daarom wordt hier geen onderscheid gemaakt in VCG typen van *V. dahliae*. *Verticillium longisporum* maakt langere conidiosporen dan *V. dahliae* en heeft vooral de cruciferen (sla, bloemkool, koolzaad) als waardplant. Het staat ter discussie of *V. longisporum* als een aparte soort moet worden onderverdeelt of toch tot *V. dahliae* moet worden gerekend [1].

2.15.2 Levenswijze

Verticillium dahliae is een bodemgebonden schimmel die in de vorm van microsclerotien jarenlang in de grond overleeft. Het infecteert de wortels en groeit naar binnen naar de vaatbundels. In de vaatbundels verstopt het de vaten en vormt bovendien toxinen die met de waterstroom meegaan. De vaatbundels kunnen gaan verkleuren. Veelal gaan de blaadjes halfzijdig verwelken. Dit kan het eerste symptoom zijn, waardoor *V. dahliae* opvalt. De blaadjes verwelken van onderaf de stengel naar boven toe, verkleuren en vallen af. De stengel sterft daarna vervroegd af (early dying disease). Op de afgestorven stengel zijn loodgrijze verkleuringen op en in de stengel zichtbaar. De grijze kleur wordt gevormd door de vele speldenpunt grote microsclerotien van de schimmel. Na onderploegen komen de microsclerotien langzaam vrij zodat het tweede jaar na een waardplant de meeste microsclerotien in de grond geteld worden. De microsclerotien zijn tot 10-15 jaar na inwerken terug te vinden. De afbraaksnelheid in de grond wordt geschat op 40 % [3].

2.15.3 Waardplant en vermeerdering

De vermeerdering is bij aardappelen afhankelijk van de teeltwijze en het ras.

Het ras Mirka produceert veel minder microsclerotien in de bovengrondse stengeldelen dan het ras Element. De rassen Ostara en Astarte zitten hier middenin [4]. Aardappelen en vlas (zonder oogst van het stro) produceren veel meer microsclerotien dan andere gewassen zoals ui, erwten, veldbonen, gerst, tarwe en koolzaad [4]. Later kwamen er uit modelberekeningen waarden van 50 * meer vermeerdering voor vatbare aardappelen ten opzichte van andere gewassen [3]. In continueelt van ui, mais, bruine boon, vezelvlas en conservenerwten werd geen *Verticillium* besmetting opgebouwd in tegenstelling tot veldboon [5]. Ook in Californie werd geen belangrijke vermeerdering gemeld voor luzerne (anders dan in Engeland), ui, haver, mais, gerst, tarwe, peen en erwt [6].

Aardappelen na gras met klaver geven meer schade van *Verticillium dahliae* te zien, vanwege de vermeerdering op de klaver.

Aardbeien zijn erg gevoelig voor schade van *Verticillium*, maar geven weinig vermeerdering, zodat in continueelt geen opbouw van *Verticillium* plaats vindt.

Bij een nauw bouwplan lijkt *V. dahliae* zich aan te passen (toename virulentie) aan de gewassen die geteeld worden. Bij introductie van een nieuw gewas kan het zijn dat de aantasting eerst nog gering is, maar later meer wordt door een toegenomen virulentie van het pathogeen.

Verticillium dahliae heeft een zeer brede waardplantenreeks van 200 soorten. Veel schade kan er optreden in aardappelen, aardbeien, tomaat, aubergine, biet, boon, komkommer, kool, meloen, spruitkool (bloemkool), olievlas ea. Buiten Nederland is ook aantasting aangetoond in pompoen, rabarber, rammenas, selderij, spinazie, koolzaad, zonnebloem en witlof.

Naast *Verticillium dahliae* worden tegenwoordig ook andere *Verticillium* soorten onderscheiden zoals *Verticillium longisporum*, die vooral de Brassicaceae als waardplant heeft en *Verticillium alfalfae*, die alleen de lucerne als waardplant kent [7].



Halfzijdige verwelking en afsterving van aardappelbladeren door *Verticillium dahliae*.

2.15.4 Schade

Het binnendringen van schimmelweefsel uit een kiemend sclerotium van *V. dahliae* wordt vergemakkelijkt bij aanwezigheid van andere pathogenen die de weerstand van de plantenwortel veranderen of een verwonding aanbrengen. Zo zijn er synergistische interacties aangetoond tussen *V. dahliae* op aardappel en *Globodera* spp., *Pratylenchus* spp., *Meloidogyne* spp., *Colletotrichum coccodes*, *Rhizoctonia solani* en *Fusarium* spp [8, 9]. Schade in aardappel hangt sterk af van het ras, maar ook van de vroegheid van het ras. Vroege rassen vertonen meer schade, late rassen hebben minder schade van de vervroegde afsterving. Daarom leidt de hoge teeltfrequentie in de zetmeelaardappelteelt nauwelijks tot lagere opbrengsten, in tegenstelling tot de consumptieteelt van meer vroege rassen. In suikerbieten leidt *Verticillium* tot vergeelde bladeren, die bij ernstige aantasting schade kan geven [10]. De schade van *V. dahliae* in suikerbiet kan

worden tegengegaan door de populaties van alle plantpathogene aaltjes tegen te gaan. Schade door *Verticillium* kan worden voorkomen door de opbouw van de populatie tegen te gaan. Dit kan door de vorming van microsclerotien te voorkomen en door de microsclerotien in de grond versnelt te laten sterven. De vorming wordt tegengegaan door de teelt van niet of weinig vermeerderende waardplanten en door een vroege oogst van een groen gewas (conserven erwten, -tunboon, pootaardappel) of door een grondige afvoer van gewasrestanten (vezelvlas). Loof trekken geeft ook minder vorming van microsclerotien, maar loof trekken of afvoer van gewasresten gaf niet een lagere besmetting die tot een hogere opbrengst leidden [11]. Na de vorming van de microsclerotien zijn deze in de grond te bestrijden door middel van biologische grondontsmetting [12].



Miljoenen microsclerotien van *Verticillium dahliae* op en in de stengels van aardappelen.



Door *Verticillium* aangetaste aardbeiplant.

2.15.5 Bodenschimmelschema

grondsoort	<i>Verticillium dahliae</i>		
Akkerbouw	D, K, Z, ZA	uitleg/bron schade	uitleg/bron vermeerdering
aardappel	•••	rasafhankelijk	rasafhankelijk
suikerbiet	•	[10]	[10]
ui	•		[4][6]
maïs	•		[6]
wintertarwe	•		
zomertarwe	•		[4]
wintergerst	•		
zomergerst	•		[4][6]
rogge	•		
haver	•		[6]
triticale	•		
luzerne	••		
winterkoolzaad	•		
zomerkoolzaad	•		[4]
hennep	••		
cichorei	•		
Groenten			
erwt (conserven)	•		[6]
stamslaboon	-		
veld-/tuinboon	••	Afhankelijk teeltwijze	Afhankelijk teeltwijze
spinazie	•		
peen	•		[6]
schorseneer	?		
prei	?		
witlof	•	Kruistum, 1997	Kruistum, 1997
sluitkool	?		
aardbei	•	Afh. van andere pathogenen	
asperge	-		[13]
Bloembollen			
dahlia	?	beeldenbank	
gladiool	?	beeldenbank	
lelie	?	[14], beeldenbank	
tulp	?	[14], beeldenbank	
Groenbemesters			
bladrammenas	?		
gele mosterd	?		
engels raaigras	?		
italiaans raaigras	?		
facelia	?		
witte klaver	••		
bladkool	?		
tagetes	?		
japanse haver	?		

2.15.6 Bronnen

1. Klosterman, S.J., et al., *Diversity, pathogenicity, and management of verticillium species*, in *Annual Review of Phytopathology*. 2009. p. 39-62.
2. Goud, J.C. and A.J. Termorshuizen, *Pathogenicity and virulence of the two Dutch VCGs of Verticillium dahliae to woody ornamentals*. 2002. 108(8): p. 771-782.
3. Mol, L., et al., *Theoretical approach to the dynamics of the inoculum density of Verticillium dahliae in the soil: First test of a simple model*. *Plant Pathology (Oxford)*, 1996. 45(2): p. 192-204.
4. Mol, L., *Formation of microsclerotia of Verticillium dahliae on various crops*. *Netherlands Journal of Agricultural Science*, 1995. 43(2): p. 205-215.
5. Mol, L. and J.G. Lamers, *Juiste gewasvolgorde beperkt opbrengstverlies. Vruchtwisseling toomt Verticillium*, in *In Verticillium dahliae, Een gevreesde verwelkingsschimmel, G.C. van den Berg (samensteller), Landb. Uitgeverij G.C. van den Berg, Waddinxveen (1997) 9-15*. 1997.
6. Benson, D.M. and L.J.J. Ashworth, *Survival of Verticillium-Albo-Atrum on Nonsuscept Roots and Residues in Field Soil*. *Phytopathology*, 1976. 66(7): p. 883-887.
7. Dean, R.A., A. Lichens-Park, and C. Kole, *Genomics of Plant-Associated Fungi and Oomycetes: Dicot Pathogens*. 2014, Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg.
8. Scholte, K. and J.J. s'Jacob, *Synergistic interactions between Rhizoctonia solani Kühn, Verticillium dahliae Kleb., Meloidogyne spp. and Pratylenchus neglectus (Rensch) Chitwood & Oteifa, in potato*. 1989. 32(3): p. 387-395.
9. Scholte, K., J.W. Veenbaas-rijks, and R.E. Labruyère, *Potato growing in short rotations and the effect of Streptomyces spp., Colletotrichum coccodes, Fusarium tabacinum and Verticillium dahliae on plant growth and tuber yield*. 1985. 28(3): p. 331-348.
10. Hanse, B., *Teelthandleiding 10.5 bodemschimmels*. 2012, IRS: Bergen op Zoom. p. 1-16.
11. Lamers, J.G. and A.J. Termorshuizen. *The influence of manual removal or mechanical destruction of potato haulms on Verticillium inoculum density of the soil*. in *In: Advances in Verticillium research and disease management : 7th International Verticillium Symposium, Athens, Greece, October 1997 / E.C. Tjamos, R.C. Rowe, J.B. Heale & D.R. Fravel. - St. Paul, Minnesota : APS Press, 2000*. 2000.
12. Lamers, J.G., et al. *Biological soil disinfestation to control Verticillium dahliae in strawberries*. in *In: Book of Abstracts of the 8th International Verticillium Symposium. - Córdoba, Spain : [s.n.], 2001*. 2001.
13. Blok, W.J., *Early decline of asparagus in the Netherlands : etiology, epidemiology and management*. 1997, Blok: [S.l.].
14. Peeters, J.M.M., *Ziekten en afwijkingen bij bolgewassen Deel 1 : Liliaceae*. 2000, Laboratorium voor Bloembollenonderzoek: Lisse. p. 193.

3 Samenvatting, conclusie en aanbevelingen

Deze studie over Nederlandse bodemschimmels heeft geleid tot een eerste exemplaar van een overzichtelijk schema met gewassen in relatie tot schadepotentieel en vermeerdering. Achtergrondinformatie over waardplanten, vermeerdering en schade is verzameld en beschreven van vijftien schimmels in 40 landbouwgewassen. Per ziekte is aangegeven op welke grondsoort deze (hoofdzakelijk) voorkomt en welke substantiële schade deze kan veroorzaken. Deze informatie biedt nieuwe mogelijkheden om beter te anticiperen op de grilligheid en incidentie van bodemgebonden schimmels. Het rapport vloeit voort uit de financiering door PT en PA.

Het resultaat is een bodemschimmelschema (Bijlage 1); een semi-kwantitatieve inschatting van het risico op schade en vermeerdering van de ziekten. Een schema dat kan worden gebruikt als een beslissingsondersteunend middel voor telers en adviseurs. Bovendien geeft het schema aan of het telen van een gewas op een bepaald perceel meer of minder risico's met zich meebrengt op basis van de aanwezigheid van een ziekte en de voorvrucht die wel of niet als waardplant wordt beschouwd. Het kan ook een antwoord zijn op de veranderende mogelijkheden voor het toepassen van fungiciden. Daarnaast is het een schema dat een basis biedt voor een milieuvriendelijke en duurzame aanpak van bodemschimmels. Het sluit aan bij de systematiek van het bestaande aaltjes- en plagenschema. Het schema is een samenvatting van de beschikbare kennis over bodemziekten en geeft ook een indicatie waar kennis en informatie nog ontbreekt.

Het bodemschimmelschema komt volgens de auteurs het best tot zijn recht als het een dynamisch karakter krijgt. Hiermee wordt bedoeld dat:

1. Ontbrekende kennis aan het schema kan worden toegevoegd.
2. Verandering in inzicht en ervaring in het schema kan worden ingepast.
3. Bestaande en nieuwe Nederlandse bodemziekten kunnen worden toegevoegd.
4. Relevante bodemziekten verder in soorten kunnen worden onderverdeeld, waar dit van belang is.
5. Andere gewassen aan het schema kunnen worden toegevoegd.

Een volgende stap is om het bodemschimmelschema volgens het beschreven dynamische karakter te digitaliseren en op internet beschikbaar te stellen. Voor de toekomst is het verstandig om na te gaan wat nodig is om het bodemschimmelschema up-to-date te houden. Het huidige aaltjesschema kan als voorbeeld dienen om alle technische mogelijkheden te benutten voor een gebruiksvriendelijke en praktische implementatie van het bodemschimmelschema. Het resultaat levert naar verwachting een compleet product op wat telers goed kunnen gebruiken in hun aanpak tegen bodemschimmels.

Bijlage 1. Legenda bij het bodemschimmelschema en het bodemschimmelschema

Legenda vermeerdering	
?	onbekend
-	natuurlijke afname
.	weinig
..	matig
...	sterk

Legenda schade		
	onbekend	
	geen	0-5%
	weinig	5-15%
	matig	15-33%
	sterk	>33%

Legenda grondsoorten	
D	Dalgrond
K	Klei
Z	Zand
ZA	zavel

Het bodemschimmelschema.

	<i>Alternaria pari</i> pupervlekken ziekte	<i>Boeremia exigua</i> var. <i>exigua</i> gangreen	<i>Fusarium</i> <i>oxysporum</i> f.sp. asperagi hempantziekte	<i>Fusarium</i> <i>oxysporum</i> f.sp. <i>cepae</i> bolrot	<i>Phoma apicola</i> schurft	<i>Phytophthora</i> <i>erythroseptica</i> roodrot	<i>Plasmopora</i> <i>brasicae</i> kroloet	<i>Phenodorus</i> <i>ligum</i> kanierstronk	<i>Pythium</i> <i>sulcatum</i> cavity spot	<i>Pythium</i> <i>ulvae</i> cavity spot	<i>Rhizoctonia</i> soetan AG 2,2 /IB wortelrot	<i>Rhizoctonia</i> soetan AG 3 lalschurft	<i>Sclerotinia</i> <i>minor</i> smet	<i>Sclerotinia</i> <i>sclerotiorum</i> rattekeutel- ziekte	<i>Verticillium</i> <i>dahliae</i> venelings- ziekte	
Akkerbouw	D, K, Z, ZA	D, K, Z, ZA	D, K, Z, ZA	D, K, Z, ZA	D, K, Z, ZA	D, K, Z, ZA	D, K, Z, ZA	D, K, Z, ZA	D, K, Z, ZA	D, K, Z, ZA	D, (K, Z,) ZA	D, K, Z, ZA	D, K, Z, ZA	D, Z, ZA	D, K, Z, ZA	
aardappel	-	•	•	?	-	•••	-	-	-	-	•••	•••	?	••	•••	aardappel
suikerbiet	-	-	•	-	-	?	-	-	-	•	•••	-	?	•	•	suikerbiet
ui	•••	-	-	••	-	?	-	-	-	-	-	-	?	•	•	ui
mais	-	?	•	•	-	?	-	-	-	-	•••	-	?	-	•	mais
wintertarwe	-	•	?	•	-	•	-	-	-	•	-	-	?	-	•	wintertarwe
zomertarwe	-	•	•	•	-	•	-	-	-	•	-	-	?	-	•	zomertarwe
wintergerst	-	•	?	?	-	••	-	-	-	?	?	-	?	-	•	wintergerst
zomergerst	-	•	?	?	-	••	-	-	-	?	?	-	?	-	•	zomergerst
rogge	-	?	?	?	-	•	-	-	-	•	?	-	?	-	•	rogge
haver	-	?	?	?	-	?	-	-	-	?	-	-	?	-	•	haver
triticale	-	?	?	?	-	?	-	-	?	?	?	-	?	-	•	triticale
luzerne	-	•	•	?	-	•	-	-	?	•	-	-	•••	?	••	luzerne
winterkoolzaad	-	-	?	?	-	?	•••	•••	?	?	••	-	•••	?	•	winterkoolzaad
zomerkoolzaad	-	-	?	?	-	?	•••	•••	?	?	?	-	•••	?	•	zomerkoolzaad
hennep	-	?	?	?	-	?	-	-	?	?	?	-	?	?	••	hennep
cichorei	-	?	?	?	-	?	-	-	?	?	?	-	•	?	•	cichorei
Groenten						?				?						Groenten
erwt (conserven)	-	•	•	?	-	•	-	-	?	-	?	-	•	•	•	erwt (conserven)
stamslaboon	-	•	•	?	-	•	-	-	••	?	••	-	•	••	-	stamslaboon
veld-/tuintoon	-	•	?	?	-	?	-	-	?	?	••	-	•	•	••	veld-/tuintoon
spinazie	-	?	?	?	-	•	-	-	•	?	?	-	•	?	•	spinazie
peen	-	•	•	?	-	•••	?	-	•••	•••	•••	-	••	••	•	peen
schorseneer	-	?	?	?	-	?	-	-	?	?	•••	-	•	?	?	schorseneer
prei	•••	-	-	?	-	?	-	-	?	?	••	-	?	?	?	prei
witlof	-	•	?	?	-	•	-	-	?	-	?	-	•	••	•	witlof
sluitkool	-	•	?	?	-	•	•••	•••	-	?	?	-	•	••	?	sluitkool
aardbei	-	•	?	?	-	?	-	-	?	?	?	-	?	-	•	aardbei
asperge	-	?	••	•	-	•	-	-	?	?	?	-	?	?	-	asperge
Bloembollen						?				?						Bloembollen
dahlia	-	?	?	?	-	?	-	-	?	?	?	-	•	?	?	dahlia
gladiool	-	-	?	?	-	?	-	-	?	?	•••	-	?	?	?	gladiool
lelie	-	-	-	?	-	?	-	-	?	?	•••	-	?	?	?	lelie
tulp	-	-	?	?	-	••	-	-	?	?	•••	-	?	?	?	tulp
Groenbemesters						?				?						Groenbemesters
bladrammenas	-	-	?	?	-	?	-	?	?	?	•	-	•	•••	?	bladrammenas
gele mosterd	-	-	•	?	-	?	•••	•	?	?	••	-	•	•••	?	gele mosterd
engels raaigras	-	?	•	?	-	••	-	-	?	••	•••	-	?	-	?	engels raaigras
italiaans raaigras	-	?	?	?	-	••	-	-	?	••	•••	-	?	-	?	italiaans raaigras
facelia	-	?	?	?	-	?	-	-	?	?	••	-	?	?	?	facelia
witte klaver	-	?	?	?	-	?	-	-	?	-	•••	-	•	?	••	witte klaver
bladkool	-	-	?	?	-	?	•••	?	?	?	•	-	•	•••	?	bladkool
tagetes	-	?	?	?	-	••	-	?	?	?	•••	-	•	?	?	tagetes
japanse haver	-	?	?	•••	-	?	-	?	?	?	?	-	?	?	?	japanse haver